

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA DE
ALIMENTOS



***“ESTUDIO DE LA CALIDAD DE NARANJAS
Y MANDARINAS MÍNIMAMENTE
PROCESADAS. INFLUENCIA DE VARIABLES
DEL PROCESO.”***

TESIS DOCTORAL

Presentada por:

Ing. Fernando Bello

Dirigida por:

Dr. Daniel Eduardo Vázquez

Dra María D. Ortolá Ortolá

Valencia / Concordia, 2015.

*Con todo mi amor y cariño a
Romina, Anahí, Jazmín y Facundo.*

AGRADECIMIENTOS

A mis pequeños Anahí, Jazmín y Facundo por su cariño, y paciencia, a Romina por el acompañamiento amor y comprensión.

A mis padres y abuelos por el apoyo y cariño recibido desde siempre.

Mis más sincero agradecimiento al Dr. Daniel Vázquez por acceder a ser mi director de tesis, por su dedicación y paciencia.

Igualmente hago evidente mi agradecimiento a la Dra María Dolores Ortolá por su colaboración.

A la Dra Mercedes Ferreira por su predisposición y desinteresada ayuda.

Me gustaría agradecer la posibilidad que me brindó la Estación Experimental Agropecuaria Concordia del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, para la realización del presente trabajo, en especial a los integrantes del equipo de Postcosecha por brindarme su invaluable ayuda, Nanci, Laura, Juan Ramón, Guillermo, Mariángeles.

A la Facultad de Ciencias de la Alimentación por brindarme la posibilidad de acceder a la realización de los estudios de doctorado.

RESUMEN

El procesamiento mínimo en la Argentina es una alternativa en la comercialización de frutos cítricos para la diferenciación del producto, a través del agregado de valor o practicidad para su consumo. Por tal motivo el objetivo del presente trabajo fue estudiar la influencia de tres métodos de pelado (manual, infusión a vacío, 600 mm Hg a 55 °C; y enzimático, con 10 mg.L⁻¹, 600 mm Hg a 45 °C) en la calidad de naranjas de las variedades Navelina y Salustiana, y mandarinas Nova y Ellendale. Se analizaron características fisicoquímicas (índice de madurez, color, contenido de compuestos volátiles y firmeza) y atributos sensoriales. Luego de 24 h de refrigeración a 5 °C del proceso de pelado. Se seleccionaron microorganismos alterantes de gajos mínimamente procesados, y se analizaron distintos métodos de desinfección y sus combinaciones para el control. Los atributos visuales como el color y la humedad exterior, fueron los que presentaron mayor influencia del método de pelado, tanto en las mediciones instrumentales como sensoriales. Las variables evaluadas íntegramente demostraron que el pelado enzimático, y por infusión térmica, imparten características de calidad similares en los gajos, diferenciándose del pelado manual, efecto que fue influenciado por el estado de madurez. Este comportamiento se observó tanto en naranjas como en mandarinas. Se identificó la levadura *Rhodotorula glutinis* como una flora alterante de importancia en este tipo de productos, se obtuvo buenos controles de este microorganismo con tratamientos combinados dobles y triples de hipoclorito de sodio 50 µg.L⁻¹, UV-C 20 kJ.m⁻² e inmersión de 1 minuto en agua a 60 °C. El tratamiento de hipoclorito de sodio a 50 µg.L⁻¹ + UV-C 20 kJ.m⁻² fue el más adecuado debido a que no se detectaron diferencias apreciables en la calidad interna, efecto que debe ser considerado de cuidado cuando se utiliza agua a 60 °C como método de desinfección en las combinaciones. Este estudio permitió identificar la influencia de distintas variables del proceso en la calidad fisicoquímica y sensorial de naranjas y mandarinas.

ABSTRACT

In Argentina, minimal processing is an alternative for marketing citrus fruit by product differentiation, with added value and consumer friendly. The objective of this study was to evaluate three methods of peeling (manual, vacuum, 600 mm Hg at 55 °C, and enzymatic with 10 mg.L⁻¹, 600 mm Hg at 45 °C) on physicochemical and sensory quality in oranges (Salustina, Navelina) and mandarins (Nova, Ellendale). The physicochemical parameters (soluble solids content, titratable acidity, maturity index, humidity, color, firmness and ethanol and acetaldehyde content) and sensory attributes developed in this study were analyzed. After peeling, the segments were stored at 5 °C for 24h. Spoilage microorganisms of minimally processed citrus fruit were selected and different methods of disinfection and their combinations were analyzed. Visual attributes such as color and humidity showed greater influence of the peeling methods. Enzymatic and vacuum peeling showed similar effects on the sensory and physicochemical quality and both differed from manual peeling. Oranges and mandarins showed the same results. *Rhodotorula glutinis* was the most common yeast that was isolated from this commodity and its control was effective with 50 µg.L⁻¹ sodium hypochlorite, UV-C 20 kJ.m⁻² and 1 m immersion in water at 60 °C by itself or combined. Sodium hypochlorite 50 µg.L⁻¹ + UV-C 20 kJ.m⁻² was the most suitable treatment because it showed minor effect on internal quality, nevertheless this effect should be considered carefully when water is used at 60 °C for disinfection in the different combinations. The study showed the influence of different process variables on the physicochemical and sensory quality of oranges and mandarins.

RESUM

El processament mínim en l'Argentina és una alternativa en la comercialització de fruits cítrics per a la diferenciació del producte, a través de l'agregat de valor o facilitat per al seu consum. Per tal motiu, l'objectiu del present treball va ser estudiar la influència de tres mètodes de pelat (manual, infusió a buit, 600 mm Hg a 55 °C; i enzimàtic, amb 10 mg L⁻¹, 600 mm Hg a 45 °C) en la qualitat de taronges de les varietats Navelina i Salustina, i mandarines Nova i Ellendale. Es van analitzar característiques fisicoquímiques (índex de maduresa, color, contingut de compostos volàtils i fermesa) i atributs sensorials desenvolupats en el present treball. Les determinacions es van realitzar després de 24 h de refrigeració a 5 °C del procés de pelat. Es van seleccionar microorganismes alterants de gallons mínimament processats i es van analitzar distints mètodes de desinfecció i les seues combinacions per al control. Els atributs visuals com el color i la humitat exterior, van ser els que van presentar major influència del mètode de pelat, tant en les mesures instrumentals com sensorials. Les variables avaluades íntegrament demostren que el pelat enzimàtic i per infusió tèrmica, impartixen característiques de qualitat semblants en els gallons, diferenciant-se del pelat manual, efecte que és influenciat per l'estat de maduresa. Este comportament s'observa tant en taronges com en mandarines. Es va identificar al rent *Rhodotorula glutinis* com una flora alterant d'importància en este tipus de productes, obtenint bons controls d'este microorganisme amb tractaments combinats dobles i triples d'hipoclorit de sodi 50 µg.L⁻¹, UV-C 20 kJ.m⁻² e immersió de 1 minut en aigua a 60 °C. El tractament d'hipoclorit de sodi a 50 µg.L⁻¹ + UV-C 20 kJ.m⁻² és més adequat pel fet que no es detecten diferències apreciables en la qualitat interna, efecte que ha de ser considerat d'atenció quan s'utilitza aigua a 60 °C com a mètode de desinfecció en les combinacions. Léstudi va permetre identificar la influència de distintes variables del procés en la qualitat fisicoquímica i sensorial de taronges i mandarines.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	25
1.1. Producción de cítricos	25
1.1.1. Producción Mundial de cítricos	25
1.1.2. Producción argentina de cítricos.....	27
1.1.2.a Zonas.	28
1.1.2.b Variedades.	29
1.1.2.c Calendario.....	30
1.1.4. Destino y consumo de cítricos.....	33
1.1.5. Situación del sector cítrícola argentino	34
1.2. Procesamiento mínimo de frutas	36
1.2.1. Definición.....	37
1.2.2. Consumo a nivel mundial.....	39
1.2.3. Procesamiento de frutas y hortalizas en Argentina.....	41
1.2.4. Los cítricos mínimamente procesados	42
1.2.4.a Selección de materia prima.....	44
1.2.4.b Primer Lavado y Desinfección	45
1.2.4.c Pelado	46
1.2.4.d Segundo Lavado	49
1.2.4.e Desinfección	50
1.2.4.f Envasado y Refrigeración	50
1.3. Factores que disminuyen la vida útil de producto.....	51
1.4. Métodos de desinfección	53
1.4.1. Métodos Químicos	54

1.4.1.a Ácidos Orgánicos	55
1.4.1.b Hipoclorito de sodio	57
1.4.1. Métodos Físicos	60
1.4.2.a Agua caliente.....	61
1.4.2.b Radiación UV-C.....	62
1.4.3. Combinación de métodos de desinfección	65
1.5. Estudios de factores que influyen la calidad de cítricos mínimamente procesados.....	68
1.6. Justificación del trabajo	71
2. OBJETIVOS	75
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	79
3.1. FRUTOS.....	79
3.1.1. Métodos de pelado.....	79
3.1.1a Cosechas de naranjas	80
3.1.1.b Cosecha de mandarinas.....	81
3.1.2. Métodos de desinfección	82
3.1.2.a Estudio de la flora alterante.....	82
3.1.2.b Métodos de desinfección	82
3.1.2.c Métodos combinados	83
3.2. EXPERIMENTOS	83
3.2.1. Métodos de pelado.....	83
3.2.1.a Pelado Manual.....	84
3.2.1.b Pelado por Infusión a vacío con calor	84
3.2.1.c Pelado Enzimático:	85

3.2.2. Identificación de microorganismos.....	87
3.2.2.a Flora alterante	87
3.2.2.b Identificación de cepas alterantes	88
3.2.2.c Preparación de inóculos y siembra.....	90
3.2.3. Métodos de desinfección.....	92
3.2.3.a Métodos químicos	92
3.2.3.b Métodos físicos	93
3.2.3.b.1. Tratamiento térmico	93
3.2.3.b.2. Tratamientos con Irradiación UV-C	94
3.2.4. Combinación de tratamientos	96
3.2.4.a Control de microorganismo alterante.....	96
3.2.4.b Evaluación de la calidad de gajos sometidos a tratamientos combinados de desinfección.....	97
3.3. DETERMINACIONES ANALÍTICAS	98
3.3.1. Contenido de jugo	98
3.3.2. Sólidos solubles	98
3.3.3. Acidez	99
3.3.4. Índice de Madurez (IM)	99
3.3.5. Color	99
3.3.6. Firmeza.....	100
3.3.7. Contenido de acetaldehído y etanol.....	101
3.3.7. Análisis sensorial	102
3.3.8. Porcentaje de fruto comestible	106
3.3.9. Contenido de humedad superficial (CHS)	106
3.3.10. Recuentos de microorganismos	107

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO	108
3.4.1. Diseño.....	108
3.4.2. Análisis estadístico de la influencia del método de pelado	109
3.4.3. Análisis estadístico de los métodos de desinfección	109
4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	113
4.1. Influencia del método de pelado en la calidad de naranjas mínimamente procesadas.	113
4.1.1. Sólidos solubles, acidez e índice de madurez	113
4.1.2. Color	116
4.1.c Porcentaje de humedad exterior y fruto comestible	120
4.1.d Firmeza	123
4.1.e Contenido de acetaldehído y etanol.....	125
4.1.f Análisis sensorial	128
4.2. Influencia del método de pelado en la calidad de mandarinas mínimamente procesadas.	135
4.2. a. Sólidos solubles, acidez e índice de madurez	135
4.2.b. Color	138
4.2.c Porcentaje de fruto comestible y humedad exterior	141
4.2.d. Firmeza	143
4.1.e. Contenido de acetaldehído y etanol.....	144
4.2.f. Análisis sensorial	145
4.3. Análisis de Componentes Principales para cítricos sometidos a distintos tipo de pelados.	150
4.4. Microorganismos en gajos pelados	159

4.4.1. Flora alterante	159
4.4.2. Identificación de cepas alterantes	161
4.5. Métodos de desinfección	163
4.5.1. Métodos Químicos.....	165
4.5.1.a Ácido cítrico	165
4.5.1.b Sorbato de Potasio	167
4.5.1.c Benzoato de sodio	168
4.5.1.d Hipoclorito de sodio.....	170
4.5.2. Métodos Físicos.....	172
4.5.2.a Agua Caliente	172
4.5.2.b Radiación UV-C	175
4.5.3. Métodos combinados	178
4.5.4. Calidad de gajos con tratamientos combinados	185
4.6. Limitaciones y Recomendaciones	190
5. CONCLUSIONES.....	195
5.1. Efecto del tipo de pelado en la calidad fisicoquímica y sensorial de naranjas y mandarinas.....	195
5.2. Microorganismos relevantes en gajos cítricos mínimamente procesados	196
5.3. Efecto de distintos métodos de desinfección sobre microorganismo alterante en gajos cítricos.....	196
5.4. Efecto de la combinación de distintos métodos de desinfección sobre los microorganismos y la calidad de gajos cítricos.....	197
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	201

7. ANEXOS	249
ANEXO 1: Mandarinas y naranjas con distintos pelados.....	249
ANEXO 2: Determinaciones sensoriales	251
ANEXO 3: Determinaciones y resultados microbiológicos.	252

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Producción de frutas cítricas frescas en los países de mayor producción - Año 2012/2013 y estimaciones para 2014.....	26
Tabla 2: Estimación de la producción nacional de los principales grupos de frutas en la República Argentina.	27
Tabla 3: Principales variedades cítricas plantadas en la provincia de Entre Ríos.	29
Tabla 4: Calendario de cosecha de las variedades de cítricos cultivados en Entre Ríos.....	31
Tabla 5: Parámetros mínimos de calidad interna de naranjas y mandarinas.....	32
Tabla 6: Fechas de cosecha y peso de naranjas.	80
Tabla 7: Fechas de cosechas y peso de mandarinas.....	81
Tabla 8: Sustancias de inmersión y concentraciones evaluadas...	92
Tabla 9: Valores de calidad interna en naranjas para ambos ensayos.	113
Tabla 10: Efecto del tipo de pelado en el contenido de Sólidos solubles, acidez e índice de madurez (p-valor).	114
Tabla 11: Parámetros de color en gajos de naranjas Navelina sometidas a distintos pelados, para ambas cosechas (medias \pm DS).	116
Tabla 12: Parámetros de color en gajos de naranjas Salustiana sometidas a distintos pelados, para ambas cosechas (medias \pm DS).	118

Tabla 13: Porcentajes de humedad y de fruto comestible en naranjas Navelina sometidas a distintos pelados, para ambas ensayos (medias \pm DS).	121
Tabla 14: Porcentajes de humedad y de fruto comestible en naranjas Salustiana sometidas a distintos pelados, para ambas ensayos (medias \pm DS).	122
Tabla 15: Efecto del tipo de pelado en la firmeza de gajos de naranjas (p-valor).	124
Tabla 16: Evaluación sensorial de naranja Navelina.....	129
Tabla 17: Evaluación sensorial de naranja Salustiana.....	131
Tabla 18: Valores de calidad interna en mandarinas para ambos ensayos.....	135
Tabla 19: Efecto del tipo de pelado en el contenido de sólidos solubles, acidez e índice de madurez (p-valor).	136
Tabla 20: Parámetros de color en gajos de mandarinas Nova sometidas a distintos pelados, para ambas cosechas (medias \pm DS).....	138
Tabla 21: Parámetros de color en gajos de mandarinas Ellendale sometidos a distintos pelados, para ambos ensayos. (medias \pm DS).....	140
Tabla 22: Porcentajes de humedad y fruto comestible en mandarina Nova sometidas a distintos pelados, para ambas ensayos (medias \pm DS).	142

Tabla 23: Porcentajes de humedad y porcentaje de fruto comestible en mandarina Ellendale sometidas a distintos pelados (medias \pm DS).	143
Tabla 24: Efecto del tipo de pelado en la firmeza de gajos de mandarinas (p-valor).	144
Tabla 25: Evaluación sensorial de mandarina Nova.....	146
Tabla 26: Evaluación sensorial de mandarina Ellendale.....	149
Tabla 27: Coeficientes de correlación para las variables que resultaron significativas con el CP1 en gajos de naranjas con distintos tipos de pelados.	152
Tabla 28: Coeficientes de correlación para las variables que resultaron significativas con el CP2 en gajos de naranjas con distintos tipos de pelados.	153
Tabla 29: Coeficientes de correlación para las variables que resultaron significativas con el CP1 en gajos de mandarinas con distintos tipos de pelados.	156
Tabla 30: Coeficientes de correlación para las variables que resultaron significativas con el CP2 en gajos de mandarinas con distintos tipos de pelados.	157
Tabla 31: Efecto de la concentración de sustancias orgánicas en el recuento de UFC/g de <i>Rhodotorula glutinis</i>	166
Tabla 32: Recuento de UFC/g de <i>Rhodotorula glutinis</i> en función de las distintas temperaturas.	173
Tabla 33: Dosis bajas y altas UV-C (254nm) necesarias para inhibir el 100 % de distintos tipos de microorganismos. ...	176

Tabla 34: UFC/g de <i>R. glutinis</i> en gajos de naranja sometidos a tratamientos combinados de desinfección.	182
Tabla 35: Efecto de los factores tratamientos y tiempo de conservación, en las variables de calidad de gajos de naranjas (p-valor).	186

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Consumo de frutos cítricos en Argentina.....	34
Figura 2: Diagrama de flujo de frutos MP.....	44
Figura 3: Espectro electromagnético de radiaciones UV.....	62
Figura 4: Equipo experimental para el pelado de cítrico.	85
Figura 5: Gajos inoculados para evaluar los métodos de desinfección.	91
Figura 6: Dispositivo de radiación UV- C.....	95
Figura 7: Medición de textura en gajos cítricos.	100
Figura 8: Planilla de evaluación sensorial.....	105
Figura 9: Valores de Croma y Tono en gajos de naranja Navelina luego de 24 horas de sometidos a distintos tipos de pelados.	117
Figura 10: Valores de Croma y Tono en gajos de naranja Salustiana luego de 24 horas de sometidos a distintos tipos de pelados.....	119
Figura 11: Contenido de compuestos volátiles en gajos de naranja Navelina luego de 24 horas de sometidos a distintos tipos de pelados.....	126
Figura 12: Contenido de compuestos volátiles en gajos de naranja Salustiana luego de 24 horas de sometidos a distintos tipos de pelados.....	127
Figura 13: Análisis del perfil de sabor de gajos de naranja Navelina sometidos a distintos pelados.	130

Figura 14: Análisis del perfil de sabor de gajos de naranja Salustiana sometidos a distintos pelados.	132
Figura 15: Valores de Croma y Tono en gajos de mandarina Nova luego de 24 horas de sometidos a distintos tipos de pelados.	139
Figura 16: Valores de Croma y Tono en gajos de mandarina Ellendale luego de 24 horas de sometidos a distintos tipos de pelados.	141
Figura 17: Análisis del perfil de sabor de gajos de mandarina Nova sometidos a distintos pelados.	147
Figura 18: Análisis del perfil de sabor de gajos de mandarina Ellendale sometidos a distintos pelados.	148
Figura 19: Análisis de componentes principales para las variables estudiadas para naranjas sometidas a distintos tipos de pelados.	151
Figura 20: Análisis de componentes principales para naranjas sometidos a distintos tipos de pelados.	154
Figura 21: Análisis de componentes principales de las variables estudiadas para mandarinas sometidas a distintos tipos de pelados.	155
Figura 22: Análisis de componentes principales para mandarinas sometidos a distintos tipos de pelados.	158
Figura 23: Recuento de microorganismos en función de los distintos tratamientos de desinfección ensayados.	160

Figura 24: Recuento de UFC/g de <i>Rhodotorula glutinis</i> en función de las distintas concentraciones de benzoato de sodio.....	169
Figura 25: Recuento de UFC/g de <i>Rhodotorula glutinis</i> en función de las distintas concentraciones de hipoclorito de sodio....	171
Figura 26: Recuento de UFC/g de <i>Rhodotorula glutinis</i> en función de las distintas dosis de UV-C.....	175
Figura 27: Aspecto de gajos de cítricos luego del tratamiento hidrotérmico a 60°C + irradiación UV-C 20 kJ.m ⁻²	184
Figura 28: Influencia del tiempo de conservación en el índice de madurez	187
Figura 29: Evolución de la microflora mesófila aeróbica durante 15 días de conservación a 5 °C.....	188
Figura 30: Mandarinas luego de los distintos procesos de pelado.	249
Figura 31: Naranjas luego de los distintos procesos de pelado..	250
Figura 32: Trabajo grupal con jueces.	251
Figura 33: Evaluación sensorial de gajos de naranjas.	251
Figura 34: Siembras en placas Petrifilms para recuentos de enterobacterias.	252
Figura 35: Comportamientos de <i>R. glutinis</i> sometidos a inmersión en agua a distintas temperaturas.	252

INTRODUCCION

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Producción de cítricos

1.1.1. Producción Mundial de cítricos

La producción de cítricos tiene una amplia difusión en el mundo, cultivándose comercialmente en más de 50 países. En el año 2013 la producción mundial alcanzó, según datos aportados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), alrededor de 87 millones de toneladas (t), creciendo un 11% en los últimos 5 años. La mayor parte de la producción se consume o industrializa en los países de origen, y únicamente algo más de 10 millones de t se destina a la exportación como fruta fresca.

Existen cinco grupos de cítricos que tienen una clara significancia económica a nivel mundial:

- Naranjas dulces (*Citrus sinensis* [L.] Osb.)
- Mandarinas (*Citrus reticulata* Blanco y *Citrus unshiu* Marc.)
- Pomelos (*Citrus paradisi* Macf.)
- Limones (*Citrus limon* Burm. f.) y limas (*Citrus aurantifolia* L.)
- Kumquats (*Fortunella* sp.)

Los pummelos (*Citrus maxima* L.) solo tienen importancia económica en gran parte del Sureste de Asia y China (Davis *et al.*, 1994).

1. INTRODUCCIÓN

Las naranjas y mandarinas son los cítricos más importantes, con una proporción de la producción total de más de 80%. Los limones, limas y los pomelos completan la producción total. China, Brasil y Estados Unidos son históricamente los principales productores de cítricos, concentrando cerca del 60% de la producción mundial (Federcitrus, 2014), como puede observarse en la Tabla 1.

Tabla 1: Producción de frutas cítricas frescas en los países de mayor producción - Año 2012/2013 y estimaciones para 2014.

<i>País</i>	<i>Producción 2012/2013 (miles t)</i>	<i>Producción 2014 (miles t)</i>
China	27.370	29.570
Brasil	16.361	17.750
Estados Unidos	10.136	9.147
México	6.370	6.320
España	6.321	6.299
Turquía	3.356	3.575
Italia	3.167	3.173
Argentina	2.824	1.670
Sudáfrica	2.457	2.532

Fuente: La actividad Citrícola Argentina 2014. Federcitrus

1.1.2. Producción argentina de cítricos

La República Argentina ocupa el 8° puesto de los países productores de cítricos (Tabla 1), con una producción aproximada de 2,8 millones de t para el año 2013, lo que representa una participación del 3,21% de la producción mundial. Esta producción está compuesta en un 30,4 % por naranjas, un 12,9 % por mandarinas, un 52,6 % por limones y un 4 % de pomelos.

Los cítricos constituyen, dentro de la producción nacional de frutas, el sector más importante desde el punto de vista cuantitativo, con un volumen de producción cercano a los 2,8 millones de t para el año 2013 (Tabla 2).

Tabla 2: Estimación de la producción nacional de los principales grupos de frutas en la República Argentina.

Grupos de Especies	En toneladas 2013
Frutas cítricas (naranja, mandarina, pomelo, limón)	2.824.147
Frutas de pepita (manzanas, peras)	1.790.000
Duraznos, ciruelas, pelones y cerezas	392.000
Uva de Mesa	60.000
Arándanos y Frutillas	16.000

Fuente: La actividad Cítrica Argentina 2014. Federcitrus.

1. INTRODUCCIÓN

1.1.2.a Zonas.

Las plantaciones cítricas en Argentina se hallan localizadas en dos grandes regiones: Noroeste (NOA) y Nordeste Argentino (NEA). En el NOA se concentra gran parte de la producción de limones y pomelos del país, mientras que el NEA (Mesopotamia y el Norte de Buenos Aires) se especializa en la producción de naranjas y mandarinas.

Las principales provincias con citricultura comercial de Argentina, ordenadas por importancia en producción, son las siguientes: Tucumán, Entre Ríos, Salta, Corrientes, Jujuy y Misiones. Siendo Entre Ríos, la principal provincia productora de cítricos dulce de Argentina (Federcitrus, 2014).

La producción de cítricos en la provincia de Entre Ríos, se concentra mayoritariamente en los departamentos de Federación, Concordia y el Norte de Colón, extendiéndose al norte en el departamento de Monte Caseros provincia de Corrientes, conformando en su conjunto la denominada región cítrica del río Uruguay.

Entre Ríos, en el año 2013, contribuyó con aproximadamente un 25% de la producción nacional, siendo sus dos principales especies naranjas y mandarinas, representando un 52% y 65% de la producción de ese año, respectivamente (Federcitrus, 2014).

1. INTRODUCCIÓN

1.1.2.b Variedades.

Las plantaciones que predominan en la provincia de Entre Ríos son: mandarina (47,2%) y naranja (47,8%) en partes iguales, según lo informado en 2013. El pomelo (2,3%) y limón (2,7%) tienen una participación poco significativa (Federcitrus, 2014).

Las principales variedades implantadas en Entre Ríos, pueden observarse en la Tabla 3.

Tabla 3: Principales variedades cítricas plantadas en la provincia de Entre Ríos.

Especie	Variedades	Porcentaje
Naranjas	Valencia late	55%
	Washington navel	10%
	Valencia seedless	9%
	Salustiana	7 %
	Lane late	4 %
Mandarinas	Ellendale	21%
	Murcott	17%
	Comun	17%
	Okitsu	12 %
	Dancy	9 %
	Nova	7 %
	Encore	6 %

Fuente: Elaborado en base a Censo (FECIER, 2004)

Las variedades de naranjas incluidas en la Tabla 3 pertenecen a dos grupos diferentes que presentan características propias y bien

1. INTRODUCCIÓN

definidas. Por un lado se encuentran las naranjas comunes de gran importancia comercial como Valencia late y Salustiana, que se caracterizan por su bajo contenido de semillas, color, sabor y su elevado porcentaje de jugo y azúcares, que sumado a su alta productividad las hace opciones interesantes para el productor citrícola. Por otro lado se encuentran las naranjas de ombligo entre las que se destacan Lane late, Navelina y W.Navel, que son destinadas principalmente al consumo en fresco, de excelente calidad en sabor, tamaño y ausencia de semillas. Por otra parte, las mandarinas se pueden clasificar en Satsumas (Okitsu, Owari), Comunes (Criolla, Montenegrina) e Híbridas (Ellendale, Nova), presentando cada una de ellas características morfológicas, fisiológicas y sensoriales muy diferentes (Anderson, 1996).

1.1.2.c Calendario

En Argentina, la producción de cítricos se extiende casi todo el año (Tabla 4). La cosecha de los frutos se realiza cuando se cumplen con distintas condiciones mínimas establecidas por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA), en lo referente a los parámetros de tamaño, porcentaje de jugo de los frutos y relación de sólidos solubles y acidez (Tabla 5) (SENASA, 2001).

1. INTRODUCCIÓN

Tabla 4: Calendario de cosecha de las variedades de cítricos cultivados en Entre Ríos.

Especie	Variedad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Mandarinas	Satsuma												
	Clementina												
	Nova												
	Dancy												
	Ellenadale												
	Comun												
	Murcott												
	Navel												
	Común												
	Salustiana												
Naranjas	V. late												
													

Fuente FECIER 2013.

1. INTRODUCCIÓN

La cosecha de mandarinas se inicia en febrero con variedades de maduración temprana con fruta de Misiones, incorporándose en marzo y abril las otras regiones productoras. La cosecha finaliza en los meses de octubre y noviembre con variedades tardías, mientras que en diciembre y enero la totalidad de lo que se comercializa es fruta conservada en frío.

Tabla 5: Parámetros mínimos de calidad interna de naranjas y mandarinas.

Característica de calidad	Especie	Mercado	Valor mínimo
Porcentaje de jugo	Naranja	Exportación	40
		Interno	35
	Mandarinas	Exportación	35
		Interno	30
Relación Sólidos solubles / Acidez	Naranja	Exportación	6
		Interno	6
	Mandarinas	Exportación	7
		Interno	7

Fuente FECIER, 2013.

Por su parte, las naranjas inician su cosecha a fines de marzo con variedades tempranas de distintas regiones, en mayo ingresan naranjas de la zona del Río Uruguay y luego del norte de Buenos Aires. La cosecha finaliza en los meses de octubre y noviembre con

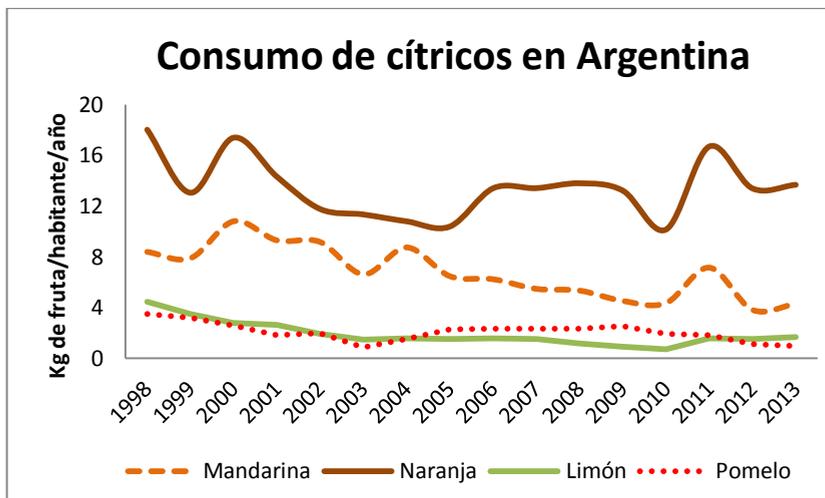
variedades tardías que se destinan a conservación frigorífica (Anderson, 1996).

1.1.4. Destino y consumo de cítricos

La producción nacional de naranjas y mandarinas, cercana a las 860 mil t y 365 mil t para el año 2013, tienen su principal destino en el mercado interno con valores de 63,9 % y de 47,2 % respectivamente. Los otros destinos de los cítricos son: la industria con porcentajes de 16,8 % y 18,4% para naranjas y mandarinas respectivamente, y la exportación que representó un 9,3 % y 24,3 % del total producido para el año 2013. Teniendo en consideración que un 10% del total, se pierde en los procesos de precosecha y postcosecha (Federcitrus, 2014).

La fruta cítrica más consumida en Argentina es la naranja, como se puede observar en la Figura 1, seguida por la mandarina y muy por debajo el pomelo y el limón. El consumo de naranjas tuvo un ligero aumento durante los últimos 10 años, mientras que para mandarina se observó una leve caída en el consumo en igual período.

1. INTRODUCCIÓN



Fuente: Federcitrus, 2014

Figura 1: Consumo de frutos cítricos en Argentina.

Los principales destinos de los cítricos de Entre Ríos en el mercado interno son la zona central del país (Buenos Aires, Santa Fe y Córdoba), como así también los mercados de la Patagonia y de Cuyo.

1.1.5. Situación del sector citrícola argentino

Los mercados internacionales enfrentan una oferta creciente de cítricos y sus derivados, lo que provoca que los compradores incrementen sus requerimientos respecto a la calidad de los productos. Estas exigencias de calidad sanitaria y comercial demandan mayores recursos tecnológicos y económicos

1. INTRODUCCIÓN

(COFECyT, 2014). Esto sumado a las problemáticas sanitarias (amenazas de HLB, mosca de la fruta, etc.) y tecnológicas (variedades, infraestructura, etc.) que enfrenta la producción, dificultan el crecimiento del sector.

Las perspectivas en la comercialización de frutos cítricos frescos en el mercado interno no son alentadoras, debido a que no se observa una tendencia creciente en el consumo de naranjas y mandarinas (Figura 1). Por otra parte, es conocida la competencia de los cítricos con respecto a otros frutales, y de estos con productos elaborados como lácteos y otros postres (Meier *et al.*, 2010). Una posible solución a esta problemática es la promoción del consumo o diferenciar el producto agregándole valor y practicidad para el consumo, ejemplo de ello son los productos mínimamente procesados (PMP) (Meier *et al.*, 2010; Montero-Calderón *et al.*, 2009).

La diversificación de productos cítricos se puede plantear como caminos atractivos para el destino de frutos frescos. Además en Argentina, los cítricos poseen atributos de calidad (color, sabor, proporción de pulpa y relación sólidos solubles/acidez) que le dan ciertas ventajas relativas para su consumo en fresco como también para la elaboración de jugos, bebidas, etc. (COFECyT, 2014).

1. INTRODUCCIÓN

1.2. Procesamiento mínimo de frutas

Los hábitos alimentarios de la población han cambiado marcadamente a lo largo del siglo XX. Mientras en las primeras décadas la comida era una mera fuente de energía, hoy en día constituye un fenómeno sensorial, cultural y social. No sólo se espera satisfacción al comer, sino que contribuya a mejorar nuestra salud y bienestar (Gómez *et al.*, 2007).

Los cambios en los estilos de vida de las sociedades ha llevado a incrementar el número de personas que tienen al menos una comida fuera de la casa (Rocha y Morais, 2007). Este fenómeno también puede estar influenciado por el incremento en el poder adquisitivo, el aumento de la población y disminución de los integrantes de los hogares; además de la necesidad por hacer más eficiente, o reducir el tiempo y los costos para las actividades de comer (preparación, limpieza, etc) (Stewart *et al.*, 2004).

Organizaciones como FAO y USDA, recomiendan el incremento del consumo de frutas y vegetales debido a que disminuyen el riesgo de enfermedades. Por ese motivo es necesario el desarrollo de una dieta variada y equilibrada entre los grupos de alimentos, y en ella, las frutas y verduras son de gran importancia (Artés, 2010; Allende *et al.*, 2006).

A pesar del creciente conocimiento sobre el beneficio para la salud de las dietas ricas en frutas y verduras el consumo de estos,

1. INTRODUCCIÓN

está por debajo de lo recomendado por la OMS, que recomienda unos 400 g diarios de frutas y hortalizas frescas (Artés, 2010; Rico *et al.*, 2007).

En Argentina, el bajo consumo en frutas y hortalizas (cerca de 136 g de hortalizas y 146 g de frutas), se debe a múltiples factores, el alto costo, su poca disponibilidad, la escasa diversidad en la oferta, la falta de propaganda sobre sus beneficios, los daños que presentan rápidamente, la necesidad de preparación previas al consumo y a que se deben consumir en un corto tiempo luego de ser adquiridas (Barbero, 2012).

La necesidad de un producto con apariencia fresca y que satisfaga las necesidades derivadas de cambios recientes en los hábitos de consumo enumerados anteriormente, da lugar a la elaboración y comercialización de productos con procesamiento mínimo. Este tipo de productos permite presentarle al consumidor una gran variedad de opciones en un simple envase en porciones apropiadas a sus necesidades (James y Ngarmsak, 2010)

1.2.1. Definición

La definición de frutos y hortalizas mínimamente procesados (FHMP) no está claramente establecida. Según Willey (1997); las frutas y hortalizas mínimamente procesadas, son aquellas frutas y hortalizas frescas obtenidas mediante la aplicación

1. INTRODUCCIÓN

de diferentes operaciones unitarias de preparación, tales como pelado, cortado, reducción de tamaño, lavado, y que son sometidas a tratamientos parciales de conservación.

Por su parte, Artés en 2010, define productos mínimamente procesado (PMP) como aquellos en que el producto original recibe tratamientos suaves que producen cambios poco notables en sus propiedades deseables como alimento y, en particular, las nutritivas y organolépticas, mejorando su facilidad de utilización o conveniencia. Los PMP quedan sencillamente preparados para el consumo inmediato, con casi idénticas características que el original y solo con la parte comestible, con lo que su aprovechamiento es óptimo.

Según Rolle y Chism, (1987) este tipo de productos están listos para su consumo en fresco, son estables y contienen características muy similares al producto original, permaneciendo el tejido vivo después del procesado. Se utilizan tratamientos físicos simples de preparación, y para su conservación y distribución se someten únicamente a refrigeración. No obstante, algunos investigadores indican que el requisito de que los tejidos continúen estando vivos no es necesario, si la frescura se mantiene (Huxsoll y Bolin, 1989)

Estos productos reciben distintas denominaciones, por ejemplo: productos cuarta gama (4^{ème} Game) en Italia y Francia,

listo para consumir (ready to eat o ready to use), mínimamente procesados (minimally processed, slightly processed o partially processed) en otros países; pero uno de los más comunes en Europa, y en EE.UU., es frescos cortados o recién cortados (fresh cut) (Artés, 2010). En Argentina, se los denomina como productos frescos cortados o IV Gama (Rodríguez, 2013; Wilches, 2009; Sgroppo y Montiel, 2004).

1.2.2. Consumo a nivel mundial

Los FHMP se desarrollaron en EE UU, a mediados de los años 70, siendo el producto básico la lechuga. A principios de los años 80 se expande a Europa especialmente Inglaterra y Francia (Artés, 2010).

El consumo de estos productos ha crecido vertiginosamente en Estados Unidos durante las últimas décadas, incrementándose las ventas de US\$ 3,3 billones en 1999 a US\$ 15,5 billones en 2007, presentando este país el consumo de FHMP más elevado con 30 Kg.habitante⁻¹.año⁻¹ (James y Ngarmsak, 2010).

El mercado europeo de FHMP en el año 2012, estaba evaluado en US\$ 3.000 millones, el que es liderado por el Reino Unido con 12 Kg.habitante⁻¹.año⁻¹, Francia e Italia con 6 y España con 1,5 Kg.habitante⁻¹.año⁻¹ (Pefaur Lepe, 2014). En España, la industria del mínimamente procesado ha aminorado el ritmo de crecimiento que había registrado en los últimos años, el pasado

1. INTRODUCCIÓN

2012 cerró con una progresión del 1,7%. La industria española está sufriendo las consecuencias de la crisis económica, debido a que tanto el consumo hogareño como por los sistemas de hoteles, restaurantes y catering (HORECA) tienen una gran contracción (Aguayo *et al.*, 2013). En España, en el año 2012 del total comercializado 75.340 t, el 96,3% correspondió a hortalizas y solo el 3,7 % a frutas (Aguayo *et al.*, 2013).

En los países de Sudamérica la comercialización de FHMP se encuentra en desarrollo con diferentes grados de progresos (Wilches, 2009), pero el desarrollo dista de los mercados norteamericano y europeo, esto puede deberse a que el consumidor no está acostumbrado a este tipo de productos y el poder adquisitivo de la población, en general, está por debajo comparado al de los consumidores de otras regiones (Gonzales *et al.*, 2004).

En Chile y Brasil varias empresas de frutas y hortalizas mínimamente procesadas son las responsables del mayor volumen de producción (Wilches, 2009) comercializándose un gran porcentaje por los canales de HORECA y el resto por venta directa al consumidor; específicamente en los grandes centros de consumo y restringido a los segmentos de mayores recursos. Por su parte, Colombia debe su desarrollo principalmente al supermercado. Mientras que en Uruguay se estiman que existen unas 7 empresas destinadas a este rubro aledañas a Montevideo que abastecen a los

supermercados con capacidades de 1 a 3 t de materia prima por día (Silveira, 2013).

1.2.3. Procesamiento de frutas y hortalizas en Argentina

El consumidor argentino ha ido tomando conciencia acerca de la relevancia que tiene para la alimentación humana la ingesta de productos frutihortícolas frescos, lo que ha producido un cambio gradual en sus hábitos alimentarios (Sgroppo y Montiel, 2004).

La comercialización de FHMP o IV gama en el mercado argentino es escasa, como así también la información sobre estadísticas de ventas y consumo. Sin embargo diferentes estudios afirman que se está incrementando la oferta y el consumo de frutas y hortalizas con distintos grados de procesamiento (Rodríguez 2013, Donzella, 2011; Wilches, 2009, Alonso y Chiesa, 2009). El Código Alimentario Argentino las define en su artículo 952 tris como Hortalizas y Frutas mínimamente procesadas, dando un marco legal a su preparación, estándares de calidad y comercialización.

El procesamiento mínimo en Argentina se caracteriza en su mayoría por procesos de elaboración del tipo artesanal y poca implementación de tecnología y sistemas de calidad asociados; teniendo su mercado potencial cerca de las principales ciudades, y

1. INTRODUCCIÓN

dentro de las mismas, el público con mayor poder adquisitivo (Wilches, 2009; Sgroppo, 2004).

El principal consumidor de este tipo de productos es la ciudad de Buenos Aires donde se comercializa entre el 60-70% en supermercados, y cerca del 35% se lo realiza por el canal HORECA (Rodríguez, 2013). En Corrientes entre el 70-80% de las ventas de productos mínimamente procesados corresponden a hortalizas (lechuga, zanahoria, espinaca) y un 10-20% corresponden a fruta como melón, manzana, etc. (Rodríguez, 2013). Estudios en Córdoba y Rosario indican que los consumidores valoran como positiva la comodidad y practicidad del producto, y como negativa el precio, desconfianza en la higiene y desconocimiento del origen. Mencionando además al maxikiosco como un punto de venta importante de frutas IV gama. (Mitnik *et al.*, 2013; Barbero, 2012)

1.2.4. Los cítricos mínimamente procesados

La etapa de pelado de los cítricos es uno de los principales factores que limita el consumo como fruto fresco, debido a los inconvenientes que tiene esta operación para los consumidores entre ellos, el olor dejado por los aceites esenciales y la pérdida de jugo (Arrunda *et al.*, 2009).

1. INTRODUCCIÓN

No obstante, los cítricos son frutos que presentan grandes ventajas para el procesamiento mínimo por sus características fisiológicas y morfológicas (Del-Valle *et al.*, 2009; Pretel *et al.*, 1998). Son frutos no climatéricos con bajo metabolismo, que favorecen su procesamiento (Jacomino *et al.*, 2005), su estructura segmentada permite la división de la fruta sin alterar su estructura vesicular (Pretel *et al.*, 1998).

Diversos trabajos de investigación en Argentina y la región, (Barrios *et al.*, 2014; Van de Velde *et al.*, 2013; Meier *et al.*, 2010; Bello *et al.*, 2009; Bello *et al.*, 2008; Arrunda *et al.*, 2008; Pinheiro 2008; Arrunda *et al.*, 2007; Tibola *et al.*, 2006), muestran la viabilidad de este proceso evaluando diferentes tecnologías y aplicadas a distintas especies cítricas, las cuales mantienen no sólo la calidad sensorial sino también las cualidades nutricionales. Estas investigaciones centran su atención al procesamiento enzimático, térmico y manual de los cítricos evaluando parámetros de calidad fisicoquímicos, y su variación con el tiempo de conservación, pero pocas referencias se detallan sobre las modificaciones de la calidad sensorial percibidas por el consumidor y su vida útil.

El procesamiento mínimo de cítricos tiene una serie de operaciones comunes a todas las FHMP, los cuales pueden observarse en la Figura 2.

1. INTRODUCCIÓN



Figura 2: Diagrama de flujo de frutos MP.

1.2.4.a Selección de materia prima

La calidad de la materia prima es un atributo fundamental para el procesamiento mínimo de frutas y hortalizas, debido a que la misma puede ser mantenida pero no mejorada por esta tecnología (Pinheiro, 2008).

Entre los factores que influyen la calidad de la materia prima podemos mencionar: los factores de precosecha (genotipos,

portainjertos, factores climáticos, prácticas culturales), el estado de madurez porque frutos inmaduros son susceptibles a marchitamiento, daños mecánicos y baja calidad sensorial (Bai *et al.*, 2008), mientras que los sobremaduros son blandos, harinosos y con sabor insípido después de la cosecha, y por último factores postcosecha (métodos de cosecha y manejo postcosecha) (Kader, 2006; Watada *et al.* 1999; Watada *et al.*, 1996). En cítricos un ejemplo de ello son los estudios de Pretel *et al.*, (2008); Ismail *et al.*, (2005); que destacan la influencia de la especie, del estado de madurez y características morfológicas en los rendimientos del proceso de pelados enzimático.

1.2.4.b Primer Lavado y Desinfección

Resulta indispensable la etapa de limpieza de los cítricos provenientes de la cosecha. Este lavado generalmente se realiza en líneas de empaque con detergente y cepillos rodantes seguidos de un enjuague con agua por aspersion que evita contaminación cruzada, proceso que reduce cerca de un 80% la carga de patógenos de los frutos (Visintin *et al.*, 2010). Posteriormente se realiza una desinfección por inmersión con agua clorada con una concentración de 200 ppm en tiempos variables de 1 a 5 minutos (Barrios *et al.*, 2014; Karacay *et al.*, 2010a; Pinehiro, 2009).

1. INTRODUCCIÓN

1.2.4.c Pelado

Este proceso es la etapa principal para la obtención de cítricos mínimamente procesados (CMP), y cuyo objetivo es reducir la interacción entre la piel (albedo, flavedo) con la membrana de los gajos, para facilitar la eliminación manual o mecánica posterior (Arrunda, *et al.*, 2009).

Existen distintos métodos para el pelado de frutos, entre ellos el manual, químico, térmico y enzimático. La elección del método dependerá de diversos factores: características de la piel, costos de la operación, volúmenes a trabajar, calidad final del producto utilización posterior de la cáscara, rendimiento de la operación, entre otros.

Tradicionalmente la etapa de pelado de los frutos cítricos se realizaba manual, mecánica o químicamente. Actualmente los métodos descritos en la bibliografía son:

Químico: existen distintas patentes de este método para el pelado de cítricos (Arruda *et al.*, 2009) los cuales se basan en la inmersión de los frutos en compuestos alcalinos (NaOH, alcanolamina, etanolamina, etc.) con tiempos variables de tratamiento de 1 a 60 minutos y combinación de temperaturas que varían entre 20 y hasta 85 °C. Algunos de estos requieren un pretratamiento con agua a ebullición o inmersiones en soluciones ácidas. Estos métodos implican un alto costo en el consumo de

1. INTRODUCCIÓN

agua y un impacto negativo para el medio ambiente debido al uso de agentes cáusticos en el proceso de pelado (Sanchez-Bel *et al.*, 2012; Petrel *et al.*, 1998). Lo enunciado anteriormente sumado a los grandes volúmenes de agua para los aclarados posteriores, llevó a que este proceso no sea utilizado en forma general para el pelado de cítricos.

Manual: es el método utilizado por algunas empresas en Argentina para la preparación de cítricos mínimamente procesado, presentando ventajas como por ejemplo de un bajo consumo de agua, reutilización de las cáscara, baja inversión; y entre las desventajas podemos indicar el alto costo de mano de obra, mayor propensión a la contaminación con microorganismos, impracticable para grandes volúmenes, además del bajo rendimiento.

Enzimático: Este método fue desarrollado y patentado por Bruemmer (1981; *et al.*, 1978) y se basa en la digestión, por medio de distintas formulaciones enzimáticas, de las sustancias pécticas que se encuentran en la pared celular de las plantas. Esta tecnología fue optimizándose y adaptándose a las distintas especies y factores que influyen la calidad del producto final como adherencia de la piel al fruto, de los gajos entre sí, espesor de la piel, entre otros (Petrel *et al.*, 2008).

Este método consiste en una primera etapa de acondicionamiento de la piel de los frutos que permita a la enzima

1. INTRODUCCIÓN

penetrar en el albedo y entre los gajos. Diversos autores evaluaron la forma y el tipo de corte en la piel de distintas especies cítricas para optimizar el pelado dependiendo del tipo de producto deseado, fruto entero o en gajos. (Pagán, 2009; Pretrel *et al.*, 2008). Seguidamente se aplica vacío para introducir la enzima en el fruto, este parámetro es importante debido a que, un exceso de vacío podría colapsar la piel no permitiendo actuar a la enzima y por el contrario un vacío insuficiente no logra un eficaz pelado. Luego se deja a presión atmosférica un tiempo variable de incubación para que actúe la enzima a temperaturas entre 30 y 45 °C, dependiendo del tipo de fruto.

El grado de eficiencia del pelado enzimático está influenciado por las características morfológicas del fruto, la correcta aplicación de vacío, tiempo de incubación, concentración de enzima, pH de la solución, y temperatura.

Térmico: consiste en la inmersión de naranjas preenfriadas a 6 °C en agua a 50 °C por períodos de 8 a 30 minutos (Arrunda *et al.*, 2008; Pinheiro, 2008). Los frutos posteriormente son pelados manualmente, presentando las ventajas de que se reduce el tiempo de pelado con respecto al manual, los gajos presentan menores daños, mejora la apariencia debido a que reduce la presencia de albedo. La temperatura interna de los frutos es de aproximadamente 15 °C al final del proceso. Los investigadores resaltan que no se

1. INTRODUCCIÓN

altera la fisiología ni la calidad fisicoquímica y sabor con este método de pelado (Arrunda *et al.*, 2008; Pinheiro, 2008).

Infusión de agua: este método es similar al pelado enzimático propuesto por Bruemmer pero con la diferencia que se realiza solo con agua y sin la etapa de incubación. La eliminación de la piel de los frutos se realiza inmediatamente después del proceso de infusión. Distintos métodos de presión o vacío (Pao y Petraceck., 1998; Pao *et al.*, 1996), se utilizan para la infusión de agua dentro de los cítricos. Estos estudios demuestran que los tiempos de pelados no provocan diferencias significativas entre estos métodos y los que utilizan enzima; sin embargo cuando se utiliza presión a menudo se presentan regiones de albedo sin hidratar. Las ventajas de este método son una menor pérdida de jugo y mayor firmeza en los gajos con respecto a los tratados enzimáticamente.

1.2.4.d Segundo Lavado

El segundo lavado de los FHMP tiene como objetivo eliminar microorganismos y jugos extracelulares reduciendo de este modo el crecimiento microbiano durante al almacenamiento frigorífico posterior (Ahvenainen *et al.*, 1996). Diversos investigadores informan reducciones de recuentos totales, como también de *Pseudomonas* y enterobacterias psicrotrofas, con valores de 0,5 a 2 log dependiendo del tipo de producto (Pirovani *et al.*, 2006; Saper,

1. INTRODUCCIÓN

1998). Este tratamiento permite además una refrigeración rápida del producto.

1.2.4.e Desinfección

Dependiendo del producto y la tecnología postcosecha utilizada la vida media de los productos mínimamente procesados es de 5 a 15 días. Por este motivo, esta industria utiliza una serie de operaciones físicas o químicas a fin de retrasar las pérdidas de calidad y extender la vida postcosecha de estos productos.

1.2.4.f Envasado y Refrigeración

Los FHMP, si bien mantienen los tejidos vivos, se destruye la estructura original del producto y por tanto se aceleran la senescencia de los tejidos y el crecimiento microbiano, además están desprovistos de su barrera natural de defensa y se incrementa la superficie expuesta de los mismos, debido a ello es necesario para su distribución y comercialización la utilización de envases con atmósferas modificadas y temperatura de refrigeración (Artés *et al.*, 2007; Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2003).

Debido al gran número de factores que influyen esta etapa del proceso, se debe estudiar para cada caso particular, la

combinación de las películas de los envases a utilizar, el tipo y peso del producto y la mezcla de gases (Corbo *et al.*, 2010).

1.3. Factores que disminuyen la vida útil de producto

La calidad de la fruta está compuesta por cuatro atributos primarios 1) color y apariencia, 2) sabor (gusto y aroma), 3) textura y 4) valor nutricional, además de la conveniencia que es uno de los atributos que caracteriza a los PMP (Barrett *et al.*, 2010, Raeger *et al.*, 2004). Los atributos que pueden ser percibidos visualmente son muy importantes en FHMP, debido a que definen la primera compra y permiten al consumidor determinar la presencia o ausencia de alteraciones en la calidad del producto. (Allende *et al.*, 2006). Es por ello que la calidad sensorial de los cítricos mínimamente procesados debe ser evaluada en diferentes condiciones de procesamiento y considerar la adaptabilidad de las distintas especies, a las tecnologías de procesamiento existentes e innovadoras.

Muchos factores influyen la calidad y la seguridad de FHMP, algunos de ellos son similares a los que afectan a frutas frescas (cultivar, prácticas culturales pre-cosecha y las condiciones climáticas, la madurez en la cosecha, y método de cosecha), así como los factores específicos tales como los procedimientos de

1. INTRODUCCIÓN

manipulación, acondicionado, el método de preparación (elementos de corte, el tamaño de las piezas cortadas, y el lavado, la desinfección y la eliminación de humedad de la superficie) y las condiciones de almacenamiento posteriores (embalaje, velocidad de enfriamiento, temperatura y humedad relativa, transporte y distribución) (Kader, 2002).

Las FHMP pierden calidad en los atributos mencionados desde el momento que son elaboradas, por los daños sufridos en su estructura durante su procesamiento. El incremento en la respiración, la producción de etileno, deshidratación, exudados, contaminaciones, pardeamientos y pérdida de textura son algunas de las alteraciones que podemos mencionar como consecuencias de reacciones físicas, químicas o microbiológicas que se dan en estos productos (Rico *et al.*, 2007; Rodríguez *et al.*, 2006). Tanto los microorganismos como las enzimas, son los principales agentes responsables del deterioro de estos productos (Barrado, 2008).

Desde el punto de vista microbiológico, numerosos estudios han demostrado que la mayoría de los microorganismos que se encuentran en FHMP son los mismos que los que se encuentran en la superficie del producto en fresco. Debemos destacar además, que los microorganismos patógenos para humanos no son parte de la población microbiana de frutas y hortalizas fresca y FHMP, pero debido a distintos factores (prácticas de producción,

procedimientos de elaboración y conservación) pueden contaminar el producto. En cítricos se ha demostrado la capacidad que tienen ciertas bacterias patogénicas para sobrevivir en PMP (Caggia *et al.*, 2009; Pao *et al.*, 1998).

La extensión de la vida útil integral (físicoquímica y sensorial) y la seguridad de los productos deben asegurarse mediante una serie de acciones a lo largo de la línea de producción (Artés *et al.*, 2008; Rodríguez *et al.*, 2006). El procesamiento rápido, técnicas de higienización efectivas y la continuidad de la refrigeración son factores importantes que deben estar orientadas en este sentido, realizando evaluaciones puntuales para las distintas tecnologías y especies de productos a elaborar.

1.4. Métodos de desinfección

Diversos trabajos informan la eficacia de distintos tratamientos de higienización o desinfección, pero muchos carecen de interés industrial debido a que se utilizan productos no autorizados así como también dosis y tiempos excesivos (Gil *et al.*, 2009).

Un método de higienización “ideal” debería poseer las siguientes características (adaptado de Barrado, 2008):

1. INTRODUCCIÓN

- Incrementar la seguridad y vida útil del producto inactivando microorganismos patógenos y alterantes.
- No debe disminuir los atributos organolépticos y nutricionales del producto.
- No debe dejar residuos.
- Debe ser barato y de fácil aplicación
- No debe ser objetable por los consumidores

Debido a la dificultad de comparar entre los resultados obtenidos por distintos ensayos, existen diversas fuentes bibliográficas que evalúan distintos métodos de higienización (Gómez-Lopez *et al.*, 2008; Ölmez y Kretzschmar, 2009; Parish, *et al.*, 2003; Saper, 2003) entre los que se incluyen los tratamientos físicos, químicos y sus combinaciones.

1.4.1. Métodos Químicos

Los principales objetivos de los agentes antimicrobianos son prevenir las intoxicaciones alimentarias y la descomposición por microorganismos, cuyos productos finales del metabolismo o enzimas causan malos olores, sabores desagradables, cambios de textura y coloración (Oms-Oliu *et al.*, 2010).

Varios son los desinfectantes que pueden ser utilizados para el lavado de FHMP que ayudan a prevenir alteraciones y enfermedades transmitidas por alimentos.

1.4.1.a Ácidos Orgánicos

Estos compuestos principalmente, ácido cítrico, málico y acético, entre otros, están reconocidos por la FDA como sustancias GRAS (Generalmente Reconocidas como Seguras), y se han utilizado tradicionalmente en la industria alimentaria en general; y en particular las FHMP lo usan en el agua de lavado, debido a su influencia sobre el pH, lo que tiene un fuerte impacto en la supervivencia y el crecimiento de los microorganismos (Ölmez, 2009). En general, las bacterias prefieren un pH cercano a la neutralidad (6,5 a 7,5), pero toleran un rango de 4 a 9. Por su parte las levaduras son más tolerantes que las bacterias a los valores de pH, mientras que los mohos pueden crecer en una amplia gama de pH (Raybaudi-Massilia, 2009).

El rango de acción y efectividad de los antimicrobianos depende de varios factores: a) tipo, género, especie y cepa del microorganismo que se desea controlar, b) factores ambientales: pH, actividad acuosa, temperatura, composición de la atmósfera, carga microbiana inicial y acidez del sustrato (Raybaudi-Massilia, *et al.*, 2006); c) tipo de sustancia con el que se esté trabajando

1. INTRODUCCIÓN

(propiedades químicas, pKa, solubilidad, volatilidad, relación hidrófilo-lipofílico), además de su concentración y del tiempo de contacto con el producto, que son generalmente elevados, de 5 a 15 minutos, para lograr reducciones microbianas significativas (Ölmez y Kretzschmar, 2009).

Diversos estudios demuestran la efectividad de los ácidos orgánicos en FHMP para inhibir o reducir las poblaciones de microorganismos patógenos o alterantes (Raybaudi-Massilia *et al.*, 2009). El ácido cítrico es utilizado como agente antimicrobiano en soluciones acuosas para distintos microorganismos patógenos y alterantes en lechuga (Akbas y Ölmez, 2007; Francis y O'Beirne 2002), en manzanas (Rocha *et al.*, 1998), en bananas (Moline *et al.*, 1999), como así también el sorbato de potasio (Raybaudi-Massilia y D'Amore, 2013; Ulloa *et al.*, 2010; Lafuente, 2007) en cítricos y jaca IV gama. Por su parte el ácido ascórbico redujo poblaciones de *Salmonella* y *Escherichia coli* en manzanas (Derrickson-Tharrington *et al.*, 2005; DiPersio *et al.*, 2003); y en combinación con sorbato de potasio redujeron 1 ciclo log el recuento de microorganismos en ensaladas (Nguyen-the *et al.*, 1994).

El ácido cítrico presentó reducciones significativas en recuentos de microorganismos alterantes y patógenos en gajos de cítricos (RAEA, 2007; Pinnavaia, 2007; Pao, 1997). Este tipo de tecnología es de fácil aplicación, bajo costo, y presenta un buen

1. INTRODUCCIÓN

control de microorganismos supervivientes durante el almacenamiento, además de su posibilidad de combinación con otras tecnologías.

Ciertos investigadores indican algunas desventajas en el uso de estos productos, entre las que podemos mencionar: las reducciones alcanzadas por estos tratamientos son solo iniciales, luego del almacenamiento los recuentos son similares con el control (Nguyen-The *et al.*, 1994), no presentan grandes diferencias con lavados mecanizados realizado con agua sola (Gil *et al.*, 2009), transferencia de sabores al producto y elevada transferencia de materia orgánica al agua de lavado, lo que impacta negativamente en el medio ambiente (Ölmez y Kretzschmar, 2009). Esto sumado a la presión de los consumidores a eliminar los compuestos de síntesis en los productos frescos (Lancioti *et al.*, 2004), hace necesaria la búsqueda de nuevas alternativas para reemplazar o disminuir su uso.

1.4.1.b Hipoclorito de sodio

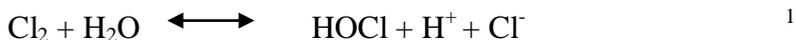
Podríamos considerar que el cloro es el desinfectante químico más utilizado en la industria de productos frescos y mínimamente procesados (Kompal *et al.*, 2013; Ölmez y Kretzschmar, 2009; Rico *et al.*, 2007; Pirovani *et al.*, 2006). Probablemente no existirían los productos cuarta gama sin el cloro, debido a que cerca

1. INTRODUCCIÓN

de un 80 de las industrias lo utilizaba especialmente en el agua de lavado (Gil *et al.*, 2009).

Desde hace muchos años numerosos estudios han demostrado la eficiencia del cloro y sus derivados como método de desinfección en la industria de productos mínimamente procesados. Estos trabajos demuestran que enjuagues con cloro pueden disminuir la carga bacteriana en valores que van de menos de 1 log (UFC).g⁻¹ hasta 3,15 log UFC.g⁻¹ (Nthenge *et al.*, 2007; Akbas y Olmez, 2006; Beuchat *et al.*, 2004; Escudero *et al.*, 1999), dependiendo del método de inoculación, la concentración de cloro, el tiempo de contacto y el tipo de bacteria estudiada.

Este desinfectante actúa como un fuerte agente oxidante el cual adicionado al agua forma las siguientes sustancias:



La acción desinfectante está asociada específicamente al ácido hipocloroso y en menor medida al ion hipoclorito presentes de acuerdo a la ecuación de equilibrio:



El cloro generalmente es aplicado en la forma de hipoclorito de sodio debido a sus bajos costos, rápida acción, facilidad de manejo y su efectividad sobre un amplio espectro de microorganismos. Es utilizado en agua en concentraciones de 50 a

1. INTRODUCCIÓN

200 ppm en contacto con el producto en tiempos menores a 5 minutos (Francis y O'Beirne, 2002; FDA/CFSSAN, 1998).

Cuando se disuelve cualquier hipoclorito en agua sus compuestos están en equilibrio según la reacción inversa (2), y este equilibrio entre sustancias químicas depende entre otras cosas del pH del agua y el contenido de materia orgánica. Por este motivo es importante monitorear el pH del agua de lavado debido a que la reacción es muy sensible a pequeños cambios de este parámetro.

Los valores bajos de pH permiten que el ácido hipocloroso se encuentre en una gran proporción, pero por debajo de pH 6 el cloro es inestable y se volatiliza, resultando en un serio riesgo para la salud de los operarios, además de los problemas de corrosión que se presentan en los equipos de procesamiento. A pH 6,5 el ácido hipocloroso está presente aproximadamente en un 95%, mientras que solo el 5% es hipoclorito. Mientras que llegando a un pH de 7,5 ambas sustancias se encuentran en un 50 %. Si el pH sigue aumentando, la proporción de ácido hipocloroso disminuye hasta el punto que a pH 9 solo encontramos pequeñas cantidades. Por tal motivo es conveniente mantener un rango de pH de 6,5 a 7,5 para alcanzar una eficaz relación entre poder desinfectante y seguridad de los trabajadores.

Los pequeños procesadores de productos frescos cortados de Argentina continúan utilizando soluciones de hipoclorito de sodio

1. INTRODUCCIÓN

en la etapa de lavado-desinfección por cuestiones de facilidad de manejo y costo (Pirovani *et al.*, 2006), a pesar de ser cuestionado por la formación de compuestos organoclorados de conocida o potencial capacidad carcinogénica o mutagénica tales como cloroformo o ácidos haloacéticos entre otros, como consecuencia de la reacción del cloro con la materia orgánica (Tomás-Callejas, 2012; Ölmez y Kretzschmar, 2009; Hrudey, 2009; WHO, 2009). Sin embargo, otros investigadores indican, que la presencia de productos de reacción del cloro con la materia orgánica en las FHMP después del lavado es insignificante, como también que el producto lavado con dosis óptimas de hipoclorito contenían menos cloro y subproductos de formación del cloro que un vaso de agua potable (COT, 2007 en Gil *et al.*, 2009; Klaiber *et al.*, 2005).

1.4.1. Métodos Físicos

Algunas de las preocupaciones de la industria de FHMP son, las limitaciones legales y la opinión pública sobre el uso de cloro en su forma habitual para la desinfección, el desafío de disminuir el consumo de agua y las descargas de aguas residuales (Keskinen, 2009; Ölmez y Kretzschmar, 2009). Esto ha llevado a incrementar los esfuerzos para identificar y evaluar nuevos agentes y métodos alternativos de desinfección.

1.4.2.a Agua caliente

Los tratamientos térmicos permiten minimizar el crecimiento de patógenos, reducir los recuentos microbianos y el daño por frío, controlar plagas cuarentenarias y conservar la textura en frutas y verdura frescas y FHMP, logrando mejorar la calidad y la vida útil del producto (Gómez-López, 2012; Lurie, 1998).

Diversos trabajos han descrito el modo de acción de los tratamientos térmicos sobre los microorganismos, y los efectos sobre las frutas y verduras. Su influencia sobre los atributos de: calidad fisiológica (síntesis de proteínas, respiración y producción de etileno, pérdida de peso), calidad sensorial (textura, color, sabor) y calidad nutricional (Gómez-López, 2012; Shlomo y Fallik, 2009). La mayoría de estos trabajos se centran en productos frescos o FHMP como manzanas, peras, melones, lechuga, y es escasa la información con respecto a cítricos con procesamiento mínimo.

Normalmente se utilizan temperaturas de 45-70°C por períodos que van desde unos pocos segundos hasta varios minutos (Lamikanra *et al.*, 2004; Fallik 2004; Abreu *et al.*, 2003) dependiendo del tipo de producto y el objetivo buscado.

Estos tratamientos pueden reemplazar o disminuir el uso de agentes desinfectantes químicos, pero presentan ciertas desventajas como ser la sensibilidad de los frutos a las temperaturas, lo que

1. INTRODUCCIÓN

depende de factores como especie, genotipos, etc., como así también de lograr una dosis de tratamiento acorde al producto.

1.4.2.b Radiación UV-C

La energía ultravioleta (UV) es una radiación no ionizante con propiedades germicidas, que se encuentra en el espectro electromagnético en el rango de longitudes de onda desde 100 a 400 nm. La región UV puede dividirse en distintas secciones como puede observarse en la Figura 3.

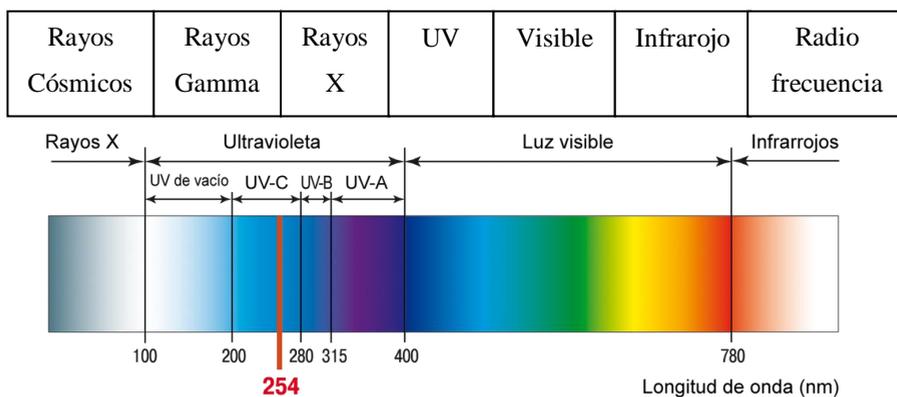


Figura 3: Espectro electromagnético de radiaciones UV.

La radiación UVA es la más abundante en la tierra y es la responsable del cambio de color en la piel por favorecer la síntesis de melanina. La UV-B o de onda media puede ser responsable del

1. INTRODUCCIÓN

cáncer de piel. La radiación más efectiva en la preservación de alimentos es la UV-C o radiación UV de alta energía en el rango de 200-280nm; específicamente el mayor efecto germicida está centrado entre los 250 y 270nm. Las lámparas utilizadas en la industria para la desinfección de productos emiten a 254nm.

La UV no tiene una gran capacidad de penetración por lo que debe utilizarse en la desinfección superficial. En este sentido se ha propuesto el uso de la luz UV-C para la desinfección de superficies de FHMP (Yaun *et al.*, 2004, Allende y Artés, 2003a,b; Marquenie *et al.*, 2002; Erkan *et al.*, 2001). Estos tratamientos de desinfección consisten en exponer los productos a lámparas con un máximo de emisión en 254 nm en cámaras durante un período de tiempo determinado.

La eficacia de UV-C parece ser independiente de la temperatura en el intervalo de 5-37 °C (Artes *et al.*, 2009) pero depende directamente de la dosis aplicada. La irradiancia o intensidad de irradiación se expresa en Watt m⁻², mientras que la dosis es expresada en J m⁻². El dosaje de UV es función de la irradiancia y el tiempo de exposición y puede calcularse como:

$$D = I * t \quad (1)$$

D: Dosis: (J m⁻²)

I: Irradiancia (Watt m⁻²)

t: Tiempo de tratamiento

1. INTRODUCCIÓN

Diversos trabajos informan que la radiación UV-C en el rango de 0,5 a 20 kJ.m⁻² inhibe el crecimiento microbiano mediante la alteración de los procesos de síntesis celular, e informan el modo de acción sobre los distintos microorganismos y los factores que influyen su eficacia; además de detallar los efectos sobre la calidad fisicoquímica y sensorial de los productos que provoca este tratamiento de desinfección. (Gómez-López, 2012; Artes *et al.*, 2009; Guerrero-Beltrán y Barbosa-Cánovas, 2004).

Numerosos trabajos han informado los efectos de la irradiación UV-C sobre microorganismos en productos frescos o en mínimamente procesados; entre los primeros podemos mencionar el control de hongos como *Botrytis cinérea* en frutillas (Baka *et al.*, 1999), *Monilinia fructícola* en durazno, *Penicillium digitatum* en mandarinas, *Rhizopus stolonifer* en tomate y batata (Stevens *et al.*, 1997), *Colletotrichum* en arándanos (Perkins-Veazie *et al.*, 2008), y *Monilinia fructícola* y *Alternaria* spp en duraznos y peras (Li *et al.*, 2010). Otros hongos fitopatógenos que han mostrado susceptibilidad frente a la UV-C son *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium corylophilum* y *Eurotium rubrum* (Begum, *et al.*, 2009). También se pueden mencionar en productos frescos el control de *Salmonella* spp y *E coli* estudiado por Yaun en 2004, alcanzando reducciones para *E coli* cercanas a 3,3 log de UFC.g⁻¹ con una dosis de 24 mW.(cm²)⁻¹ en manzanas; 2,19 log para

1. INTRODUCCIÓN

Salmonella spp en tomates; y de 2,65 – 2,79 log en hojas de lechuga para *Salmonella* y *E coli* respectivamente.

La radiación UV-C es aplicada como método de desinfección en PMP a escala comercial, y a nivel experimental está demostrada su efectividad en varios productos: melones, zuquinis, lechugas, zanahorias, entre otros (Gómez-López, 2012, Manzocco *et al.*, 2011a,b; Rivera-Pastrana *et al.*, 2007). Su uso en cítricos está documentado y estudiado para producto fresco donde se observan efectos sobre los patógenos y sobre los frutos.

La dosis UV-C debe ser optimizada para cada tipo de fruta o verdura, e incluso para cada nueva variedad o cultivar. En algunos casos la dosis requerida para lograr los resultados deseados cambia con la etapa de maduración y durante la temporada de cosecha (D`hallewin *et al.*, 2000)

1.4.3. Combinación de métodos de desinfección

La vida útil de las frutas y verduras mínimamente procesadas está influenciada por diversos factores tales como el alto grado de manipulación y mezcla del producto, la liberación de fluidos celulares durante el corte o de maceración, el alto contenido de humedad del producto, la ausencia de un paso letal para los patógenos, y el potencial abuso de temperatura en el procesamiento, el almacenamiento, el transporte y de venta al

1. INTRODUCCIÓN

consumidor, todos estos factores mejoran el potencial de los patógenos de sobrevivir y crecer en el producto final (López-Gómez, 2012). Esto sumado a la preferencia de los consumidores por productos con características de fresco y microbiológicamente seguro y estable, ha llevado al desarrollo del concepto de métodos combinados (Alzamora, 2000).

La tecnología de combinación o barreras es el uso de múltiples técnicas de inhibición en dosis que individualmente resultarían subletales, pero que conjuntamente tienen una alta eficacia inhibitoria frente a microorganismos alterantes y/o patógenos (Barrado, 2008). El objetivo principal del uso de estas técnicas de conservación es prolongar la vida útil y disminuir los efectos perjudiciales sobre los atributos de calidad de los productos (Parish *et al.*, 2003).

La eficacia de los métodos de conservación combinados depende normalmente de los tipos de tratamiento, el tipo y la fisiología de los microorganismos, características superficiales de los productos, el tiempo de exposición y la concentración de limpiador y/o desinfectante, pH y temperatura entre otros (Ramos *et al.*, 2013). Esta tecnología busca situar al microorganismo en un medio hostil para inhibir su crecimiento o reducir su supervivencia. Los fenómenos de homeostasis, agotamiento metabólico y

1. INTRODUCCIÓN

reacciones de estrés están muy relacionados con este método de conservación (Barrado, 2008).

La selección de la combinación de tecnologías debe adaptarse cuidadosamente a los atributos de calidad de cada producto. Según Leistner (2000), hay más de 60 posibles tecnologías para los alimentos que mejoran la estabilidad y/o calidad de los PMP. Es así que podemos encontrar trabajos que combinan ácidos orgánicos con otras tecnologías (agua electrolizada, tratamientos térmicos, etc.) para mejorar los efectos antimicrobianos en FHMP y o jugos (Rahman, 2011; Davidson *et al.*, 2005); y otras combinaciones como UV-C con calentamientos o atmósferas modificadas para el control de patógenos (Civello *et al.*, 2007, López-Rubira, *et al.*, 2005), entre otros.

Por este motivo la selección de la mejor combinación de tecnologías de desinfección ecoinnovadoras, deben realizarse teniendo en cuenta las condiciones del producto, las posibilidades económicas y tecnológicas de adopción, como así también su impacto ambiental. Obteniendo un producto de alta calidad y seguridad acorde a la demanda de los consumidores.

1. INTRODUCCIÓN

1.5. Estudios de factores que influyen la calidad de cítricos mínimamente procesados

A nivel nacional diversas investigaciones se han realizado (Bello *et al.*, 2014; 2009; 2008; Van de Velde *et al.*, 2013) evaluando la calidad fisicoquímica y nutricional del procesamiento mínimo de naranjas y mandarinas con frutos cítricos de la región, centrándose estos estudios en las alteraciones de los frutos debido al proceso de pelado enzimático. Por su parte en otros países de la región, como Uruguay y Brasil, se evaluaron no solo tratamientos de pelado enzimáticos sino también bajo vacío, térmico y manual (Barrios *et al.*, 2014; Pinhero, 2009; Arrunda *et al.*, 2008; Donadon *et al.*, 2004) obteniendo buenos resultados en la calidad del producto final. A nivel internacional, numerosos estudios demuestran la posibilidad de aplicar distintas tecnologías de procesamiento mínimo para obtener cítricos mínimamente procesados. Estas investigaciones estuvieron orientadas principalmente a la etapa de pelado realizada enzimáticamente, evaluando distintas variables del proceso que influyen la calidad del producto final.

En lo referente a la materia prima se han estudiado la respuesta de distintas especies principalmente naranjas (Sanchez-Bel *et al.*, 2012; Pretel *et al.*, 2007; Pinnavaia *et al.*, 2006; Ismail *et al.*, 2005) y pomelos (Petrel *et al.*, 2008; Rouhana y Mannheim, 1994; Tarter y Singh, 1994) y en menor medida, mandarinas (Petrel

1. INTRODUCCIÓN

et al., 2008; D'Aquino *et al.*, 2003; Piga *et al.*, 2002) y limones (Artés-Hernández *et al.*, 2007). Se puede observar que la mayoría de los trabajos se centran en naranjas del grupo común y son escasos los trabajos que hacen referencias al grupo de las Navel u ombligo (Petrel *et al.*, 2007). Si bien, los frutos cítricos en general son adecuados para el pelado enzimático debido a que tienen una piel extremadamente porosa, la cual varía con la especie y la variedad (Petrel *et al.*, 1998); es necesario un estudio específico para cada variedad morfológicamente distinta dependiendo del tipo de pelado que se desea adoptar.

Con respecto al proceso, como indicamos anteriormente la etapa de pelado es la más importante en la elaboración de cítricos mínimamente procesados desarrollándose diversas técnicas y patentes. Se evaluaron distintas condiciones del proceso de pelado enzimático: pH, temperatura, concentraciones de enzimas, tipos de enzimas tiempos de procesos. Como así también variables de proceso para el pelado con infusión a vacío (Pao y Petracek, 1998; Pao *et al.*, 1996), térmico y manual (Arrunda 2009, Arrunda *et al.*, 2008;). Estos trabajos centran su investigación en los cambios fisicoquímicos y nutricionales del producto realizando evaluaciones parciales de la calidad sensorial de los cítricos y como son influenciadas por la etapa de pelado. Solo algunos de ellos realizan evaluaciones orientadas a la calidad del producto desde el punto de

1. INTRODUCCIÓN

vista del consumidor, quien valoriza los atributos sensoriales de manera sustancial para su primera decisión de compra y posterior elección.

La etapa de desinfección en la mayoría de los trabajos utiliza la inmersión en cloro previa y/o posterior a la etapa de pelado como método para disminuir los riesgos microbiológicos. No obstante, algunos estudios utilizan la inmersión en ácidos orgánicos para este mismo propósito. Así mismo, otro método de conservación investigado son las atmosferas modificadas las que se encuentran bien documentadas (Rapisarda *et al.*, 2012; Karacay *et al.*, 2010a,b; Lafuente *et al.*, 2007; Pretel *et al.*, 1998). Mientras que son mínimas las investigaciones que buscan otros tratamientos de desinfección como el agua caliente o la radiación UV-C. Esta última fue evaluada en cítricos con procesamiento mínimo, desde el punto de vista de la influencia en las propiedades nutricionales, pero con escasas información de sus efectos como método de desinfección (Shen *et al.*, 2013; Plaza *et al.*, 2011; Del Caro *et al.*, 2004).

Por lo enunciado anteriormente, el presente trabajo plantea estudiar las variables del proceso que influyen la calidad de naranjas y mandarinas con procesamiento mínimo.

1.6. Justificación del trabajo

El procesamiento mínimo de cítricos en Argentina se presenta como una alternativa viable para el agregado de valor de una producción regional como la citricultura, de ágil incorporación tecnológica y económicamente accesible, para empresas con distintos grados de desarrollo. Esta situación requiere una investigación que permita obtener un nuevo producto, evaluando las variables del proceso más relevantes en la calidad final de los cítricos mínimamente procesados como son: la materia prima, disponible en la región, y las etapas más relevantes del proceso, el método de pelado y la desinfección.

Este estudio plantea la evaluación de dos variedades de naranjas pertenecientes a distintos grupos. Naranja Salustiana, del grupo de naranjas Común; y naranja Navelina perteneciente al grupo de Ombligo. Mientras que para mandarinas se estudiarán dos híbridos morfológicamente distintos, Nova y Ellendale, todas de gran importancia en la producción regional.

La influencia del método de pelado en los atributos de calidad de los cítricos se evalúa tomando como referentes aquellas tecnologías de bajo impacto tanto tecnológico, ambiental y económica. Entre ellas el pelado manual, usado actualmente por las empresas que comercializan PMP con cítricos, que es de bajo impacto tecnológico y ambiental, pero con inconvenientes

1. INTRODUCCIÓN

económicos. Y los métodos alternativos como el enzimático y el pelado por infusión a vacío de agua a temperatura intermedia.

El conocimiento de los microorganismos alterantes más relevantes de los cítricos mínimamente procesados permitirá determinar el o los tratamientos de desinfección adecuados, como también las dosis necesarias para su control, minimizando las alteraciones en los atributos de calidad y asegurando la inocuidad del mismo.

OBJETIVOS

2. OBJETIVOS

El objetivo general de este trabajo fue evaluar la influencia de distintas etapas del procesamiento en la calidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de naranjas y mandarinas mínimamente procesadas. En este sentido, se plantean los siguientes objetivos específicos.

- Evaluar la influencia de diferentes métodos de pelado en las características fisicoquímicas y sensoriales de distintas variedades de naranjas y mandarinas.
- Identificar género y especie de microorganismos alterantes presentes en gajos de cítricos minimamente procesados.
- Evaluar distintos métodos de desinfección para el control de microorganismos en cítricos mínimamente procesados.
- Analizar el efecto de la combinación de distintos métodos de desinfección en la reducción de la carga microbiana y su influencia en la calidad de gajos de cítricos minimamente procesados.

2. OBJETIVOS

MATERIALES

y

MÉTODOS

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. FRUTOS

Los frutos destinados a los ensayos fueron recolectados de lotes experimentales de la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, ubicado en el Departamento de Concordia, Entre Ríos.

Los frutos se cosecharon por corte del pedúnculo con alicate al ras evitando dañar la corteza, Se descartaron aquellos que presentaron daños superficiales o imperfecciones, y se clasificaron por tamaño en un equipo de cinta y rodillos.

Para los distintos ensayos se trabajaron con frutos cítricos de distintas especies y variedades. A continuación se enumeran las distintas variedades utilizadas en los ensayos de pelado y desinfección.

3.1.1. Métodos de pelado

Se seleccionaron 50 frutos del mismo calibre por cada tipo de pelado a estudiar. Se tomó una muestra de 15 frutos los que fueron separados en 3 repeticiones de 5 para realizar los ensayos analíticos iniciales de índice de madurez y porcentaje de jugo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1a Cosechas de naranjas

Se estudió la influencia de tres métodos de pelado en dos variedades de naranja, para ello se realizaron dos cosechas de naranja *Citrus sinensis* (L.) Osb. var. "Navelina", perteneciente al grupo de Ombligo, que presenta un fruto de forma ovoide, con un espesor y textura de la piel similar a otras variedades de naranjas Navel. En Entre Ríos, sus parámetros de calidad cumplen los requisitos para la cosecha desde mediados de abril. (Anderson, 1996; Saunt, 1990). Las fechas de cosecha y pesos promedio de los frutos de ambas variedades se pueden observarse en la Tabla 6.

Tabla 6: Fechas de cosecha y peso de naranjas.

Variedad	Cosecha	Fecha	Peso
Navelina	1°	28/06/2011	174,2 ± 12,5 g
	2°	21/07/2011	197,5 ± 13,8 g
Salustiana	1°	15/04/2011	147,4 ± 9,4 g
	2°	05/07/2011	183,3 ± 7,6 g.

La segunda variedad de naranja estudiada fue *Citrus sinensis* (L.) Osb var. "Salustiana". Esta variedad tiene una excelente calidad, es un fruto sin semilla (atributo muy valorado por el consumidor), con una cáscara gruesa, pulpa jugosa, tierna y agradable sabor (Anderson, 1996).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.1.b Cosecha de mandarinas

Se evaluó mandarina Nova que es un híbrido entre Clementina fina y tangelo Orlando (Pomelo Duncan \times Mandarina Dancy). Esta mandarina tiene una cáscara muy lisa y fina, pegada a los gajos, lo que dificulta su pelado sobre todo al comienzo del período de maduración. La pulpa es firme, de color anaranjado intenso y de un sabor dulce característico. La relación sólidos solubles/acidez es equilibrada. Las fechas de cosecha y peso promedio de los frutos de ambas variedades se pueden observarse en la Tabla 7.

Tabla 7: Fechas de cosechas y peso de mandarinas

Variedad	Cosecha	Fecha	Peso
Nova	1°	28/06/2011	122,3 \pm 7,5 g
	2°	11/07/2012	140,1 \pm 8,8 g
Ellendale	1°	21/07/2011	138,2 \pm 6,8 g
	2°	09/09/2011	206,8 \pm 19,5 g

La segunda variedad que se estudio fue el tangor Ellendale (*Naranja \times mandarina hibrida*). Estos frutos no tienen semillas, de tamaño mediano grande, con pulpa y jugos de excelente color y sabor, con una relación dulzor /acidez muy alta y equilibrada y de fácil pelado, presentando la característica que los frutos

3. MATERIALES Y MÉTODOS

sobremaduros se separa la cáscara de los gajos (Anderson, 1996; Saunt, 1990)..

3.1.2. Métodos de desinfección

3.1.2.a Estudio de la flora alterante

Los estudios de la flora alterante se realizaron en naranja de la variedad Valencia late las que fueron cosechadas el día 15/02/2012. Los ensayos se realizaron el día 08/03/2012, probándose distintos métodos de desinfección. El índice de madurez de los frutos fue de 12,9.

3.1.2.b Métodos de desinfección

Tanto los ensayos de desinfección químicas que se evaluaron (ácido cítrico, sorbato de potasio, benzoato de sodio y hipoclorito de sodio) como los físicos (inmersión en agua caliente e irradiación UV-C), se llevaron a cabo en gajos de mandarina Ellendale y de naranjas de dos variedades: Salustiana, y Valencias seedless. Los índices de madurez de los frutos fueron $11,9 \pm 1,3$ para mandarinas, $11,1 \pm 0,2$ para naranja Salustiana; de $12,9 \pm 0,5$ para Valencia Seedless. El detalle de las condiciones y dosis de tratamientos de desinfección se desarrollan en el apartado 3.2.3.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.2.c Métodos combinados

Frutos de la variedad Valencia late cosechados el 28/10/2013, con un índice de madurez de $12,9 \pm 0,5$ fueron los utilizados en los ensayos de combinación de métodos de desinfección e influencia en la calidad. El detalle de las condiciones y dosis de tratamientos de desinfección se desarrollan en el apartado 3.2.4.

3.2. EXPERIMENTOS

3.2.1. Métodos de pelado

Los frutos luego de ser clasificados y seleccionados, fueron lavados y cepillados con detergente neutro en una línea experimental de procesamiento de cítricos de la Sección Postcosecha de la EEA Concordia. Seguidamente se desinfectaron por inmersión por un período de 1 minuto, con solución de hipoclorito de sodio a una concentración de 200 mg de cloro.L⁻¹. Luego, los frutos fueron pelados en forma manual, por infusión térmica y enzimáticamente (Figura 30 del Anexo 1):

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1.a Pelado Manual

Se realizó por medio de dos operarios con ayuda de cuchillas de acero inoxidable, se pelaron los frutos eliminando el flavedo y el albedo cuidando de no provocar heridas en los gajos. Seguidamente se separaron los frutos en gajos, los que recibieron una inmersión de 1 minuto en agua potable. Luego fueron secados en un escurridor manual giratorio por un período de 30 segundos.

Posteriormente se envasaron 200 g de gajos en cada una de 10 bandejas plásticas, se cubrieron con polietileno de 15 micras y se llevaron a cámaras de conservación a 5 °C durante 24 horas para su posterior análisis.

3.2.1.b Pelado por Infusión a vacío con calor

Las naranjas y mandarinas fueron rasgadas manualmente en la totalidad de su corteza con cuchillas que provocaron cortes de 3 a 5 mm de profundidad. Seguidamente los frutos se colocaron en un equipo de acero inoxidable que permite la aplicación de vacío y el control de la temperatura (Figura 4), donde se realizaron 4 ciclos alternados de 1 minuto a 600 mm Hg de vacío en agua a 55° C.

3. MATERIALES Y MÉTODOS



Figura 4: Equipo experimental para el pelado de cítrico.

Posteriormente, los frutos fueron inmersos en recipientes con agua potable por 1 minuto a 15 °C para lograr su enfriamiento. Finalmente fueron desgajados manualmente y escurridos en un centrifuga manual por un período de 30 segundos. Se envasaron 200 g de gajos en cada una de 10 bandejas plásticas (Figura 31 A del Anexo 1), se cubrieron con polietileno de 15 micras y se llevaron a cámaras de conservación a 5 °C durante 24 horas para su posterior análisis.

3.2.1.c Pelado Enzimático:

Los cítricos de las distintas variedades fueron rasgados en forma manual en la totalidad de su corteza con cuchillas que provocaron cortes de 3 a 5 mm de profundidad. Los frutos fueron procesados en forma similar a los frutos pelados por infusión

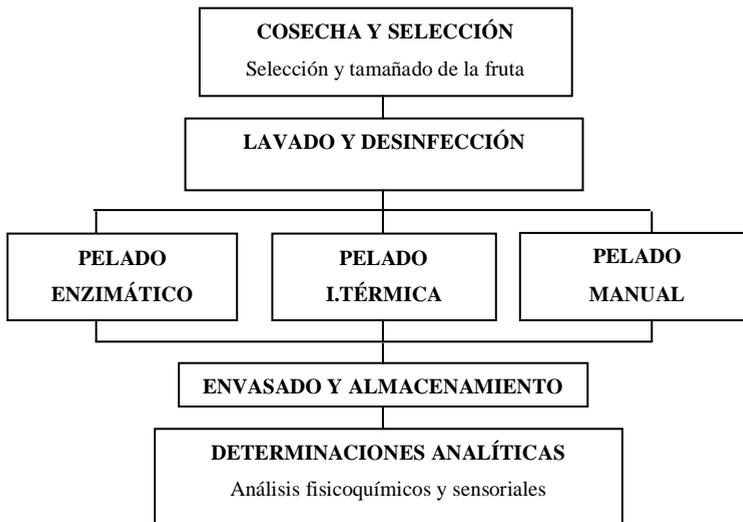
3. MATERIALES Y MÉTODOS

térmica sometiéndose a condiciones de 4 ciclos alternados de 1 minuto a 600 mm Hg de vacío en un caldo con un producto comercial de la marca Milar (Milarex HPL 60) a 45°C de temperatura y con un pH de la disolución ajustado a 4,5 con ácido cítrico.

Este producto comercial está desarrollado a base de pectinasas para la degradación parcial de la pectina. Se obtiene a partir de una cepa no modificada genéticamente de *Aspergillus Niger*. MILAREX HPL 60® esta estandarizada a una actividad no menor de 350 u/ml. PGDNS Assay. (aprox. 80 / 90000 AJDU/ml).

Seguidamente los cítricos fueron acondicionados manualmente eliminando restos de flavedo y albedo; se realizó una inmersión en agua potable por 1 minuto a 15 °C para lograr su enfriamiento. Finalmente fueron desgajados manualmente y escurridos en una centrifuga manual por un período de 30 segundos. Se envasaron 200 g de gajos en bandejas plásticas (Figura 31 B del Anexo 1), y se cubrieron con polietileno de 15 micras. Se llevaron a cámaras de conservación a 5 °C durante 24 horas para su posterior análisis.

DIAGRAMA DE PROCESO PARA EL ESTUDIO DEL TIPO DE PELADO



3.2.2. Identificación de microorganismos

3.2.2.a Flora alterante

Se realizaron recuentos de la flora alterante de frutos cítricos mínimamente procesados sometidos a diferentes tratamientos de desinfección. Para ello se obtuvieron gajos cítricos según la metodología detallada en el apartado (3.2.1.c). Seguidamente se realizaron distintos tratamientos de desinfección.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Los tratamientos evaluados fueron: ácido cítrico $1.000 \mu\text{g.L}^{-1}$; hipoclorito de sodio 50 mg.Kg^{-1} (ambos tratamientos se detallan en el apartado 3.2.3.a) y UV-C, $3,5 \text{ kJ.m}^{-2}$ (metodología detallada en el apartado 3.2.3.b.2). Luego de cada tratamiento los gajos se almacenaron a 5°C en bandeja plásticas de 200 g recubiertas con bolsas de polietileno desinfectadas con alcohol etílico al 98 %, y fueron almacenadas en cámaras de conservación durante 5 días.

En la evaluación de cada método de desinfección, se utilizó un tratamiento con agua potable pH 6,7 como testigo. En la evaluación de sustancias de inmersión se utilizó como neutralizante 100 mL de agua potable durante 1 minuto, luego de cada tratamiento, seguidamente se escurrió el exceso de agua con secador manual. Para el recuento de microorganismo se tomaron muestras por triplicado, del tratamiento y su testigo, y de cada muestra se realizaron 3 siembras en placas de agar papa glucosado (APG), (metodología detallada en el apartado 3.3.10).

3.2.2.b Identificación de cepas alterantes

Los cultivos de mayor abundancia en los distintos aislamientos de los ensayos realizados según el apartado 3.2.2.a fueron enviados para su identificación a los laboratorios de Biotecnologías y Microbiología de la Facultad de Ciencias de la Alimentación de la

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Universidad Nacional de Entre Ríos, donde se procedió a la identificación taxonómica de las levaduras aisladas mediante la utilización del kit comercial Yeast ID 32 C (bio Mérieux SA, Francia). Este kit se fundamenta en la asimilación (o no) de 32 fuentes de carbono diferentes. La lectura de los resultados se hace mediante la determinación visual de desarrollo o no en cada medio, ingresándose los mismos a una tabla de datos. Los resultados obtenidos fueron procesados con el programa APILAB PLUS.

El estudio taxonómico se completó siguiendo el método de la escuela holandesa de Kreger van Rij (Campbell and Duffus, 1988). También se realizaron las pruebas complementarias recomendadas por el programa de identificación antedicho, a saber:

- Crecimiento en caldo Extracto de Malta (MEC), 3 días /25°C.
- Crecimiento en Agar Gorodkova, 2 semanas/25°C.
- Crecimiento en Agar Harina de Maíz, 3 días /25°C.
- Zimograma de Glucosa, Galactosa, Lactosa, Rafinosa, Fructosa, Sacarosa, Maltosa, 3 días /25°C.
- Auxonograma de Fuentes de Nitrógeno, orgánicas e inorgánicas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.2.c Preparación de inóculos y siembra

Los inóculos para los ensayos de desinfección se prepararon a partir de repiques de colonias del microorganismo aislado en placas de agar papa glucosado (APG), las cuales fueron incubadas por un período de 4 días a 25 °C. Seguidamente se transfirieron ansadas del cultivo a un vaso de precipitado de 20 mL con agua estéril con dos gotas de tween 80, hasta obtener una concentración de la suspensión de 10^4 células.mL⁻¹, medidos con cámara de Neübauer. Esta concentración de inóculo se considera como la más adecuada para los ensayos que se llevaron a cabo.

Si bien Tournas *et al.*, (2006), informa recuentos promedio de 6 ciclos log de UFC.mL⁻¹ especialmente de levaduras, en gajos de cítricos comercializados en supermercados, Beuchat *et al.*, (2003), indica que las concentraciones de inóculos para la evaluación de métodos de desinfección están en el orden de 10^0 a 10^7 y que está directamente relacionado con el objetivo del estudio. Es por ello que se tomó una concentración en un nivel medio de 10^4 células.mL⁻¹, que se corresponde además con lo informado por distintos trabajos, como nivel de inóculo común en jugos de naranjas (Raccach y Mellatdoust, 2007; Pao y Davis, 2001; Parish *et al.*, 1990).

Los frutos para estos ensayos fueron lavados con detergente y desinfectados con alcohol previamente al pelado manual. Se

3. MATERIALES Y MÉTODOS

separaron los frutos en gajos y tanto la suspensión con el inóculo como los gajos se atemperaron a 20 °C previamente a la siembra, para evitar que la diferencia de temperatura pueda incrementar la infiltración del microorganismo en el tejido como se informan en otros productos (Iturriaga *et al.*, 2007, 2003; Zhuang *et al.*, 1995).

A partir de la suspensión se sembraron 0,1 mL en el centro del gajo, se dispersó la gota sobre la superficie con un ansa; y luego los gajos fueron mantenidos a una temperatura de 24 °C durante 18 horas previas a los tratamientos de desinfección, en placas de petri estéril (Figura 5). El método de inoculación, con un volumen de inóculo conocido, fue el elegido para nuestro trabajo, debido a que presenta ciertas ventajas con respecto a los métodos de inoculación por spray e inmersión. Está inoculación nos permite conocer el número de unidades con el que se está trabajando, además de ser representativo del tipo de contaminación proveniente de una fuente puntual (contacto con superficies de equipos, manos de operarios, suelo, etc), que se dan en este tipo de producto (Beuchat *et al.*, 2003).



Figura 5: Gajos inoculados para evaluar los métodos de desinfección.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.3. Métodos de desinfección

3.2.3.a Métodos químicos

Para evaluar los agentes químicos antimicrobianos se prepararon soluciones con concentraciones crecientes de los compuestos que se detallan en la Tabla 8. Las sustancias se probaron por inmersión de gajos cítricos previamente inoculados como se indica en el apartado 3.2.2.c.

Tabla 8: Sustancias de inmersión y concentraciones evaluadas.

Compuesto	Concentración (mg.L ⁻¹)
<i>Ácido Cítrico.</i>	0, 2500, 5000, 10000, 20000 y 30000.
<i>Benzoato de Sodio</i>	0, 250, 1000, 2000 y 5000.
<i>Sorbato de Potasio.</i>	0, 250, 1000, 2000 y 5000.
<i>Hipoclorito de sodio.</i>	0, 50, 100 y 150.

En los tratamientos por inmersión se deben definir claramente, la relación peso del producto/volumen de solución, tiempos, temperaturas, tipo y volumen de neutralizante, entre otros. (Beuchat *et al.*, 2003). En el presente trabajo se utilizaron sustancias grado alimenticio; y las soluciones de sorbato de potasio y benzoato de sodio se ajustaron a un pH de 3,5, para optimizar su acción; mientras que para el hipoclorito de sodio el pH fue de 6,5.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

El peso de gajos tratados fue de 50 g por repetición para cada nivel de concentración, mientras que el volumen de solución fue de 250 mL por repetición. La temperatura de tratamiento estuvo en el rango de 15 – 20 °C y el tiempo de tratamiento fue de 1 minuto con agitación con varilla.

Como lo indica Beuchat *et al.*, (2003) para la evaluación de tratamientos de descontaminación, por cada sustancia de inmersión se realizaron 3 replicas del experimento, por cada nivel de concentración de las sustancias de desinfección, incluyendo en cada replica un mínimo de 3 muestras. Como sustancia neutralizante se utilizó 100 mL de agua potable durante 1 minuto, luego de cada tratamiento, seguidamente se escurrió el exceso de agua con secador manual.

En la evaluación de cada una de las sustancias antimicrobianas, se utilizó un tratamiento con agua potable pH 6,7 como testigo.

3.2.3.b Métodos físicos

3.2.3.b.1. Tratamiento térmico

Para la evaluación de este método se trataron por inmersión en agua a distintas temperaturas (15, 40, 50, 60 y 70 °C) gajos

3. MATERIALES Y MÉTODOS

cítricos previamente inoculados como se indica en el apartado 3.2.2.c.

Las condiciones de los tratamientos fueron similares a las descritas en el apartado 3.2.3.a., en lo que respecta a la metodología, tiempos, relación peso de producto-volumen de agua, método de agitación, y el tiempo y tipo de neutralizante utilizado. En este método de desinfección el tratamiento testigo se trabajó a 15 °C, y el pH del agua fue de 6,5. Los gajos luego de escurridos fueron evaluados microbiológicamente, según el detalle del apartado 3.3.10.

3.2.3.b.2. Tratamientos con Irradiación UV-C

El dispositivo utilizado consistió en una cabina experimental de irradiación con cuatro lámparas UV-C (lámpara germicida GT 15 T8, Philips, Holanda), cada una con una potencia nominal de 4,6 W. Las lámparas colocadas en posición horizontal dentro de una caja de madera de 35cm de ancho x 40 cm de largo x 35 cm de alto y herméticamente cerrada, como muestra la Figura 6, con un base de madera ubicado a 30 cm de distancia de las lámparas UV-C. Los tiempos de exposición fueron calculados con la ecuación (2) (Stevens *et al.*, 1997), donde se estimó el tiempo en segundos para las dosis de los distintos tratamientos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

$$\text{Tiempo de Exposición (t)} = \left(\frac{\text{Dosis tratamiento}}{\text{Dosis promedio}} \right) \quad (2)$$

Los tratamientos se realizaron a temperaturas comprendidas entre los 18 y 25 ° C.

La intensidad de la radiación UV se midió con radiómetro digital UV (Cole-Palmer Instrument Company, Velmon Hills, Illinois). La dosis promedio fue de 1,30 mW.cm⁻².



Figura 6: Dispositivo de radiación UV- C.

Los gajos inoculados como se indica en el apartado 3.2.2.c., se llevaron a la cámara de tratamientos (Figura 6), se colocaron con la cara del gajo inoculada hacia arriba y se mantuvieron durante los tiempos determinados en relación a las dosis evaluadas (0; 3,5 kJ.m⁻² por 4,4 min; 7 kJ.m⁻² por 8,9 min; 10 kJ.m⁻² por 12,8 min; 15 kJ.m⁻² por 19,2 min y 20 kJ.m⁻² por 25,6 min). Una vez

3. MATERIALES Y MÉTODOS

finalizados los tiempos de irradiación las muestras se evaluaron microbiológicamente para observar el efecto del tratamiento sobre el microorganismo inoculado (según detalle apartado 3.3.10).

3.2.4. Combinación de tratamientos

3.2.4.a Control de microorganismo alterante

Una vez determinados los tratamientos individuales que alcanzaron las mayores reducciones de unidades formadoras de colonia (UFC) del microorganismo alterante inoculado, y teniendo en consideración antecedentes bibliográficos, se realizaron ensayos combinando estas tecnologías en serie. Para estos ensayos se utilizó el mismo microorganismo aislado según se detalla en el apartado 3.2.2.c.

Se realizó la preparación del inóculo y la siembra de gajos cítricos según se indica en 3.2.2.c. para posteriormente tratarlos en serie con cada uno de los métodos de desinfección seleccionados. Esto se realizó por triplicado para cada combinación de tratamientos.

Finalizado los tratamientos se almacenaron en bandejas plásticas por 3 días a 5 °C en cámaras frigoríficas para su posterior evaluación microbiológica.

3.2.4.b Evaluación de la calidad de gajos sometidos a tratamientos combinados de desinfección

La evaluación de los efectos de los tratamientos combinados de desinfección en la calidad fisicoquímica y microbiológica de naranjas con procesamiento mínimo se realizó en naranjas peladas enzimáticamente según se indica en el apartado 3.2.1. Luego de pelados, los frutos fueron refrigerados y enjuagados con agua a 15 °C y seguidamente escurridos en una secadora manual de vegetales. Se aplicaron en forma serial los tratamientos que mejor control presentaron sobre el microorganismo seleccionado. Luego de cada combinación de tratamientos los gajos fueron envasados en bandejas plásticas de polietileno de 200 mL de capacidad y recubiertos con polietileno previamente desinfectados con alcohol etílico al 98 %.

Las variables de calidad interna (sólidos solubles, acidez y acetaldehído-etanol) y externa (color, textura, contenido de humedad exterior) en los gajos de naranjas fueron determinadas inicialmente y luego de los 2, 5, 10 y 15 días de conservación frigorífica a 5 °C. Además se realizaron recuentos totales de microorganismos y determinación de enterobacterias, a los 0, 7 y 15 días.

Los tratamientos combinados fueron evaluados en tres repeticiones de cada combinación.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.3. DETERMINACIONES ANALÍTICAS

Las determinaciones fisicoquímicas, sensoriales y microbiológicas se realizaron sobre frutos frescos o gajos de ítricos mínimamente procesados, según el tratamiento y los factores que se estudiaron.

3.3.1. Contenido de jugo

Se determinó por extracción del jugo de tres repeticiones de cinco frutos, en un exprimidor manual de piña y copa, dichos jugos fueron tamizados en malla de 1 mm. Los resultados fueron expresados en forma porcentual según la (Ecuación 3).

$$\text{Contenido de jugo \%} = \left(\frac{\text{Volumen en mL}}{\text{Peso en g.}} \right) * 100 \quad (3)$$

3.3.2. Sólidos solubles

Los sólidos solubles se determinaron en el jugo obtenido de tres repeticiones de cinco frutos o 250 g de gajos según los tratamientos. Se utilizó un refractómetro digital Atago modelo Pocket PAL-1, y los resultados se expresaron como porcentaje de sólidos disueltos, (AOAC, 2006a).

3.3.3. Acidez

La acidez se midió por titulación volumétrica del jugo obtenido de 3 repeticiones de 5 frutos o 250 g de gajos según este parámetro se evaluase en fruto fresco o gajos. Se utilizó hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N, con fenolftaleína como indicador y expresando el resultado como mg de ácido cítrico en 100 mL de jugo (AOAC, 2006b).

3.3.4. Índice de Madurez (IM)

Se determinó como el cociente entre los sólidos solubles de la muestra y el contenido de ácidos, expresados como los gramos de ácido cítricos en 100 mL de jugo (SENASA, 2001)

3.3.5. Color

La medición de color en los frutos pelados se realizó con colorímetro Minolta CR300, se registraron las coordenadas de color L^* a^* y b^* en el espacio de color CIELAB. Se realizó una medición en la superficie externa e interna de 10 gajos por tratamiento. Se determinó el valor del croma C^* (Ecuación 4) y el tono que relaciona las componentes a^* y b^* , según la ecuación (5)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

$$C_{ab}^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (4)$$

$$h = \arctan\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (5)$$

3.3.6. Firmeza

La medición de firmeza se realizó con un texturometro modelo TA-TXplus. Se utilizó una prueba de compresión a los gajos de cítrico con una sonda de 75 mm de diámetro; se utilizaron un total de 15 repeticiones por tratamiento (Karacay *et al.*, 2010b; Pinnavaia *et al.*, 2006). Los parámetros para el ensayo fueron los siguientes.



Figura 7: Medición de textura en gajos cítricos.

Velocidades: Pre test: 2 mm.sec⁻¹
Test: 0,5 mm.sec⁻¹

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Post test: 10,0 mm.sec⁻¹

Modo de captura de dato: Fuerza

Fuerza de inicio: 10,1 g

Fuerza Máxima: 1019,7 g

Celda de carga: 5 Kg

Adquisición de datos 200 pps

Se registraron los parámetros de *distancia* necesaria para comprimir el gajo hasta la fuerza máxima determinada y *pendiente* de la curva.

3.3.7. Contenido de acetaldehído y etanol

En el estudio de los frutos cítricos, el concepto de volátil es utilizado para describir componentes separados del tejido macerado presentes en los espacios de cabeza del jugo, en donde se encuentran en equilibrio los componentes volátiles con aquellos disueltos en el jugo (Bueso, 2008)

La evaluación del contenido de sustancias volátiles en nuestro caso se basó en la cuantificación cromatográfica de acetaldehído y etanol. Se realizó con 500 g de frutos pelados que fueron exprimidos con una exprimidora manual de copa y piña, se pasaron por un tamiz de 1 mm. Se tomaron 3 muestras por tratamiento de 5 mL cada una y fueron conservadas a -18°C hasta su análisis en viales sellados de 15 mL. Los componentes volátiles se determinaron en espacio de cabeza por cromatografía gaseosa.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Para ello se utilizó un cromatógrafo de gases (Modelo GC17A, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japón), con columna capilar (Omegawax 250, Supelco, Bellefonte, EEUU) de 30 m de longitud, 0,25 mm de diámetro interno y 0,25 μm de espesor de film. Se empleó el siguiente programa de temperaturas durante el análisis cromatográfico: temperatura inicial de 40°C durante 5 min, rampa de calentamiento hasta 180°C a una velocidad de 30°C/min. Como carrier se utilizó gas nitrógeno cuya presión en la cabeza de la columna se fijó en 25 kPa. Se utilizó un detector FID y a una temperatura de 250°C. El volumen de inyección de gas del espacio de cabeza fue de 1 mL y una temperatura de inyección de 250°C. Previo a la inyección de las muestras, se equilibraron a 80°C en baño termostático durante 30 minutos. Cada muestra fue analizada por triplicado y los resultados se expresaron como concentración de acetaldehído y etanol en el jugo de los frutos [$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$].

3.3.7. Análisis sensorial

El análisis sensorial para la evaluación de la influencia de los tipos de pelados se realizó con un panel de jueces que fue seleccionado según Norma 20002 (IRAM 1995a). La sala de reuniones fue equipada con mesas para el trabajo en conjunto de los jueces (Figura 32 del Anexo 2), mientras que la sala de evaluación fue acondicionada según lo establece la Norma 20003

3. MATERIALES Y MÉTODOS

(IRAM 1995b), contando la misma con 8 cabinas individuales de análisis. Durante las pruebas se mantuvo una temperatura constante en el rango de 15-20 ° C y una iluminación uniforme (Figura 33 del Anexo 2).

Las muestras fueron preparadas el día previo a las prueba y se presentaban a los jueces a una temperatura de 10 °C, en bandejas plásticas etiquetadas con códigos de tres dígitos al azar. Se proporcionó agua para enjuagarse la boca entre las evaluaciones.

Generación de descriptores

Un grupo de 14 personas pertenecientes a la Estación Experimental Agropecuaria del INTA fueron invitadas para las pruebas sensoriales, este grupo estuvo formado por 7 mujeres y 7 varones entre 25 y 60 años de edad habituales consumidores de frutos cítricos. Este grupo incluía 6 personas con conocimiento de análisis sensorial.

El método utilizado para la generación de los descriptores fue el Método de la grilla, presentando en una sección tres tríadas. En una primera tríada se presentaron dos gajos de cítricos pelados manualmente y uno por infusión térmica. Luego dos por infusión térmica y un enzimático, para finalizar dos enzimáticos y uno manual. Se solicitó en cada caso que el juez indique los atributos que diferencian a la muestra que es distinta.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

La selección final de los descriptores se llevó a cabo en una sección posterior con 12 jueces que seleccionaron los atributos que fueron utilizados para evaluar la influencia del método de pelado en la calidad de naranjas y mandarinas (Carbonell *et al.*, 2009; Carbonell *et al.*, 2007)

Los jueces definieron 3 atributos para analizar apariencia (integridad del gajo, presencia de albedo y humedad) y 5 atributos para sabor (dulzor, acidez, amargo, sabor típico y sabor pasado).

- Integridad del gajo: presencia de daños o alteración en la piel del gajo
- Humedad: contenido de humedad o jugos en la superficie del gajo
- Sabor típico: sabor fresco, cítrico
- Sabor pasado: Sabor a cocido, a viejo.

Evaluación sensorial

Se realizó una prueba descriptiva con escala no estructurada (Alzaldúa-Morales, 1994), donde los jueces expresaron la intensidad de los atributos seleccionados sobre una escala continua de 15 cm, con anclaje en sus extremos. Se presentó una bandeja por tratamiento y por juez para la determinación de los atributos. A continuación se muestra el tipo de planilla utilizada.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Nombre _____ Fecha: _____

Observe las muestras presentadas y evalúelas en los atributos seleccionados colocando una línea perpendicular indicando el número de la muestra ella.

Integridad del gajo

Extra desintegrado |-----| Extra Integro

Presencia de albedo

Ausencia |-----| Extra alta

Humedad exterior del gajo

Extra baja |-----| Extra alta

Dulzor

Extra bajo |-----| Extra alto

Acidez

Extra bajo |-----| Extra alto

Amargo

Extra bajo |-----| Extra alto

Sabor típico

Extra bajo |-----| Extra alto

Sabor pasado

Extra bajo |-----| Extra alto

Comentarios _____

Figura 8: Planilla de evaluación sensorial.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.3.8. Porcentaje de fruto comestible

Esta variable se determinó como la relación porcentual entre el peso del producto final (Pf) en relación al total del peso del fruto inicial (Pi). Se seleccionaron 10 frutos por tratamiento, los cuales se identificaron y pesaron en una balanza Sartorius, modelo LC 1200S, previamente a ser sometidos al pelado. Luego del tratamiento los frutos se pesaron nuevamente luego de escurridos y se determinó el rendimiento del proceso, (Ecuación 6):

$$RC = ((Pf - Pi)/Pi) * 100 \quad (6)$$

3.3.9. Contenido de humedad superficial (CHS)

Esta variable se determinó como la relación porcentual entre el peso seco de los gajos, luego de tratarlos en escurridor manual centrífugo durante 30 segundos y secarlos superficialmente con papel desecante; y el peso de los gajos húmedos (Ecuación 7). Se realizaron 5 repeticiones por tratamientos.

$$CHS = (Pgs/ Pgh)*100 \quad (7)$$

Siendo:

Pgs: Peso de gajos secos

Pgh: Peso de gajos húmedos

3.3.10. Recuentos de microorganismos

Los recuentos de microorganismos en los ensayos de flora alterante se realizaron por triplicado tomando 50 g de gajos, los cuales se colocaron en bolsas con 250 mL de agua estéril y se agitó manualmente durante 30 segundos. Luego de la agitación se tomó una alícuota de 20 μ L de la suspensión resultante y se sembró, por dispersión con varilla de vidrio estéril, tres placas de Petri de 9 mm de diámetro con agar papa glucosado (APG, marca Britania) para el recuento de los microorganismos sobrevivientes en superficie. Las placas de Petri se incubaron a 20 ± 1 °C durante 96 hs; los resultados se expresaron como UFC.g⁻¹ de producto.

Los recuentos de microorganismos en los ensayos de métodos de desinfección se realizaron de forma similar, pero en este caso de la totalidad de los gajos inoculados y tratados se tomaban 1 gajo elegido al azar y se colocaba en una bolsa estéril con 20 ml de agua estéril y se procedía de manera similar a la antes descripta. Esto se realizó por triplicado para cada método de desinfección y por cada nivel del factor estudiado.

Se procedió de igual manera para los ensayos de calidad de métodos combinados para el recuento de microorganismos aerobios totales; además se realizaron siembras en medios de cultivo específicos para recuentos de enterobacterias (Petrifilm EB 6420 3M, Argentina) como puede observarse en la Figura 34 del Anexo

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3, estas placas se incubaron a 30 ± 1 °C durante 24 ± 2 hs; los resultados se expresaron como UFC.g⁻¹ de producto.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.4.1. Diseño

En los ensayos de evaluación de métodos de pelados se utilizó un diseño completamente aleatorizado con un arreglo unifactorial con tres niveles (manual, infusión y enzimático) para cada especie cítrica (naranja y mandarina) realizando dos experiencias por cada variedad estudiada.

Para los ensayos de métodos de desinfección el diseño fue similar al descrito anteriormente con la salvedad que para cada método de desinfección los niveles del factor no fueron similares.

Todas las variables representativas de las características de los gajos de cítricos evaluados en el presente trabajo se expresaron como valores medios de las replicas analizadas y su correspondiente desviación estándar (SD).

3.4.2. Análisis estadístico de la influencia del método de pelado

La influencia de los diferentes métodos de pelados sobre las variables fisicoquímicas y atributos sensoriales de los cítricos se evaluó con un análisis de la varianza (ANOVA). En los casos que resultaron necesarios se utilizó el test de Tukey, con un nivel de significación de $p = 0,05$ para la comparación de medias.

Las características sensoriales estudiadas se complementaron con análisis descriptivo cualitativo y se graficaron con un perfil sensorial.

En el estudio del efecto del tipo de pelado se realizó un análisis de componentes principales (PCA), utilizando todas las variables fisicoquímicas y sensoriales evaluadas.

3.4.3. Análisis estadístico de los métodos de desinfección

Los ensayos de métodos de desinfección se evaluaron con un análisis de la varianza (ANOVA). En los casos que resultaron necesarios se utilizó el test de Tukey, con un nivel de significación de $p = 0,05$ para la comparación de medias. En los casos en los cuales el control de los microorganismos fue total no se incluyeron en el análisis estadístico.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

En todas las evaluaciones los resultados obtenidos fueron analizados utilizando el software Statgraphics centurión XV (StatPoint Tech., Inc., Warrenton, VA, EE.UU.)

RESULTADOS:

ANÁLISIS

y

DISCUSIÓN

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

4.1. Influencia del método de pelado en la calidad de naranjas mínimamente procesadas.

4.1.1. Sólidos solubles, acidez e índice de madurez

Las variedades de naranjas estudiadas presentaron en ambos ensayos valores de porcentaje de jugo e índice de madurez superiores a los mínimos establecidos por la legislación, necesarios para su comercialización como frutas fresca en el mercado interno (SENASA, 2001), valores que pueden observarse en la Tabla 9.

Tabla 9: Valores de calidad interna en naranjas para ambos ensayos.

Variedad	Ensayo	Sólidos	Acidez	Índice madurez	Porcentaje de jugo
Navelina	1° Cosecha	11,5±0,4	1,28±0,2	9,2±1,9	36,1±1,5
	2° Cosecha	12,7±0,2	0,87±0,1	14,7±1,3	33,3±1,7
Salustiana	1° Cosecha	10,4±0,3	1,28±0,1	8,1±0,4	43,4±1,5
	2° Cosecha	11,6±0,2	0,92±0,1	12,3±0,7	46,6±0,6

La diferencia de índice de madurez entre ambos momentos de cosecha fue de 5 y 4 puntos para naranja Navelina y Salustiana, respectivamente.

En la Tabla 10 se pueden observar los p-valores del análisis de varianza para ambas variedades de naranjas en los dos ensayos.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El tipo de pelado (TP), no provocó diferencias significativas en el contenido de sólidos solubles para ambas variedades de naranja. Con respecto a la acidez se pudo determinar una disminución de esta variable por efecto del tratamiento de infusión térmica para la variedad Navelina en el primer ensayo con valores de $0,95\pm 0,08$, mientras que los demás tratamientos presentaron valores de $1,16\pm 0,08$ y $1,25\pm 0,03$. Similar comportamiento al informado por Pretel, *et al.*, (1998) quienes comparando naranja Salustiana con pelado enzimático y manual encontraron diferencias en la acidez y no en los sólidos.

Tabla 10: Efecto del tipo de pelado en el contenido de Sólidos solubles, acidez e índice de madurez (p-valor).

Efecto Principal	Variedad	Ensayo	p – valor		
			Sólidos	Acidez	Índice madurez
Pelado	Navelina	1° Cosecha	0,9303	0,0037	0,0024
		2° Cosecha	0,5175	0,3674	0,1969
	Salustiana	1° Cosecha	0,8534	0,1351	0,2274
		2° Cosecha	0,8951	0,3012	0,6138

Esta disminución de acidez en nuestros ensayos posiblemente se deba a que los gajos previos a su envasado estuvieron un excesivo tiempo a una elevada temperatura. El efecto del calor en el contenido de ácidos titulables es bien conocido

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

(Lurie, 1998). El índice de madurez presentó un comportamiento similar a lo observado con la acidez, como era de esperar debido a la relación directa que existe entre ambas variables.

En los ensayos realizados en la variedad Salustiana el tipo de pelado no presentó influencia en las variables estudiadas para ambos momentos de cosecha. Otros investigadores informan resultados similares evaluando distintos TP. Arruda *et al.*, (2008) y Donadon *et al.*, (2004) no detectaron diferencias en el contenido de sólidos solubles, acidez e índice de madurez para naranjas de la variedad “Pera” y Pera tipo Río que fueron peladas manual, enzimática y térmicamente. El tratamiento térmico se realizó a una temperatura de 50 °C durante 8 minutos y las determinaciones se realizaron 1 y 4 días posteriores al pelado. Asimismo Pinheiro *et al.*; en 2009 estudiando la influencia de distintos tiempos de tratamientos térmicos (10, 15, 20, 25 y 30 minutos) en la calidad de naranja Pera, demuestra que estas variables no fueron influenciadas por los tratamientos y los tiempos de almacenamiento.

Por su parte diversos investigadores (Van de Velde *et al.*, 2013; Pinnavaia *et al.*, 2007; Del Caro *et al.*, 2004; Rocha, *et al.*; 1995) evaluando pelados enzimáticos, por infusión a vacío y manual no detectaron diferencias en estas variables en naranjas de las variedades Valencia, Hamlin, Shamouti y Salustiana. Estas determinaciones se realizaron desde 24 horas posteriores al pelado y hasta 13 días después.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Podemos indicar que los tipos de pelado estudiados en el presente trabajo no alteran mayormente las variables de calidad interna en gajos de naranja de las variedades evaluadas.

4.1.2. Color

Los resultados de las mediciones de color en gajos de naranjas de la variedad Navelina mostraron influencia significativas debido al efecto del tipo de pelado, como puede observarse en la Tabla 11. La componente de color L* en el pelado manual se diferenció en ambas cosechas del tipo enzimático con valores mayores para la primera cosecha.

Tabla 11: *Parámetros de color en gajos de naranjas Navelina sometidas a distintos pelados, para ambas cosechas (medias ± DS).*

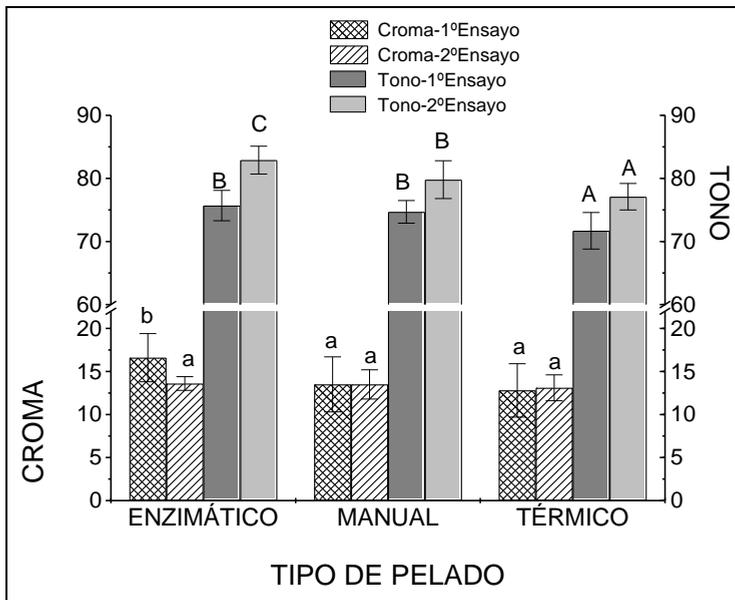
Ensayo	Tratamiento	Parámetros de color		
		L*	a*	b*
Primero	Manual	77,9 ± 7 b	-3,6 ± 1,1 a	12,5 ± 2 a
	I. Térmica	58,4 ± 3 a	-3,9 ± 0,7 a	12,1 ± 3 a
	Enzimático	54,8 ± 5 a	-4,0 ± 0,3 a	16,2 ± 3 b
Segundo	Manual	55,0 ± 9 b	-2,4 ± 0,8 a	13,3 ± 2 a
	I. Térmica	52,1 ± 4 b	-2,9 ± 0,5 a	12,8 ± 1 a
	Enzimático	42,7 ± 2 a	-1,7 ± 0,5 b	13,5 ± 1 a

Letras diferentes en una misma columna y por cada ensayo indican diferencias significativas entre las medias ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En cambio para el parámetro a^* de color, no se detectan diferencias para la primera cosecha en los distintos pelados. En el parámetro b^* solo se puede observar una variación en los gajos tratados enzimáticamente para esta cosecha, efecto que no pudo ser observado en la segunda.

Con respecto a los componentes de color “tono” y “croma” se determinó una influencia significativa del tipo de pelado en el tono, presentando los menores valores los gajos pelados por infusión térmica en ambos ensayos. (Figura 9).



Letras minúsculas distintas para un mismo ensayo indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Figura 9: Valores de Croma y Tono en gajos de naranja Navelina luego de 24 horas de sometidos a distintos tipos de pelados.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los parámetros de color en naranjas Salustiana presentaron un comportamiento similar al observado en los gajos de la variedad Navelina. En la componente L,* se pudo detectar un efecto significativo debido al TP observándose un mayor valor para esta componente en los gajos tratados manualmente. Similar comportamiento se pudo observar en la componente a*. Mientras que los gajos tratados con enzimas presentaron diferencias significativas con respecto a los otros tratamientos en la componente b*, como puede observarse en la Tabla 12.

Tabla 12: *Parámetros de color en gajos de naranjas Salustiana sometidas a distintos pelados, para ambas cosechas (medias \pm DS).*

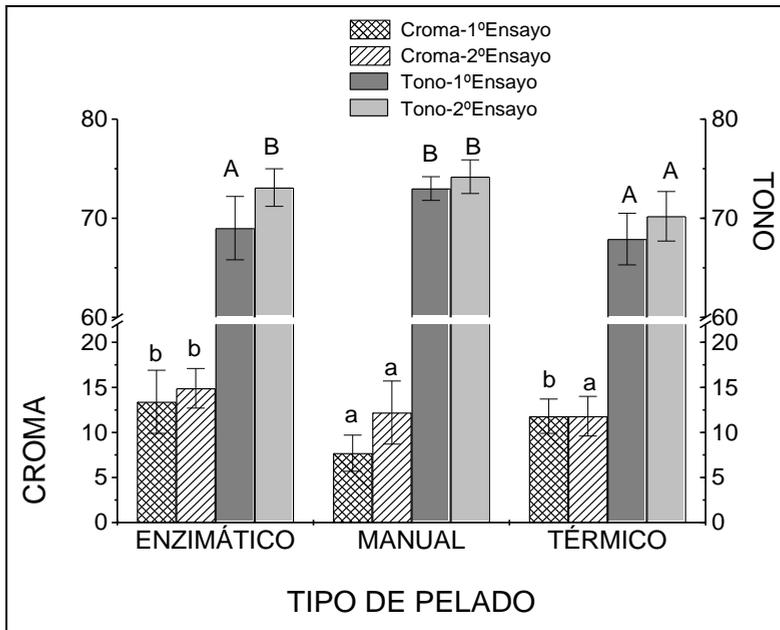
Cosecha	Tratamiento	Parámetros de color		
		L*	a*	b*
Primera	Manual	79,0 \pm 7 b	-2,2 \pm 0,5 a	7,3 \pm 2 a
	I. Térmica	57,2 \pm 6 a	-4,4 \pm 0,4 b	11,0 \pm 2 b
	Enzimático	53,3 \pm 2 a	-4,7 \pm 0,6 b	12,6 \pm 4 b
Segunda	Manual	73,1 \pm 11 c	-3,3 \pm 0,8 a	11,8 \pm 3 a
	I. Térmica	61,3 \pm 7 b	-3,9 \pm 0,6 b	10,6 \pm 2 a
	Enzimático	51,8 \pm 4 a	-4,3 \pm 0,6 b	14,3 \pm 2 b

Letras diferentes en una misma columna y por cada cosecha indican diferencias significativas entre las medias ($p < 0,05$).

Por su parte las componentes de tono y croma en esta variedad no presentan un claro comportamiento para ambos

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

ensayos. Los gajos pelados por infusión térmica se diferenciaron significativamente de los pelados manualmente en el tono.



Letras minúsculas distintas para un mismo ensayo indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Figura 10: Valores de Croma y Tono en gajos de naranja Salustiana luego de 24 horas de sometidos a distintos tipos de pelados.

Diversos investigadores (Pinheiro *et al.*, 2008; Donadon *et al.*, 2004) que evaluaron distintos tipos de pelados y variables del proceso (enzimático, infusión térmica y manual) informan resultados similares. No hallaron diferencias significativas en los parámetros de tono y croma con rangos de valores de $96^{\circ} - 117^{\circ}$ y 20 - 29, respectivamente para naranjas de la variedad Pera.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Además, indican que los frutos tratados manualmente presentan valores de luminosidad mayores que los tratados térmicamente. Por su parte Barrio *et al.*, 2013, no encuentra una clara tendencia en las componentes de color en naranjas Valencia late peladas enzimáticamente y con vacío, atribuyendo esta situación a la alta variabilidad encontrada entre gajos. Esta misma variedad pelada manualmente, envasadas en aire y almacenadas 48 hs a 4°C no presenta diferencias significativas con los valores iniciales en las variables L*, a* y b* (Karacay *et al.*, 2010b). Por otra parte estudios en naranjas cortadas en rodajas y sin semillas no presentaron diferencias en los parámetros de color durante 13 días de almacenamiento a 4 °C, con valores de luminosidad de 49-53, tono de 88-89 y Cromo de 35-37 (Rocha *et al.*, 1995).

El comportamiento en ambas variedades y para ambos ensayos demostraron que los gajos pelados manualmente presentaron una mayor luminosidad con respecto a los demás, esto podemos atribuirlo a que las membranas de estos gajos mostraron un aspecto blanquecino que les da una mayor componente del valor L* con respecto a los tratados por infusión térmica y enzimáticamente.

4.1.c Porcentaje de humedad exterior y fruto comestible

El contenido de humedad exterior en los gajos de las variedades estudiadas presentó diferencias significativas debido al

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

tipo de pelado. Los valores pueden observarse en las Tablas 13 y 14. El menor contenido de humedad exterior se presentó en el pelado manual diferenciándose significativamente de los otros tratamientos para ambos ensayos y variedades, especialmente con el enzimático. Resultados similares fueron reportados por Van de Velde *et al.*, (2013); trabajando con gajos de naranja Valencia late pelados por infusión; informando un porcentaje de exudado de 1,5 % a los 3 días de almacenados a 3 °C.

Tabla 13: Porcentajes de humedad y de fruto comestible en naranjas Navelina sometidas a distintos pelados, para ambas ensayos (medias \pm DS).

Ensayo	Tratamiento	Porcentaje de humedad	Porcentaje de fruto comestible
1°	Manual	0,05 \pm 0,02 a	78,6 \pm 3,5 a
	I.Térmica	0,33 \pm 0,03 b	83,5 \pm 2,5 b
	Enzimático	0,37 \pm 0,24 b	82,3 \pm 4,8 ab
2°	Manual	0,44 \pm 0,17 a	77,3 \pm 2,3 a
	I.Térmica	0,63 \pm 0,09 a	81,9 \pm 2,3 b
	Enzimático	1,37 \pm 0,24 b	80,2 \pm 3,5 ab

Letras diferentes en una misma columna y para cada cosecha indican diferencias significativas entre las medias ($p < 0,05$).

Por su parte, Donadon *et al.*, (2004), evaluando distintos pelados y temperatura de almacenamiento en naranja Pera tipo Río,

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

informan que los frutos pelados enzimáticamente presentan las mayores pérdidas de masa en relación a los pelados manual y mecánicos.

El porcentaje de fruto comestible en las variedades Navelina y Salustiana presentó el mismo comportamiento para ambos ensayos observándose un mayor rendimiento para los tratamientos con pelados por infusión térmica con respecto al pelado manual.

Tabla 14: Porcentajes de humedad y de fruto comestible en naranjas Salustiana sometidas a distintos pelados, para ambas ensayos (medias \pm DS).

Ensayo	Tratamiento	Porcentaje de humedad	Porcentaje de fruto comestible
1°	Manual	0,03 \pm a	76,8 \pm 1,7 a
	I.Térmica	0,35 \pm b	79,6 \pm 1,8 b
	Enzimático	0,43 b	78,3 \pm 1,6 ab
2°	Manual	0,05 \pm a	75,9 \pm 0,9 a
	I.Térmica	0,57 \pm b	79,2 \pm 1,9 b
	Enzimático	0,86 \pm 0, c	79,2 \pm 1,3 b

Letras diferentes en una misma columna y para cada cosecha indican diferencias significativas entre las medias ($p < 0,05$).

Ambas variables evaluadas en el presente punto, hacen referencia al efecto del proceso de pelado sobre el gajo de naranjas, especialmente al aspecto superficial que les transfiere, pudiéndose observar una influencia directa de los tratamientos que actúan sobre

el albedo (enzimática o térmicamente), los cuales incrementan la retención de agua en su superficie lo que se refleja en el mayor rendimiento de porción comestible del fruto con respecto al pelado manual.

Otros investigadores informan porcentaje de frutos comestibles, entre ellos (Sanchez-Bel *et al.*, 2012; Pinheiro *et al.*, 2009), donde el rendimiento se calcula como porcentaje de frutos sin daños luego del proceso de pelado. En nuestro trabajo esta variable no fue analizada dado que se obtuvieron por los tres métodos de pelado porcentajes superiores al 95 % de gajos comercializables.

4.1.d Firmeza

El análisis de los parámetros de firmeza en los gajos de naranja de la variedad Navelina no presentó un comportamiento uniforme, mientras que en la naranja Salustiana no hubo diferencias debido al tipo de pelado en ambos ensayos. En la Tabla 15 pueden observarse los p-valores del ANOVA para ambas variedades en cada ensayo. Otros autores (Barrios *et al.*, 2013; Pinnavaia *et al.*, 2007) encuentran diferencias entre los pelados enzimático y a vacío atribuyendo estas diferencias al mayor daño que provoca en la piel de los gajos el tratamiento con enzimas. Este último autor indica además que existen diferencias de textura entre las variedades

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Hamlin y Valencia siendo esta última más fibrosa y que esto es debido a rasgos varietales.

Tabla 15: Efecto del tipo de pelado en la firmeza de gajos de naranjas (*p*-valor).

Efecto Principal	Variedad	Ensayo	p - valor	
			Distancia	Gradiente
Pelado	Navelina	1°Cosecha	0,455	0,3437
		2°Cosecha	0,0001	0,0008
	Salustiana	1°Cosecha	0,4414	0,3171
		2°Cosecha	0,9540	0,9870

Resultados similares a los que obtuvimos en la presente tesis fueron informados por Pretel *et al.*, (2007), trabajando con pelados enzimático en naranja Sangrina donde las diferencias en la firmeza de los gajos solo se observa en aquellos tratamientos con tiempos de incubación superiores a los 50 minutos. Por su parte Karacay *et al.*, (2010), trabajando con naranjas Valencia no encontraron diferencias en la firmeza de gajos pelados manualmente, que fueron almacenados 48 hs a 4°C con respecto a los valores iniciales. Así mismo, Ismail *et al.*, (2005) procesando esta misma variedad enzimáticamente a lo largo del período de cosecha, no encuentra diferencias en la firmeza, la cual solo disminuye luego de una conservación de 14 días.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Contrastando con otros autores, los tratamientos de infusión térmica y enzimáticos llevados a cabo en el presente estudio, son relativamente cortos, por tal motivo podemos atribuir a esta causa la ausencia de diferencias debido al tratamiento en los parámetros de firmeza en naranjas.

4.1.e Contenido de acetaldehído y etanol

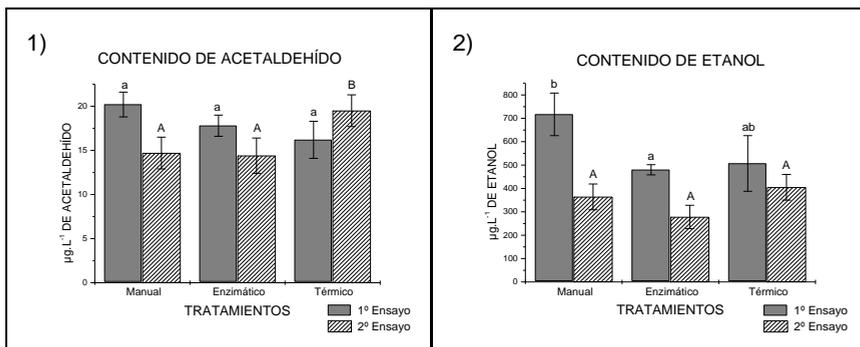
La variedad Navelina presentó en los frutos frescos en el primer ensayo un contenido de acetaldehído de $5,6 \pm 0,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ y $105,5 \pm 8,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ de etanol. Mientras que para el segundo ensayo el contenido fue de $7,3 \pm 0,4 \mu\text{g.L}^{-1}$ y $108,2 \pm 31,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ respectivamente. Para la variedad Salustiana, los contenidos de acetaldehído y etanol en el primer ensayo, fueron de $7,0 \pm 0,1$ y $139,3 \pm 48,7 \mu\text{g.L}^{-1}$; mientras que el segundo ensayo presentaron valores de $7,1 \pm 0,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ y $143 \pm 44,7 \mu\text{g.L}^{-1}$ de estos compuestos volátiles.

Las naranjas Navelina luego del procesamiento de pelado presentaron un incremento en el contenido de estos compuestos volátiles con respecto a los valores de los frutos sin procesamiento. El contenido de acetaldehído no se diferenció significativamente en el primer ensayo, presentando luego en el segundo un ligero incremento en el pelado por infusión térmica (Figura 11).

El contenido de etanol solo presentó diferencias significativas en el primer ensayo, entre los distintos tipos de

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

pelados pero ninguno de los mismos supera el rango de 900-1200 $\mu\text{g.L}^{-1}$ indicados por varios autores como umbral a partir del cual se comienza a percibir malos sabores (Bello *et al.*, 2012; Hagenmaier, 2000).



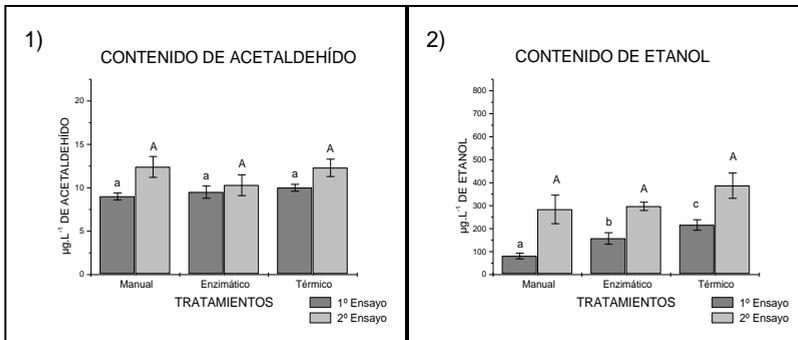
Letras minúsculas o mayúsculas distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Figura 11: Contenido de compuestos volátiles en gajos de naranja Navelina luego de 24 horas de sometidos a distintos tipos de pelados.

La naranja Salustiana presentó el mismo comportamiento que la variedad Navelina luego de los distintos procesados, sin embargo el incremento en los valores son menores para ambos compuestos (Figura 12). El contenido de acetaldehído no presentó diferencias debido al pelado. En cambio, el contenido de etanol solo presentó diferencias para el primer ensayo, no obstante las diferencias y valores de etanol para todos los tratamientos son bajos. Otros investigadores trabajando con naranjas Hamlin, encontraron

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

valores de acetaldehído y etanol similares a los obtenidos en el presente trabajo, sin detectar diferencias al inicio del ensayo en el contenido de etanol entre muestras peladas por infusión y enzimáticamente (Pinnavia *et al.*, 2007). Por su parte Pretel *et al.*, (1998), encuentran diferencias iniciales en el contenido de etanol, en naranjas Salustiana peladas enzimática y manualmente con valores de 800 y 250 $\mu\text{L}\cdot\text{kg}^{-1}$ respectivamente.



Letras minúsculas o mayúsculas distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Figura 12: Contenido de compuestos volátiles en gajos de naranja Salustiana luego de 24 horas de sometidos a distintos tipos de pelados.

Sin embargo para estos ensayos las concentraciones de estos compuestos en ambas variedades están por debajo de los niveles detectados como umbrales para una matriz de jugo de naranja. (Plotto *et al.*, 2004a). Hagenmaier (2000) ha indicado que valores de 80 $\text{mg}\cdot 100\text{mL}^{-1}$ de etanol podían ser indicativos de la degradación del sabor en naranjas Valencia. Por su parte Martínez-

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Javega *et al.*, (2004) indica que naranjas Lane late mantienen el sabor y la comestibilidad en buenos niveles de aceptabilidad cuando se mantiene el contenido de etanol por debajo de $150 \mu\text{L.kg}^{-1}$.

4.1.f Análisis sensorial

Naranja Navelina

Los resultados obtenidos en los dos ensayos de análisis sensorial de gajos de naranja Navelina luego de 24 hs de realizar los distintos tipos de pelados se pueden observar en la Tabla 16 y en la Figura 13. El pelado manual en ambos ensayos fue el que recibió la mayor puntuación para los atributos de Sabor típico y Presencia de albedo, y presentaron la menor puntuación para los atributos Humedad, Gusto amargo y Sabor pasado. Por su parte el pelado enzimático se caracterizó por su elevado contenido de Humedad y baja Presencia de albedo.

El atributo Integridad del gajo no presentó diferencias importantes debido al tipo de pelado. Se puede observar que el atributo Gusto amargo caracterizó a los gajos pelados térmica y enzimáticamente del 1º ensayo. Esto coincide con lo indicado por (Kaleta, 2013); las naranjas del grupo Navel, en general, tienen limitada su aplicación industrial como consecuencia del elevado contenido en limonoides del jugo, entre los que destaca la limonina (glucósido que se hidroliza impartiendo un fuerte sabor amargo a

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

los jugos en el proceso de tratamiento térmico y que lo hace inadecuado para el consumo), lo cual varía con la variedad de naranjas y la madurez de los mismos. Por tal motivo sería conveniente para estas variedades la evaluación de la infusión a vacío sin el uso de temperaturas intermedias.

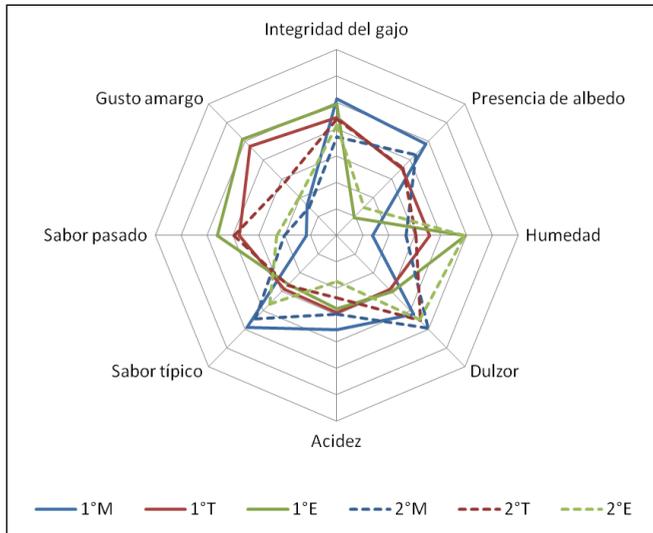
Tabla 16: Evaluación sensorial de naranja Navelina

ATRIBUTO	TRATAMIENTOS					
	1° Cosecha			2° Cosecha		
	M	T	E	M	T	E
Integridad	10,3 a	8,9 a	9,9 a	7,4a	8,8 a	8,3 a
P. Albedo	9,7 a	7,1 b	1,9 c	8,6 a	7,2 a	3,0 b
Humedad	2,8 c	7,1 b	9,9 c	5,3 b	6,1 b	9,8 a
Dulzor	8,4 a	5,8 a	6,0 a	9,9 a	9,1 a	9,0 a
Acidez	7,1 a	5,8 a	5,6 a	6,0 a	4,7 ab	3,5 b
S. Típico	9,8 a	5,8 b	5,1 b	8,9 a	5,3 a	7,3
S. Desag	2,4 a	7,5 b	9,2 b	4,1 a	8,0 a	4,7 a
G. Amargo	3,2 b	9,5 a	10,3 a	3,0 a	5,7 a	4,1 a

Letras minúsculas distintas para una misma fila y para cada ensayo indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Referencias. M-E-T: Tipo de pelado Manual, Enzimático, I Térmica.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN



Referencias 1°-2° = Primer y segundo ensayo. M-E-T: Tipo de pelado Manual, Enzimático, I Térmica.

Figura 13: Análisis del perfil de sabor de gajos de naranja Navelina sometidos a distintos pelados.

Naranja Salustiana

Los resultados obtenidos en los dos ensayos de análisis sensorial de gajos de naranja Salustiana luego de 24 hs de realizar los distintos tipos de pelados se pueden observar en la Tabla 17 y en la Figura 14. Los cítricos que se repite para los gajos pelados enzimáticamente.

Los atributos Humedad, Presencia de albedo y Sabor típico presentaron el mismo comportamiento que en la variedad Navelina. Se pudo observar que el atributo Sabor pasado no caracterizó a los

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

gajos pelados para esta variedad. Sensorialmente no se encontraron importantes diferencias en el atributo de Acidez para los distintos tratamientos. Se observó una mayor valoración sensorial del proceso manual en el atributo Integridad del gajo con respecto a los otros pelados.

Tabla 17: Evaluación sensorial de naranja Salustiana

ATRIBUTO	TRATAMIENTOS					
	1° Cosecha			2° Cosecha		
	M	I	E	M	I	E
Integridad	12,4 a	9,1 b	8,0 b	11,8 a	9,6 b	8,2 b
P. Albedo	9,9 a	6,8 b	2,1 c	9,6 a	7,2 a	3,5 b
Humedad	4,9 b	6,8 b	11,1 a	3,5 b	5,8 b	11,3 a
Dulzor	8,3 a	8,8 a	6,4 a	8,7 a	4,8 c	6,8 b
Acidez	6,8 a	4,7 b	5,4 ab	5,6 a	5,6 a	4,5 a
S. Típico	9,0 a	7,8 ab	5,6 b	9,4 a	5,4 b	6,9 b
S. Desag	2,7 b	5,6 a	6,2 a	2,9 a	5,0 a	4,8 a
G. Amargo	2,9 b	5,2 ab	8,6 a	2,2 b	10,2 a	4,4 b

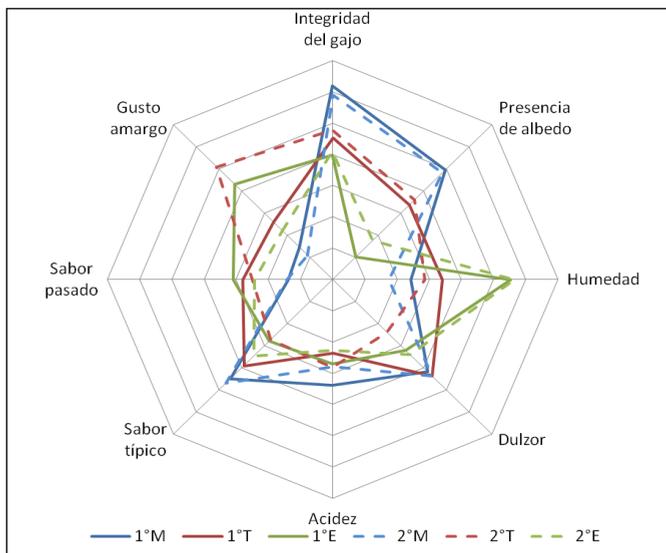
Letras minúsculas distintas para una misma fila y para cada ensayo indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Referencias. M-E-T: Tipo de pelado Manual, Enzimático, I Térmica.

Diversos trabajos que evalúan distintos métodos de pelados de naranjas informan resultados variables, por ejemplo no detectan diferencias significativas debido al método de pelado en los atributos de sabor y aroma a cítricos (Barrios *et al.*, 2014; Arruda *et al.*, 2008; Pinheiro, 2008; Pinnavaia, *et al.*, 2004; Pretel *et al.*,

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

1998). Sin embargo estos mismos trabajos informan que sí detectan diferencias significativas en otros atributos sensoriales como integridad, apariencia, color, etc. Barrios *et al.*, (2014) comparando pelados enzimáticos y por infusión en gajos de naranja Valencia informan diferencias en el atributo de integridad del gajo, mientras que para los atributos de acidez, dulzor, jugosidad y firmeza no detectaron diferencias.



Referencias 1°-2° = Primer y segundo ensayo. M-E-T: Tipo de pelado Manual, Enzimático, I Térmica.

Figura 14: Análisis del perfil de sabor de gajos de naranja Salustiana sometidos a distintos pelados.

Asimismo, Pinnavaia *et al.*, (2004) comparando naranjas Hamlin y Valencia peladas con enzimas y por infusión, encuentran

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

una mejor puntuación en textura y apariencia en los gajos pelados con enzimas. La textura de estos gajos, si bien son percibidos como más blandas, los otros tratamientos no fueron percibidos positivamente debido a la dureza de las membranas y la presencia de albedo que dificultaba la masticabilidad. Con respecto a la apariencia, los gajos tratados con enzimas, presentaron diferencias significativas luego de 24 hs de almacenamiento y un aspecto liso y brillante como resultado de la ausencia de albedo, por el contrario los otros tratamientos eran blanquecinos y opacos. Esto contrasta con los resultados obtenidos en nuestros ensayos en los que los frutos tratados enzimáticamente, en donde los gajos fueron brillante y con apariencia húmeda, fueron calificados negativamente. En este mismo sentido Pinheiro *et al.*, (2008), informan que las evaluaciones sensoriales de aceptabilidad y preferencias en naranjas de la variedad Valencia y Pera en los frutos tratados térmicamente (50°C, 30 minutos), tuvieron notas superiores en ambas variedades, debido al menor contenido de albedo y los menores daños en los frutos.

Los atributos de sabor y textura son informados por Donadon *et al.*, (2004) evaluando naranja de la variedad Pera peladas manual y mecánicamente, las que presentaron luego de 3 días de almacenamiento, textura adecuada y buen sabor, y no presentaban diferencias con respecto a frutos frescos. Sin embargo en los frutos pelados enzimáticamente luego de 24 hs de

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

almacenamiento la textura fue adecuada pero con sabor desagradable.

Por su parte Ismail *et al.*, (2005) evaluando pelado enzimático en naranja Valencia, durante el período de cosecha indican que el sabor de los gajos está influenciado por el tiempo de almacenamiento más que por el momento de cosecha. En este sentido Rocha *et al.*, (1995) comparando entre frutos frescos y gajos pelados manualmente y envasados, solo detectan diferencias significativas sensoriales luego de 5 días de almacenamiento. Asimismo Karakay *et al.*, (2010) evaluando distintos materiales de envase y atmosferas en naranjas peladas manualmente, indican que sí bien los gajos son estables en términos químicos y microbiológicos durante 25 días, la evaluación sensorial solo encuentra como aceptable el producto hasta los 10 días. Por su parte Pretel *et al.*, (1998), evaluando naranja Salustiana peladas manual y enzimáticamente con distintos envasados, no detectan diferencias iniciales en aroma, gusto, dulzor y consistencia entre pelados, pero a partir de los 4 días las diferencias se detectan en el gusto y el aroma, pero lo atribuyen al envasado principalmente.

Podemos mencionar que distintos atributos sensoriales pueden ser influenciados por variables del proceso como el tiempo y temperatura de almacenamiento, el envase y condiciones de procesado, entre otros. En el presente estudio la evaluación sensorial de los gajos de ambas variedades de naranjas permitió

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

determinar diferencias significativas en distintos atributos debido al tipo de pelado, tanto aquellos de apreciación visual como así también en algunos de calidad interna.

4.2. Influencia del método de pelado en la calidad de mandarinas mínimamente procesadas.

4.2. a. Sólidos solubles, acidez e índice de madurez

La variedad Nova presentó en ambos ensayos valores de porcentaje de jugo e índice de madurez superiores a los mínimos establecidos por la legislación, necesarios para su comercialización como frutas fresca en el mercado interno (SENASA, 2001), por su parte la variedad Ellendale en su primer cosecha no alcanzó el valor de índice de madurez. Los valores se pueden observar en la Tabla 18.

Tabla 18: Valores de calidad interna en mandarinas para ambos ensayos.

Variedad	Ensayo	Sólidos	Acidez	Índice madurez
Nova	1°Cosecha	13,5 ± 0,5	1,53 ± 0,2	8,8 ± 0,7
	2°Cosecha	12,4 ± 0,1	0,92 ± 0,0	13,4 ± 0,2
Ellendale	1°Cosecha	12,7 ± 0,4	1,97 ± 0,1	6,5 ± 0,3
	2°Cosecha	12,9 ± 0,5	1,07 ± 0,0	12,1 ± 1

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El porcentaje de jugo en los frutos de la variedad Nova fue de $43,4 \pm 0,6$ % para la primer cosecha, mientras que en su segunda cosecha los valores fueron $41,4 \pm 0,7$ %. Por su parte la variedad Ellendale presentó para la primer cosecha un porcentaje de jugo de $49,2 \pm 0,9$ %. Al igual que en naranjas, las diferencias de índices de madurez entre los ensayos fueron superiores a 4 puntos.

Luego de someter las mandarinas a los distintos métodos de pelados, los valores de los parámetros solo presentaron diferencias significativas en el primer ensayo, en ambas variedades. En la Tabla 19 se observan los p-valores del análisis de varianza para mandarinas.

Tabla 19: Efecto del tipo de pelado en el contenido de sólidos solubles, acidez e índice de madurez (p-valor).

Efecto Principal	Variedad	Ensayo	p - valor		
			Sólidos	Acidez	Índice madurez
Pelado	Nova	1°Cosecha	0,0002	0,0004	0,0042
		2°Cosecha	0,4596	0,7983	0,9552
	Ellendale	1°Cosecha	0,4803	0,0115	0,0015
		2°Cosecha	0,2602	0,9523	0,9764

Las diferencias en las variables de calidad interna en mandarinas debido al tipo de pelado se observaron en frutos de la 1° cosecha. Estas diferencias se dieron entre los frutos con pelado

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

manual y los que recibieron tratamiento por infusión térmica y con enzima.

Escasos trabajos han investigado la influencia del pelado en la calidad interna de mandarinas mínimamente procesadas, sin embargo algunos estudios informan que la calidad interna es raramente alterada; Pinheiro en (2008), no encontró diferencias significativas por efecto de los distintos tratamientos de pelados térmicos en mandarina de la variedad Murcott. Del mismo modo Kluge *et al.*, (2003), no observaron variaciones significativas en sólidos solubles, acidez e índice de madurez, en mandarinas Murcott peladas manualmente y conservadas a distintas temperaturas de refrigeración por 9 días. Resultados similares fueron observados en mandarinas Nova y Clemenules peladas manualmente y almacenadas 6 días a 5 °C más un día a 10 °C (Tibola *et al.*, 2006). Así mismo, Del Caro *et al.*, (2004) trabajando con gajos de mandarinas Palazzelli peladas manualmente y luego de 4 días a 4°C no encuentran diferencias en la acidez y sí en sólidos solubles.

El tipo de pelado no influyó en el contenido de sólidos solubles de mandarinas. Al igual que lo observado en naranja Navelina los tratamientos enzimáticos y térmicos pueden influir significativamente en el contenido de acidez de los frutos con menor índice de madurez.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

4.2.b. Color

Las mediciones instrumentales de color en gajos de mandarinas de la variedad Nova mostraron influencia significativas debido al efecto del tipo de pelado, como puede observarse en la Tabla 20. La componente de color L^* en el pelado manual se diferenció en ambas cosechas con valores mayores que los demás tratamientos. Para el valor a^* de color, se detectan diferencias para la primera cosecha. En la componente b^* se puede observar una variación en los gajos tratados manualmente para la primera cosecha, efecto que no pudo ser observado en la segunda.

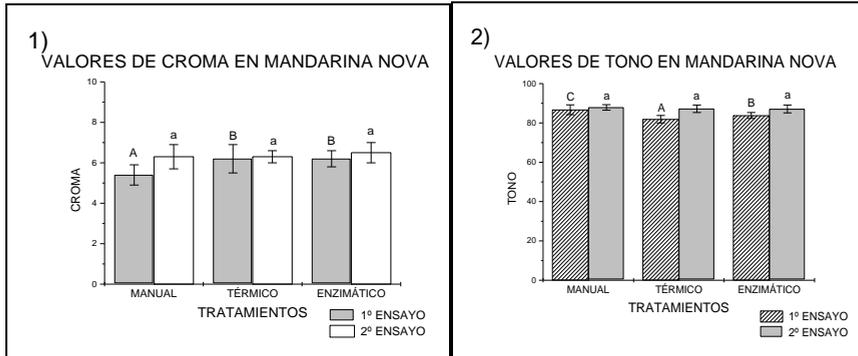
Tabla 20: *Parámetros de color en gajos de mandarinas Nova sometidas a distintos pelados, para ambas cosechas (medias \pm DS).*

Ensayo	Tratamiento	Parámetros de color		
		L^*	a^*	b^*
Primero	Manual	66,3 \pm 8 b	-0,2 \pm 1,2 a	14,2 \pm 2 a
	I. Térmica	51,1 \pm 5a	1,9 \pm 0,8 b	16,3 \pm 2 b
	Enzimático	51,4 \pm 2 a	2,4 \pm 0,5 b	17,4 \pm 2 b
Segundo	Manual	56,2 \pm 4 b	0,6 \pm 0,7a	19,3 \pm 4 a
	I. Térmica	48,7 \pm 3 a	0,5 \pm 1,1 a	19,0 \pm 2 a
	Enzimático	46,8 \pm 1 a	1,0 \pm 0,7 a	20,2 \pm 3 a

Letras diferentes en una misma columna y por cada cosecha indican diferencias significativas entre las medias ($p < 0,05$).

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Con respecto a los componentes de color “tono” y “croma” se pudo observar diferencias significativas por tipo de pelados para la primera cosecha en ambos valores, efecto que no se pudo observar en el segundo ensayo (Figura 15).



Letras minúsculas distintas para un mismo ensayo indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Figura 15: Valores de Croma y Tono en gajos de mandarina Nova luego de 24 horas de sometidos a distintos tipos de pelados.

El color de mandarinas Ellendale presentó un comportamiento similar al observado en los gajos de la variedad Nova y en ambas naranjas, en lo que respecta a la componente L*. Se pudo detectar un efecto significativo debido al tipo de pelado con un mayor valor en los gajos tratados manualmente. Además, estos gajos presentaron para la componente a* los valores más bajos en ambos ensayos. Mientras que la componente b*, no mostró una tendencia clara, como puede observarse en la Tabla 21.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Tabla 21: *Parámetros de color en gajos de mandarinas Ellendale sometidos a distintos pelados, para ambos ensayos. (medias \pm DS).*

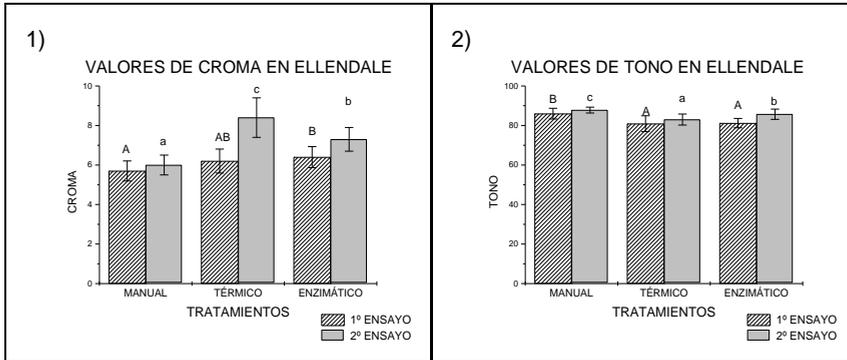
Ensayo	Tratamiento	Parámetros de color		
		L*	a*	b*
Primero	Manual	64,9 \pm 7 b	-0,4 \pm 1 a	15,5 \pm 3 a
	I. Térmica	44,2 \pm 3 a	2,5 \pm 1 b	15,3 \pm 1 a
	Enzimático	44,5 \pm 3 a	2,6 \pm 1 b	16,6 \pm 1 a
Segundo	Manual	71,5 \pm 5 c	0,2 \pm 1 a	17,9 \pm 3 a
	I. Térmica	51,9 \pm 4 a	3,6 \pm 2 c	28,3 \pm 4 c
	Enzimático	58,3 \pm 3 b	1,3 \pm 1 b	24,1 \pm 3 b

Letras diferentes en una misma columna y por cada cosecha indican diferencias significativas entre las medias ($p < 0,05$).

El tono de color de mandarinas Ellendale muestra el mismo comportamiento observado en naranjas donde el pelado por infusión térmica presenta valores menores que el manual en ambos ensayos.

Los valores de los parámetros de color obtenidos para ambas variedades son similares a los informados por Pintos *et al.*, (2007) en mandarinas de la variedad Ponca peladas manualmente y almacenadas a 5°C. Las mismas presentaron valores de luminosidad de 53-58, valores de b* en el rango de 15-20, mientras que el valor de a* tuvo media de 3,9.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN



Letras minúsculas distintas para un mismo ensayo indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Figura 16: Valores de Croma y Tono en gajos de mandarina Ellendale luego de 24 horas de sometidos a distintos tipos de pelados.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo difieren de lo informado por Pinehiro, (2008), quien no encuentra diferencia en la luminosidad entre frutos pelados térmica y manualmente para mandarinas de la variedad Murcott, atribuyendo este efecto a la poca presencia de albedo en los gajos tratados manualmente. Similar comportamiento pudo observar para el croma.

4.2.c Porcentaje de fruto comestible y humedad exterior

El contenido de humedad exterior en los gajos de las dos variedades de mandarinas estudiadas presentó influencias significativas debidas al tipo de pelado. Los valores pueden observarse en las Tablas 22 y 23. El menor contenido de humedad

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

exterior se presenta en el pelado manual diferenciándose significativamente de los otros tratamientos, especialmente con el enzimático para ambos ensayos y variedades. Similar comportamiento se pudo observar en los gajos de naranjas.

El porcentaje de frutos comestible para las variedades Nova y Ellendale presentaron el mismo comportamiento para ambos ensayos observándose un mayor rendimiento para los tratamientos con infusión térmica con respecto al pelado manual.

Tabla 22: Porcentajes de humedad y fruto comestible en mandarina Nova sometidas a distintos pelados, para ambas ensayos (medias \pm DS).

Ensayo	Tratamiento	Porcentaje de humedad	Porcentaje de fruto comestible
1°	Manual	0,08 \pm 0,03 a	78,8 \pm 2,6 a
	I. Térmica	0,37 \pm 0,07 b	84,2 \pm 1,9 b
	Enzimático	0,36 \pm 0,17 b	85,5 \pm 1,7 b
2°	Manual	0,85 \pm 0,29 a	71,9 \pm 3,4 a
	I. Térmica	1,17 \pm 0,36 a	79,4 \pm 3,9 b
	Enzimático	3,83 \pm 1,24 b	75,9 \pm 3,7 ab

Como se ha indicado en naranjas se puede observar la influencia del método de pelado en la superficie de los gajos de mandarinas las cuales quedan con un contenido de humedad significativamente superior a las peladas manualmente.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Tabla 23: Porcentajes de humedad y porcentaje de fruto comestible en mandarina Ellendale sometidas a distintos pelados (medias \pm DS).

Ensayo	Tratamiento	Porcentaje de humedad	Porcentaje de fruto comestible
1°	Manual	0,34 \pm 0,10 a	82,1 \pm 1,0 a
	I. Térmica	1,19 \pm 0,19 b	86,5 \pm 4,2 b
	Enzimático	2,48 \pm 0,30 c	85,5 \pm 2,0 b
2°	Manual	0,11 \pm 0,02 a	81,8 \pm 2,7 a
	I. Térmica	0,80 \pm 0,16 b	87,4 \pm 3,8 b
	Enzimático	1,88 \pm 0,077 c	84,8 \pm 2,1 b

4.2.d. Firmeza

La firmeza de los gajos de mandarina Nova presentó similar comportamiento para ambos ensayos en los parámetros de distancia y gradiente. En la Tabla 24 pueden observarse los p-valores del ANOVA para ambos ensayo.

La firmeza de los gajos de la variedad Ellendale, por su parte presentaron el mismo comportamiento para ambos ensayos, siendo el pelado manual, con valores de 0,20 \pm 0,03 y 0,19 \pm 0,03, el tratamiento que presenta los mayores valores de gradiente y diferenciándose significativamente con respecto al pelado enzimático que presentaron los menores valores comprendidos entre 0,17 \pm 0,03 y 0,16 \pm 0,03.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Tabla 24: Efecto del tipo de pelado en la firmeza de gajos de mandarinas (*p*-valor).

Efecto Principal	Variedad	Ensayo	p - valor	
			Distancia	Gradiente
Pelado	Nova	1°Cosecha	0,799	0,8250
		2°Cosecha	0,499	0,3828

4.1.e. Contenido de acetaldehído y etanol

La variedad Nova presentó en los frutos frescos en el primer ensayo un contenido de acetaldehído de $4,9 \pm 0,8 \mu\text{g.L}^{-1}$ y $149,7 \pm 15,1 \mu\text{g.L}^{-1}$ de etanol. Para la variedad Ellendale, los contenidos de acetaldehído y etanol en el primer ensayo, fueron de $7,7 \pm 0,2$ y $213,8 \pm 12,5 \mu\text{g.L}^{-1}$; mientras que el segundo ensayo presentaron valores de $6,9 \pm 0,5 \mu\text{g.L}^{-1}$ y $175,7 \pm 8,3 \mu\text{g.L}^{-1}$ de estos compuestos volátiles.

Los contenidos de acetaldehído y etanol en mandarina Nova no fueron influenciados por el tipo de pelado para el primer ensayo. Mientras que la variedad Ellendale presentó los menores valores de estas sustancias para los gajos pelados manualmente, en ambos ensayos, siendo el tratamiento enzimático el que presenta el mayor contenido en etanol. Sin embargo los niveles de estos compuestos distan de los valores umbrales indicados como responsables de malos sabores. En diferentes híbridos de mandarina se indicó el valor de $150 \mu\text{g.L}^{-1}$ de etanol como uno de los responsable de la

pérdida de calidad de fruto fresco (Hagenmaier, 2002). Por su parte Shi *et al.*, (2005) describen que mandarinas Murcott sometidos a anaerobiosis por 48 hs y con niveles de etanol superiores a $40 \mu\text{g.L}^{-1}$ y $6 \mu\text{g.L}^{-1}$ de acetaldehído son suficientes para alterar su aceptabilidad.

4.2.f. Análisis sensorial

La calidad sensorial de frutas y verduras, y particularmente de las mandarinas, se determina por la percepción y la integración de diferentes atributos. Estudios de evaluación sensorial en mandarinas de la variedad Or, Mor W Murcott, Owari y Clemenules demuestran que una disminución gradual en la aceptabilidad sensorial, se atribuye a una disminución de la acidez y sabor típico a mandarina, por una parte, y por la acumulación de sabores desagradables por otro. (Obenland *et al.*, 2011; Tietel *et al.*, 2010; 2011; Marcilla *et al.*, 2009).

Mandarina Nova

Los resultados del análisis sensorial de gajos de mandarina Nova se pueden observar en la Tabla 25 y en el perfil sensorial de la Figura 17. El tratamiento manual en ambos ensayos fue el que recibió la mayor puntuación para los atributos de Sabor típico, Integridad del Gajo Dulzor y Presencia de albedo. Por su parte el

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

pelado enzimático se caracterizó por su elevado contenido de Humedad y baja Presencia de albedo.

Tabla 25: Evaluación sensorial de mandarina Nova

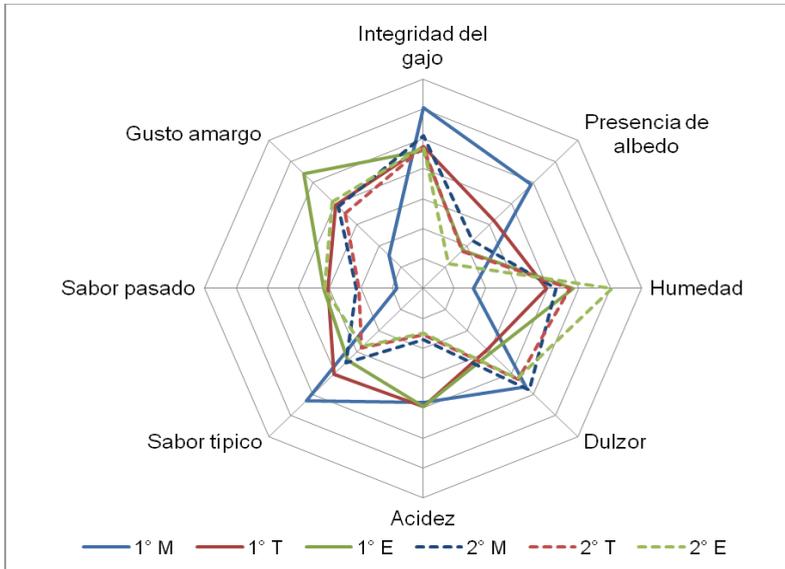
ATRIBUTO	TRATAMIENTOS					
	1° Cosecha			2° Cosecha		
	M	I	E	M	I	E
Integridad	12,1 a	9,5 ab	9,2 b	10,2 a	9,4 a	9,5 a
P. Albedo	9,8 a	6,4 b	3,6 b	4,5 a	3,5 ab	2,3 b
Humedad	3,2 b	7,9 a	9,6 a	8,5 b	9,4 b	12,1 a
Dulzor	9,3 a	5,8 b	6,1 b	9,6 a	8,6 a	8,5 a
Acidez	7,6 a	7,9 a	7,9 a	3,4 a	3,1 a	3,0 a
S. Típico	10,6 a	8,1 ab	6,8 b	7,0 a	5,6 a	5,5 a
S. Desag	1,7 b	6,1 a	6,4 a	4,3 a	4,1 a	6,3 a
G. Amargo	3,1 b	7,9 a	10,8 a	7,7 a	7,1 a	8,2 a

Letras minúsculas distintas para una misma fila y para cada ensayo indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Referencias. M-E-T: Tipo de pelado Manual, Enzimático, I Térmica.

Se puede observar que el atributo Gusto amargo caracterizó a los gajos tratados por infusión térmica y enzimáticamente del 1° ensayo, efecto que no se observó en el segundo ensayo. El atributo Acidez estuvo más influenciado por la materia prima que por los tratamientos.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN



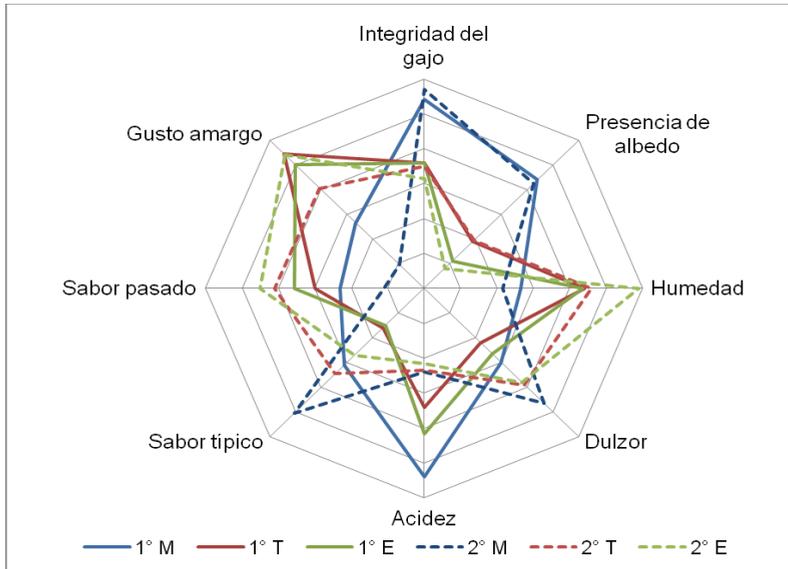
Referencias 1°-2° = Primer y segundo ensayo. M-E-T: Tipo de pelado Manual, Enzimático, I Térmica.

Figura 17: Análisis del perfil de sabor de gajos de mandarina Nova sometidos a distintos pelados.

Mandarina Ellendale

Los resultados del análisis sensorial de gajos de mandarina Ellendale se muestran en el perfil sensorial de la Figura 18 y la Tabla 26. Se puede observar que los atributos de Acidez y Dulzor son influenciados por la calidad de los frutos y no por los tratamientos.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN



Referencias 1°-2° = Primer y segundo ensayo. M-E-T: Tipo de pelado Manual, Enzimático, I Térmica.

Figura 18: Análisis del perfil de sabor de gajos de mandarina Ellendale sometidos a distintos pelados.

Los gajos pelados enzimáticamente y por infusión térmica presentan para ambos ensayos perfiles sensoriales similares. En los atributos Integridad del gajo, humedad y presencia de albedo se observó una marcada diferencia entre el pelado manual y los otros métodos de pelado. Los atributos Gusto amargo y Sabor pasado fueron característicos de los pelados enzimáticos y por infusión térmica.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Tabla 26: Evaluación sensorial de mandarina Ellendale

ATRIBUTO	TRATAMIENTOS					
	1° Cosecha			2° Cosecha		
	M	T	E	M	T	E
Integridad	10,8 a	7,2 b	7,2 b	11,4 a	7,0 b	6,3 b
P. Albedo	8,8 a	3,8 b	2,2 b	8,5 a	3,9 b	1,6 c
Humedad	5,3 a	8,8 a	8,7 a	4,3 c	9,2 b	11,8 a
Dulzor	6,0 a	4,4 a	5,3 a	9,3 a	7,8 a	7,6 a
Acidez	10,8 a	6,8 a	8,3 a	4,8 a	4,7 a	4,3 a
S. Típico	6,2 a	3,2 b	3,0 b	10,1 a	6,9 b	5,4 b
S. Desag	4,6 a	6,0 a	7,1 a	2,2 b	8,2 a	9,0 a
G. Amargo	5,3b	10,9 a	10,0 a	1,9 c	8,1 b	10,8 a

Letras minúsculas distintas para una misma fila y para cada ensayo indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Referencias. M-E-T: Tipo de pelado Manual, Enzimático, I Térmica.

Otros investigadores (Liu *et al.*, 2004) encontraron diferencias similares evaluando sensorialmente el pelado manual y enzimático en mandarina a través de una prueba QDA pero analizando otros atributos sensoriales. Por ejemplo: el Olor y la Aceptabilidad General en ambos productos son similares, pero se diferenciaron en el Color, presentando el enzimático un color más naranja; la Firmeza, es mayor en el manual; en Apariencia, la mayor puntuación fue para los gajos tratados con enzimas; y en Viscosidad que fue uno de los aspectos negativos descriptos por los panelistas.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En cambio, Pinheiro en (2008) comparando mandarinas Murcott peladas manual y térmicamente, no detectan diferencias significativas en el sabor entre tratamientos. Además Kluge *et al.*, (2003), evaluando esta misma variedad procesada manualmente indican que pueden mantenerse a 2°C durante 9 días en buenas condiciones organolépticas.

4.3. Análisis de Componentes Principales para cítricos sometidos a distintos tipo de pelados.

Con el fin de conocer la relación entre todas las variables estudiadas, tanto las fisicoquímicas como las sensoriales, y evaluar aquellas que pudieran influir de una manera importante en la caracterización del producto se realizó un estudio de correlaciones.

Naranjas

Los resultados obtenidos en la evaluación de los parámetros de calidad analizados en las naranjas con distintos tipos de pelados fueron sometidos a un Análisis de Componentes Principales. La Figura 19 muestra el peso de las variables evaluadas en cada componente, y la Figura 20 muestra las coordenadas para los distintos tipos de pelados y variedades, en cada componente.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

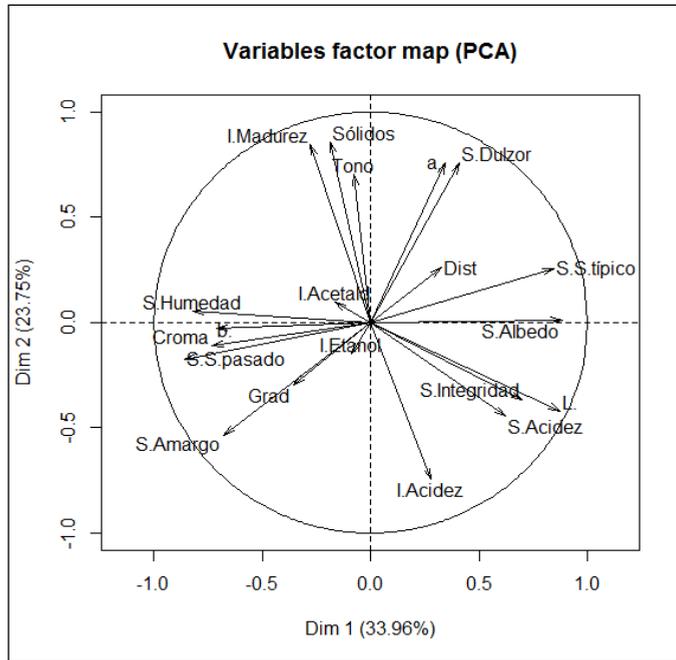


Figura 19: Análisis de componentes principales para las variables estudiadas para naranjas sometidas a distintos tipos de pelados.

Los tres primeros componentes principales (CP) explicaron un 76,7 % del total de la varianza, siendo el CP1 el que explicó el mayor porcentaje con 34,0 %. Las variables evaluadas que mejor correlacionaron significativa y positivamente con la CP1 fueron, los atributos Presencia de Albedo, Sabor típico y el parámetro de color L*. Mientras que los atributos Humedad y Sabor pasado tuvieron una correlación negativa y significativa con esta componente (Tabla 27).

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Tabla 27: Coeficientes de correlación para las variables que resultaron significativas con el CPI en gajos de naranjas con distintos tipos de pelados.

Variable	CP 1	p-valor
P. de albedo	0,881	0,0001
L*	0,872	0,0002
S.típico	0,845	0,0005
Integridad	0,699	0,0114
Acidez	0,621	0,0312
Amargo	-0,678	0,0153
b*	-0,713	0,0092
Croma	-0,733	0,0067
Humedad	-0,823	0,0010
S.pasado	-0,856	0,0004

El segundo componente explicó el 23,75 % de la varianza de los datos. Siendo las variables Sólidos solubles e Índice de Madurez las de mayor correlación positiva y la Acidez la de correlación significativa y negativa (Tabla 28).

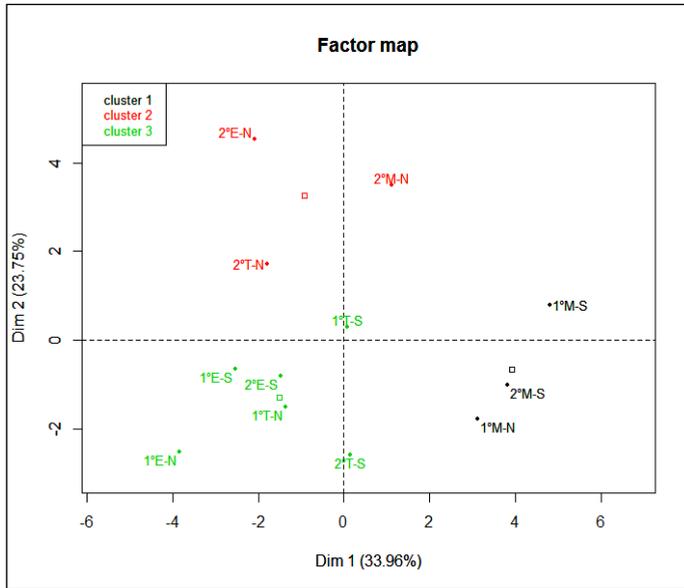
4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Tabla 28: *Coeficientes de correlación para las variables que resultaron significativas con el CP2 en gajos de naranjas con distintos tipos de pelados.*

Variable	CP 2	p-valor
Sólidos S.	0,860	0,0003
I.Madurez	0,848	0,0005
a*	0,758	0,0043
Dulzor	0,757	0,0044
Tono	0,702	0,0110
Acidez	-0,746	0,0053

La Figura 20 muestra la representación de los distintos tratamientos evaluados en los planos factoriales, donde se pueden observar tres agrupaciones, una de ellas conformadas por los pelados manuales de Salustiana y el 1º pelado manual de Navelina que se situaron en el semiplano derecho caracterizado por Sabores típicos, presencias de albedo. Por su parte el segundo ensayo en naranja Navelina no presentó una marcada influencia debido a los tratamientos y se agruparon por su elevado contenido de Sólidos solubles, Dulzor y elevado Índice de Madurez. Sin embargo la variedad Salustiana y el primer ensayo en Navelina presentaron diferencias entre tratamientos, agrupándose los tratamientos por infusión térmica y enzimáticos los cuales fueron caracterizados por un Sabor pasado y un alto contenido de Humedad.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN



Referencias 1°-2° = Primer y segundo ensayo. M-E-T: Tipo de pelado Manual, Enzimático, I Térmica. S-N: Naranjas Salustiana y Navelina.

Figura 20: Análisis de componentes principales para naranjas sometidos a distintos tipos de pelados.

Este análisis nos permite identificar las diferencias que se observan en los atributos de calidad debido a los distintos métodos de pelados. Esto nos permitió agruparlos de acuerdo a sus características fisicoquímicas y sensoriales, diferenciándose el pelado manual de los demás. Este comportamiento no se cumple cuando el estado de madurez es avanzado para la naranja Navelina.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Mandarinas

El Análisis de Componentes Principales realizados a las variables estudiadas en mandarina, pueden observarse en las Figura 21 y 22. En la primer figura se observa el peso de las variables evaluadas en cada componente, mientras que en la segunda se muestra las coordenadas de los distintos tipo de pelados y variedades para cada componente.

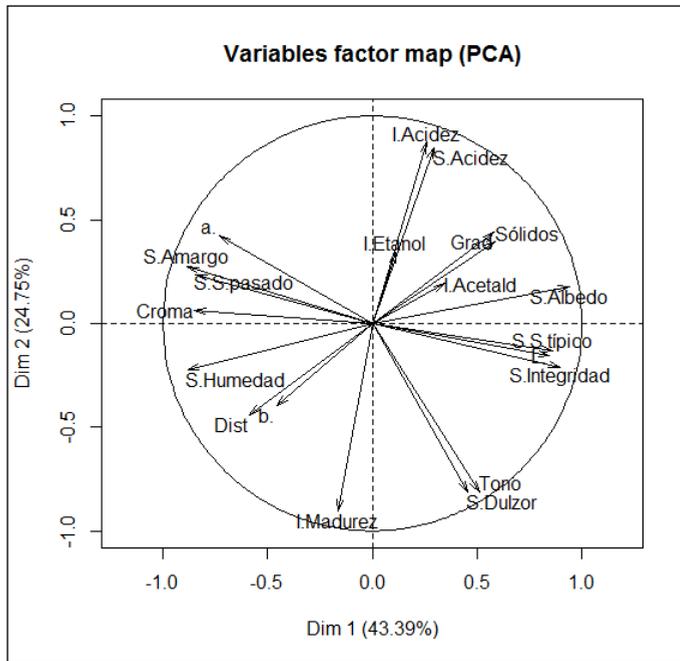


Figura 21: Análisis de componentes principales de las variables estudiadas para mandarinas sometidas a distintos tipos de pelados.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Las tres primeras componentes principales (CP) explicaron un 84,0 % del total de la varianza, siendo el CP1 el que explicó un 43,4 %. Las variables evaluadas que mejor correlacionaron significativa y positivamente con la CP1 fueron las mismas que se observaron para naranjas. Mientras que los atributos Humedad y Sabor amargo y Croma tuvieron una correlación negativa y significativa con esta componente (Tabla 29).

Tabla 29: *Coefficientes de correlación para las variables que resultaron significativas con el CP1 en gajos de mandarinas con distintos tipos de pelados.*

Variable	CP 1	p-valor
P. de albedo	0,940	0,0000
Integridad	0,895	0,0000
S.típico	0,861	0,0003
L*	0,846	0,0005
Croma	-0,849	0,0004
Humedad	-0,881	0,0001
S.Amargo	-0,885	0,0001

El segundo componente explicó el 24,8 % de la varianza de los datos. Siendo las variables Acidez, tanto instrumental como sensorial las de mayor correlación positiva, por su parte el I.Madurez y el Dulzor presentaron una correlación significativa y negativa (Tabla 30)

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

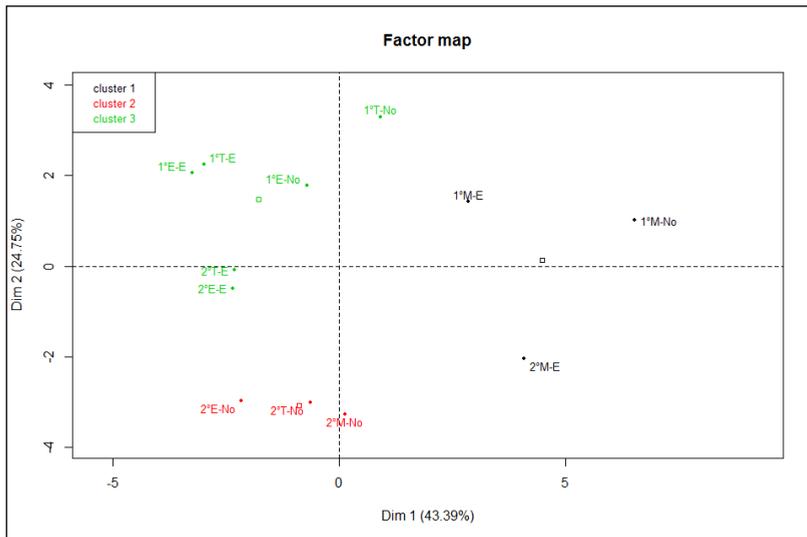
Tabla 30: Coeficientes de correlación para las variables que resultaron significativas con el CP2 en gajos de mandarinas con distintos tipos de pelados.

Variable	CP 2	p-valor
Acidez.	0,875	0,0002
S.Acidez	0,847	0,0005
Tono	0,758	0,0043
Dulzor	-0,813	0,0013
I.Madurez	-0,904	0,0000

En la Figura 22 donde se representan los gajos de mandarinas con distintos pelados, se puede observar un comportamiento similar al descrito anteriormente para naranjas. En la misma se destacan tres agrupaciones, por una parte a la derecha del plano factorial se encuentra los tratamientos manuales de la variedad Ellendale y Nova en su primer ensayo, que se caracterizan con las variables Presencia de albedo y Sabor típico entre otras. Por su parte los frutos de la variedad Nova en el segundo ensayo no tuvieron una marcada influencia por el tipo de pelado realizado y se caracterizaron con las variables I. Madurez y Dulzor. Sin embargo en los demás ensayos las diferencias debido al tratamiento fueron marcadamente expuestas, agrupandose los tratamientos enzimáticos e infusión térmica, los que se relacionaron

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

con las variables Humedad, Sabor amargo y Acidez tanto instrumental como sensorial.



Referencias 1°- 2°= Primer y segundo ensayo. M-E-T: Tipo de pelado: Manual, Enzimático, I Térmica. E-No: Mandarinas Ellendale y Nova.

Figura 22: Análisis de componentes principales para mandarinas sometidos a distintos tipos de pelados.

Las mandarinas presentan un comportamiento similar al observado en naranjas donde los cambios debido al tipo de pelado afectan principalmente las propiedades sensoriales encontrándose diferencias entre los tratamientos, enzimático e infusión térmica, con el manual, este comportamiento no se cumplió con un estado de madurez es avanzado para mandarina Nova.

4.4. Microorganismos en gajos pelados

4.4.1. Flora alterante

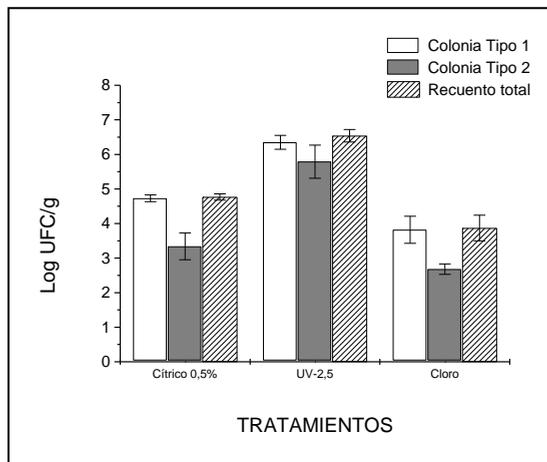
Con el propósito de evaluar la flora alterante de los gajos de cítricos, se realizaron los ensayos según se describieron en el apartado 3.2.2.a. Luego del almacenamiento frigorífico se llevaron a cabo recuentos de microorganismos aerobios mesófilos, en los gajos “Control” y tratados con distintos métodos de desinfección. Para su clasificación se realizaron observaciones macroscópicas y microscópicas de sus características morfológicas (tamaño, forma y color de la colonia, forma, tipo de agrupación y tamaño de las células, etc.). El estudio de la morfología demostró la presencia principalmente de levaduras y mohos en una proporción cercana al 95 % de los recuentos para todos los ensayos.

Los tratamientos “Control”, en los tres ensayos en los que se evaluaron ácido cítrico, radiación UV-C e hipoclorito de sodio, presentaron recuentos de microorganismos totales variables con valores promedios de $1,0 \times 10^5$, $7,7 \times 10^6$ y $4,8 \times 10^3$ de UFC.g⁻¹, respectivamente. Si bien se observaron desarrollo de hongos filamentosos especialmente en los tratamientos “Control” luego del almacenamiento, la mayor parte del recuento estuvo integrado por levaduras. Dentro de este grupo se pudo observar una gran abundancia, en los tratamientos con desinfección (Figura 23), de dos tipos de levaduras las cuales fueron identificadas como Tipo 1

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

y Tipo 2 que presentaban las siguientes características morfológicas:

- Tipo 1: colonias de coloración blanca, brillante, con bordes enteros y definidos, aspecto húmedo y mucoide y poco elevadas.
- Tipo 2: colonias de coloración rosa pálido, brillantes, con bordes enteros y definidos, aspecto húmedo y poco elevadas.



Recuentos de microorganismos luego de 5 días de conservación a 5°C.

Figura 23: Recuento de microorganismos en función de los distintos tratamientos de desinfección ensayados.

Estos datos coinciden con los informados por otros investigadores que evaluando recuentos de microorganismos en distintas frutas frescas cortadas comercializadas en supermercados, hallaron recuentos variables de levaduras y mohos en el rango de

<2,0 y 9,72 log₁₀ UFC.g⁻¹ (Tournas *et al.*, 2006); por su parte Abadía *et al.*, en (2008), evaluando fruta cortada en supermercados de España informa recuentos de aerobios mesofilos menores de 10⁵ UFC.g⁻¹ en estos productos.

4.4.2. Identificación de cepas alterantes

Las muestras enviadas a los laboratorios de Biotecnologías y Microbiología de la Facultad de Ciencias de la Alimentación de la Universidad Nacional de Entre Ríos, fueron identificados como:

- Tipo 1: *Cryptococcus neoformans*
- Tipo 2: *Rhodotorula glutinis*

Levaduras de estos géneros son flora habitual tanto de la superficie de los frutos (Ferreyra, 2012, 2006; Benítez y Carrillo, 2004) como de los jugos (Andrés *et al.*, 2001) y gajos de cítricos (Pao *et al.*, 1997). Está demostrado que *Rhodotorula glutinis*, induce la biosíntesis de fitoalexina en cítricos frescos y permite el control de hongos patógenos como el *Penicillium digitatum* (Arras *et al.*, 2006; Zheng *et al.*, 2005). Por otra parte, está especie es una flora alterante de productos frescos cortados con pH elevados (5,5-5,9) como la papaya (Calderón- Gabaldón *et al.*, 2012) o los gajos de cítricos (pH: 4,5-5,5) evaluados en los presentes ensayos, e informados también por otros investigadores (Pinnavaia *et al.*, 2007).

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Por su parte Tounas *et al.*, en (2006) indica que las ensaladas de frutas pueden ser fácilmente degradadas por levaduras y que específicamente el género *Rhodotorula* es uno de las más abundantes en este tipo de productos. Por su parte Jay *et al.*, (2005) reportan la presencia de levaduras como *Saccharomyces* spp *Cryptococcus* spp, y *Rhodotorula* spp entre otras, en frutos frescos cortados. Sí bien, tanto mohos como levaduras son capaces de crecer en tejidos de frutas, estas últimas se asocian más a menudo con el deterioro de las frutas cortadas debido a su capacidad para crecer más rápido que los mohos (Raybaudi-Massilia *et al.*, 2009).

Algunos autores dividen las levaduras encontradas en alimentos en tres grupos (Stratford, 2006 en Pereira, 2011; Davenport, 1996): deteriorativas, deteriorativas oportunistas y no deteriorativas. En este último grupo encontramos ambas especies que aislamos en los gajos de cítricos, que se caracterizan de ser indicadores de falta de normas de higiene en el proceso de elaboración (Mota-Chaves, 2011).

El género *Rhodotorula* spp es típico encontrarlo en alimentos sólidos, formando colonias rosas o rojas, (Pitt y Hocking, 1997). Estas levaduras son capaces de producir carotenoides y pueden aislarse de numerosos sustratos naturales y artificiales debido a su capacidad de crecer en medios ácidos y bajas temperaturas. (Guamán-Burneo 2009). La función más importante de los carotenoides, en las levaduras es la protección contra la

combinación dañina del oxígeno singlete y la luz visible o UV (Libkind *et al.*, 2004; Sánchez *et al.*, 1999).

Debido a lo anteriormente mencionado es que seleccionamos a *Rhodotorula glutinis* como microorganismo alterante para realizar las pruebas de desinfección.

4.5. Métodos de desinfección

El número de brotes documentados de infecciones humanas asociadas al consumo de frutas frescas cortadas (rango de 1 a 6 por año) se ha incrementado en las dos últimas décadas en comparación con décadas previas (Raybaudi-Massilia *et al.*, 2009).

La tasa de crecimiento y el tipo de microorganismos presente estará muy influenciada por la temperatura del producto en el tiempo, la humedad relativa, la atmósfera y factores intrínsecos tales como pH, contenido de agua y nutrientes (Oms-Oliu *et al.*, 2010).

Específicamente en frutos cítricos cortados se ha demostrado que microorganismos patogénicos para el hombre son capaces de sobrevivir y reproducirse en este tipo de producto (Caggia *et al.*, 2009; Pao *et al.*, 1998). Sin embargo Harris *et al.* (2003) reportan ausencia de *Salmonella* en un total de 336 muestras de naranjas y mandarina frescas cortadas. Moreira *et al.*, (2006) evaluando distintos recubrimientos comestibles en gajos de mandarina

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Murcott no pudo detectar en ninguna muestra coliformes totales, fecales ni *Salmonella*. Esto nos estaría indicando un bajo nivel de infecciones humanas por frutos cítricos mínimamente procesados, debido a los bajos valores de pH en los jugos. Sin embargo cuando trabajamos con frutos pelados enteros o gajos, el pH de la superficie del producto se ubica en valores cercanos a 4,5 – 6, lo que permite el crecimiento de microorganismos patogénicos para el hombre.

En este caso se decidió utilizar la levadura *Rhodotorula glutinis* como microorganismo indicador, para realizar las evaluaciones de los métodos de desinfección. Debido a que las levaduras toleran un rango más amplio de pH para su crecimiento, que las bacterias y pueden crecer a pH por debajo de 3,5. Además, las levaduras proliferan más comúnmente en frutas y vegetales (Raybaudi-Massilia *et al.*, 2006). Por lo cual, sí el tratamiento de desinfección que deseamos evaluar presenta un buen control de esta flora natural alterante, (que tuvo una selección previa en los tratamientos de aislación de “flora alterante”) y observando las condiciones bibliográficas necesarias para el control de flora patogénica contaminante, obtendremos los tratamientos y condiciones necesarias para lograr un producto seguro y sensorialmente aceptable.

4.5.1. Métodos Químicos

4.5.1.a Ácido cítrico

El ácido cítrico es ampliamente utilizado como un eficaz conservante debido a que es capaz de reducir el pH de fruta cortada como manzana (Rocha *et al.*, 1998) durazno, damasco, kiwi (Senesi y Pastine, 1996) y plátano (Moline *et al.*, 1999). Francis *et al.*, (2002), encuentran que una solución al 1,0% de ácido cítrico reduce aproximadamente 1,5 log CFU.g⁻¹ la población de mesófilos en lechuga en 5 minutos. Además inmersiones de lechuga Iceberg cortadas en 0,5 % de ácido cítrico durante 2 minutos presentan la misma eficacia en la reducción de la población microbiana natural como 100 mg.Kg⁻¹ de cloro (Akbas y Ölmez, 2007). Por su parte Pinnavaia *et al.*, en (2007), informan un buen control de recuentos totales en naranjas Valencia peladas con 1 % de ácido cítrico, luego de 21 días de conservación.

En cambio, en los tratamientos con ácido cítrico realizados en el presente trabajo no hubo diferencias significativas en los recuentos del microorganismo entre las distintas concentraciones (2500 a 30000 mg.L⁻¹) con recuentos comprendidos entre 2,16 y 3,25 log de UFC.g⁻¹; como puede observarse en la Tabla 31 donde se indica el p valor del análisis de varianza entre las distintas concentraciones evaluadas

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La ausencia de control de *Rhodotorula glutinis* se corresponde con lo informado por otros investigadores que indican que el ácido cítrico a una concentración de 0,5 % en naranjas de la variedad Valencia y Hamlin, es suficiente para disminuir el recuento total de microorganismos aerobios pero no de levaduras y mohos en las que predominaban *Rhodotorula*, *Cryptococcus* y *S. cerevisiae* (Pao *et al.*, 1997). Similares comportamientos son informados por otros investigadores (Nguyen-the y Carlin., 1994) donde concentraciones de 300 a 500 mg.mL⁻¹ de ácido cítrico no presentaron disminución significativa con respecto al control en vegetales con procesamiento mínimo.

Tabla 31: Efecto de la concentración de sustancias orgánicas en el recuento de UFC/g de *Rhodotorula glutinis*.

Efecto Principal	p - valor		
	Ácido Cítrico	Sorbato potásico	Benzoato de sodio
Concentración	0,6801	0,0888	0,0084

Esto podría deberse a la capacidad de *Rhodotorula glutinis* de asimilar ácido cítrico como fuente de carbono (Alonso, 2008), como así también la de crecer en alimentos ácidos y a bajas temperaturas (Silva, 2006).

4.5.1.b Sorbato de Potasio

Diversos investigadores mencionan la efectividad del sorbato de potasio, entre ellos Walker *et al.*, (2008) quienes comentan que concentración de 0,1 % presentaron control de la flora alterante en jugos de naranjas. Además, García *et al.*, (2001) lograron reducir el crecimiento microbiano por debajo de 6 log CFU.g⁻¹ durante 28 días y extienden la vida de almacenamiento de frutillas frescas utilizando un recubrimiento a base de almidón que contiene sorbato de potasio y ácido cítrico. Asimismo, Lafuente *et al.*, (2007) informan que en naranjas de la variedad Navelina, peladas y en mitades, que fueron tratadas con 0,2 % de sorbato de potasio, los recuentos de levaduras, mohos y mesofilos totales fueron significativamente menores en las mitades tratadas con respecto a las control.

Por el contrario en el presente estudio, el sorbato de potasio no presentó una disminución significativa de UFC.g⁻¹ de *R. glutinis* con respecto al control para las distintas concentraciones evaluadas (Tabla 31); con valores comprendidos entre los 1,79 y 2,67 log de UFC/g. Nguyen-the y Carlin, (1994) informan que la reducción en los recuentos totales obtenidos con ácido ascórbico, sorbato, o una combinación de ambos compuestos en ensaladas mixtas , siempre estuvo por debajo de 1 ciclo log , y no se observaron diferencias después de 10 días de almacenamiento a 4,4 ° C, concluyendo que tales tratamientos fueron ineficientes.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Hoffmann *et al.*, (1997 en Gubolino 2007), han aislado e identificado levaduras en pulpa de frutas, de acuerdo a la resistencia a conservantes como sorbato de potasio, benzoato de sodio y metabisulfito de sodio. Las levaduras que identificaron fueron del género *Candida*, *Rhodotorula* y *Saccharomyces* principalmente. La resistencia de las levaduras a la inhibición por sorbato depende de las especies y la cepas, la concentración de sorbato, pH, nivel de inóculo, temperatura de almacenamiento, y una exposición previa del organismo a niveles bajos de sorbato (Sofos, 1993). En nuestros estudios, uno de los factores que podrían estar afectando el control de este tipo de agente de desinfección es el corto tiempo de contacto que se mantiene el gajo de cítrico con el producto.

4.5.1.c Benzoato de sodio

La evaluación de las distintas concentraciones de benzoato de sodio para el control de *Rhodotorula glutinis* en gajos de naranjas puede observarse en la Tabla 31. Solo la máxima concentración evaluada (Figura 24) presentó una reducción significativa con respecto al control de 0,6 log de UFC. g⁻¹.

Tanto al ácido benzoico como el benzoato de sodio son utilizados actualmente como agentes antimicóticos, y la mayoría de las levaduras y mohos son inhibidas en concentraciones de 500 a 1000 µg.L⁻¹ (Davidson *et al.*, 2005). La concentración mínima

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

inhibitoria (MIC) informada por Davidson *et al.*, (2005) para *Rhodotorula* spp es de 100-200 $\mu\text{g.L}^{-1}$, la cual es solo orientativa debido a que en la MIC varios factores interactúan como el pH, temperatura, género, especie, composición del medio de crecimiento, exposición previa al conservante y ambiente del que fue aislado el microorganismo.

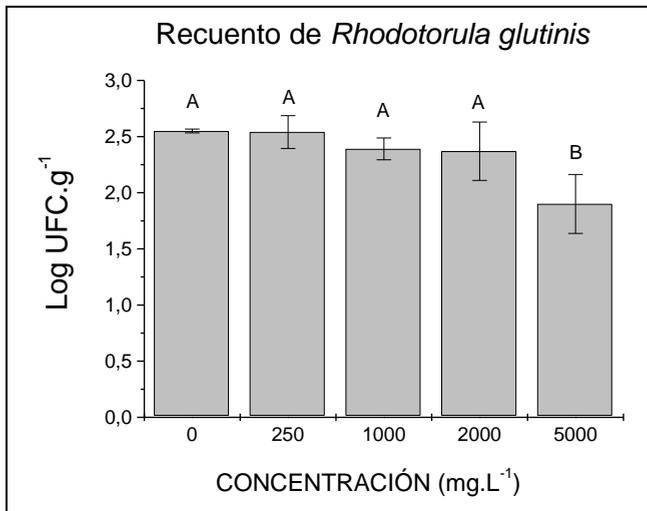


Figura 24: Recuento de UFC/g de *Rhodotorula glutinis* en función de las distintas concentraciones de benzoato de sodio.

Asimismo, se ha informado la resistencia de una amplia variedad de levaduras al ácido benzoico en bebidas carbonatadas y no carbonatadas de cítricos y jugos de frutas. Esto podría ser el resultado de diferencias en la tasa de penetración del ácido

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

benzoico en la célula, la capacidad de la célula para eliminarla, o una sensibilidad intrínseca al ácido benzoico o su anión.

Este antimicrobiano está autorizado en Argentina y es generalmente utilizado en bebidas analcohólicas en concentraciones hasta $0,8 \text{ g.Kg}^{-1}$ (CAA), mientras que en Estados Unidos donde está catalogado como sustancia GRAS su concentración máxima admitida es de 1 g.Kg^{-1} . Tanto el ácido benzoico como sus sales son recomendados en alimentos o bebidas cuyo rango de pH se encuentre natural o artificialmente por debajo de 4,5; es de bajo costo, fácil incorporación al producto y no transfiere color. Sin embargo la transferencia de olor al producto, sus propiedades toxicológicas y su bajo control con elevados niveles de recuentos, han llevado a la búsqueda de nuevos métodos de control de microorganismos.

En nuestras experiencias no sería recomendado su uso debido a que las dosis que demuestran un leve control son no recomendables legalmente y transfieren olor al producto.

4.5.1.d Hipoclorito de sodio

El tratamiento de desinfección con hipoclorito de sodio se mostró efectivo a partir de bajas concentraciones del producto y logró un control total del microorganismo a partir de los 150 mg.L^{-1} , como puede observarse en la Figura 25.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

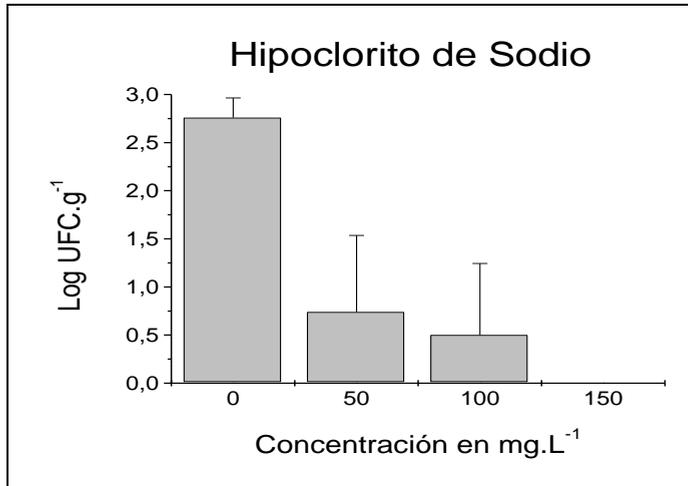


Figura 25: Recuento de UFC/g de *Rhodotorula glutinis* en función de las distintas concentraciones de hipoclorito de sodio.

Esto coincide con lo informado por Arrunda en (2007), donde frutos cítricos tratados con cloro antes y después del pelado presentaron menores recuentos de levaduras y mohos que los frutos sin tratar, luego de un almacenamiento de 6 días a 5°C.

En nuestra experiencia podemos indicar que se obtuvo una reducción con respecto al control de 2,5 ciclo log con las condiciones ensayadas. Esto coincide con lo informado por la (FDA, 2001) que recomienda en general utilizar concentraciones entre 50 y 200 $\mu\text{g.L}^{-1}$ durante 1 o 2 minutos, obteniendo de esta manera reducciones de aproximadamente 2 ciclos logarítmicos. En este sentido Pao y Davis (1999) demostraron que la cantidad de *Escherichia coli* inoculada en superficie de naranjas se reducía 2

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

ciclo $\log.(\text{cm}^2)^{-1}$ luego de una inmersión en solución de $200 \mu\text{g.L}^{-1}$ de cloro por 8 minutos; por su parte Winniczuck (1994) redujo 90% de la flora superficial de naranjas en una solución de $1000 \mu\text{g.L}^{-1}$ de ácido hipocloroso en 15 segundos. En general, diversos estudios demostraron que la inmersión en cloro puede disminuir la carga bacteriana en valores en el rango de $< 1 \log \text{UFC.g}^{-1}$ hasta $3,5 \log \text{UFC.g}^{-1}$, dependiendo del método de inoculación, concentración de cloro, tiempo de contacto y tipo de bacteria (Ramos *et al.*, 2013; Gómez-López, 2012; Ayhan *et al.*, 1998).

4.5.2. Métodos Físicos

4.5.2.a Agua Caliente

Las temperaturas del agua de inmersión a partir de los 60°C fueron las que presentaron un control total sobre *Rhodotorula glutinis*, como puede observarse claramente en la Tabla 32 y en Figura 35 en el Anexo 3. El control sobre la levadura comienza a ser significativamente diferente con respecto al tratamiento a 15°C (Testigo) a partir de los 50°C . Resultados similares fueron informados por Ogawa *et al.*, (1990); quienes indican una baja resistencia térmica de *R. glutinis* en jugos de mandarina Satsuma, evaluando temperaturas comprendidas entre 53 y 62°C y niveles de inoculación mayores a los ensayados en el presente trabajo.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Tabla 32: Recuento de UFC/g de *Rhodotorula glutinis* en función de las distintas temperaturas.

TEMPERATURA	Log UFC/g
15°C	4,15 ±0,06 a
40°C	4,22 ± 0,04 a
50°C	3,9 ± 0,11 b
60°C	-
70°C	-

Esto coincide con lo informado por otros investigadores que indican que este tipo de tratamiento físico es un buen método para reducir el recuento de microorganismos y el control de patógenos (Fallik, 2004; Lin *et al.*, 2002). Karabut *et al.*, (2002) indican que los tiempos de 1 a 5 minutos con temperaturas de 65 °C o menos son efectivas en el control microbiológico.

Este tipo de tratamiento ha sido probado en distintas frutas y verduras mínimamente procesadas y demostró ser una tecnología eficaz para controlar el crecimiento microbiano en lechugas, zanahorias y melones entre otros productos. (Aguayo *et al.*, 2008; Klaiber *et al.*, 2005; Li *et al.*, 2001). Delaquis *et al.*, (1999) demuestra que en lechuga un tratamiento de lavado con agua clorada con 100 µg.mL⁻¹ por 3 minutos a 47 °C presenta durante 10 días, un mejor control de sicrofilos, recuento totales, mohos, levaduras y *Pseudomonas* con respecto a un tratamiento a 4°C.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Asimismo, Alegria *et al.*, (2012), consideran que un tratamiento térmico en zanahoria mínimamente procesadas, podría ser una alternativa efectiva a la utilización de cloro, debido a los efectos en el control microbiano y la disminución de las tasas metabólicas. Similares resultados fueron informados para el control de mesófilos totales, levaduras y mohos en ananá y mango mínimamente procesados con calentamientos a 70 °C (George *et al.*, 2015). La inactivación microbiana en frutos mínimamente procesados puede deberse al hecho de que el calor altera la integridad de la membrana celular y daña los ácidos nucleicos que eventualmente conducen a efectos citolíticos (Santhirasegaram *et al.*, 2013).

Margosan *et al.*, (1997), indican que el modo de acción del agua caliente contra hongos y bacterias se debe probablemente a la acción directa sobre el patógeno (daño celular) y un efecto indirecto sobre el fruto o vegetal (inducción de mecanismos de resistencia).

Algunos investigadores encontraron que cepas patogénicas *Listeria monocytogenes*, *E. coli* O157: H7 y *Aeromonas hydrophila* mostraron una menor capacidad de crecer y sobrevivir en condiciones adversas de almacenamiento cuando fueron previamente tratadas con un tratamiento térmico (Williams y Golden, 2001; Semanchek *et al.*, 1999; Golden *et al.*, 1989), revelando que un tratamiento térmico leve puede ser usado en

combinación con otros factores de conservación para el control de patógenos que se transmiten por alimentos en frutas y verduras.

4.5.2.b Radiación UV-C

La Figura 26 muestra el recuento de *Rhodotorula glutinis* luego del tratamiento a distintas dosis de UV-C aplicadas a los gajos cítricos. Todas las dosis utilizadas mostraron un efecto positivo para el control de este microorganismo.

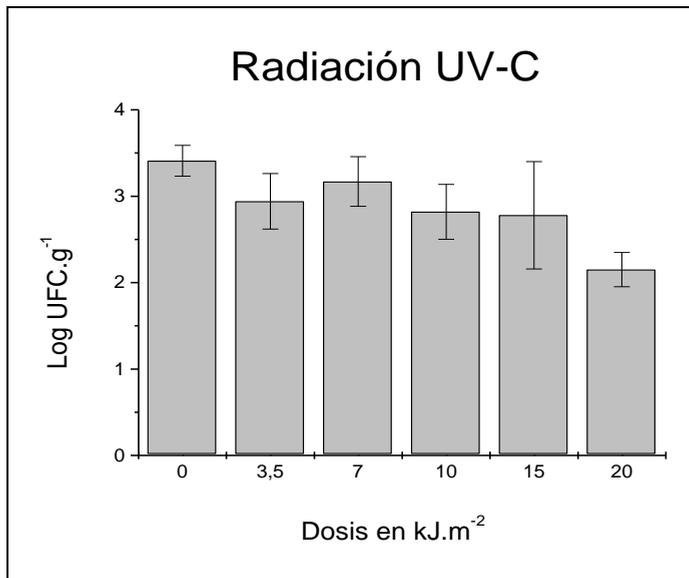


Figura 26: Recuento de UFC/g de *Rhodotorula glutinis* en función de las distintas dosis de UV-C.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La mayor dosis evaluada presentó un control superior a un ciclo log. Se puede observar que no se encuentran diferencias significativas entre las primeras cuatro dosis y es necesario alcanzar 20 kJ.m^{-2} para detectar una reducción importante del microorganismo.

Resultados similares fueron informados por Calderón-Gabaldón *et al.*, (2012), quienes trabajando con papaya obtuvieron inhibición de este microorganismo con dosis de 0,96 a $8,64 \text{ kJ.m}^{-2}$, demostrando un incremento del control con el aumento de la dosis de UV-C.

Varios investigadores demuestran que esta tecnología de irradiación UV-C resulta un sistema efectivo para prolongar la vida útil de frutas y hortalizas, por ser letal para la mayoría de los microorganismos Tabla 33 (Guerrero-Beltrán, 2004).

Tabla 33: Dosis bajas y altas UV-C (254nm) necesarias para inhibir el 100 % de distintos tipos de microorganismos.

Organismos	Microorganismo	Bajas Dosis J/m^2	Microorganismo	Altas Dosis J/m^2
Algas	<i>Chlorella vulgaris</i>	220	Algas azul y verdes	4200
Bacterias Vegetativo	<i>Bacillus megatherium</i>	25	<i>Sarcina lutea</i>	264
Bacterias Esporas	<i>Bacillus subtilis</i>	220	<i>Bacillus anthracis</i>	462
Mohos	<i>Oospora lactis</i>	110	<i>Aspergillus niger</i>	3300
Virus	Adeno virus type III	45	Tobacco mosaic	4400
Levaduras	Brewer's yeast	66	<i>Saccharomyces</i> sp.	176

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Numerosos trabajos han informado los efectos de la irradiación UV-C sobre microorganismos en productos frescos o en mínimamente procesados. En estos últimos podemos indicar la reducción de > 1 ciclo log de aerobios totales en cubos de sandía con dosis de $4,1 \text{ kJ.m}^{-2}$ (Fonseca y Rushing, 2006). En hojas de lechuga Red Oak con dosis de $0,1-8,14 \text{ kJ.m}^{-2}$ UV-C se redujo la población de psicrófilos de $0,5-2,0 \text{ log de UFC.g}^{-1}$, y en la variedad Lollo Rosso se prolonga la vida útil del producto por 3 días basado en el crecimiento microbiano (Allende, 2003a, 2003b). Dosis de $4,54-11,35 \text{ kJ.m}^{-2}$ en espinacas y de $2,4-24 \text{ kJ.m}^{-2}$ en hojas de espinaca baby, disminuyen los recuentos de mesófilos, psicrófilos y enterobacterias (Escalona *et al.*, 2010; Artés-Hernández *et al.*, 2009). Por su parte Schenk *et al.*, (2008) obtienen en peras mínimamente procesadas reducciones de $> 3 \text{ log de } L. monocytogenes$ luego de un tratamiento de $87 \text{ J.(cm}^2)^{-1}$. En cambio los resultados encontrados por López-Rubira *et al.*, (2005) evaluando aros de granadas en dosis de $0,56$ a $13,62 \text{ kJ. (m}^2)^{-1}$, muestran resultados poco claros para el control de mesófilos, psicrófilos y enterobacterias, pero observaron que los recuentos de levaduras y mohos no fueron afectadas por ninguna de las dosis estudiadas.

Por su parte Manzocco *et al.*, (2011a) informan que trabajando con un rango de $1,2$ a 24 kJ.m^{-2} en rebanadas de manzanas lograron una disminución de 1 a 2 ciclos log, en el

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

recuento de microorganismos totales. En coincidencia con ello, Schenk en 2010 trabajando con rodajas de peras y manzanas con distintos microorganismos encuentra un máximo de inactivación de 2 ciclos log con dosis de $3,7 \text{ kJ.m}^{-2}$, y el incremento de la dosis no conlleva un incremento del control de los patógenos. Este hecho ratifica la necesidad de combinar la aplicación de esta tecnología con otras tradicionales o emergentes con el propósito de obtener mayor reducción en la población microbiana y además optimizar la aplicación de la irradiación UV-C evitando el sobretratamiento.

4.5.3. Métodos combinados

El procesamiento mínimo incluye una serie de tecnologías de desinfección que se aplican a un alimento a niveles subletales, ayudando a mantener la calidad nutricional y sensorial al tiempo que garantiza la seguridad (Alzamora *et al.*, 2000). Atendiendo a estos conceptos y a los resultados obtenidos en los ensayos de cada uno de los métodos de desinfección y a los antecedentes relacionados a la seguridad del producto, se evaluaron combinaciones de los tratamientos que nos permitan lograr un buen control del microorganismo alterante sin modificar apreciablemente la calidad del producto.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos y los niveles que se seleccionaron para combinar fueron aquellos que presentaron una disminución significativa de UFC con respecto al tratamiento testigo.

El ácido cítrico es eficaz para reducir el pH de la superficie de los frutos mínimamente procesados y están bien documentados sus efecto antimicrobiano (Allende *et al.*, 2006; Soliva-Fortuny y Martín Belloso, 2003; Pao *et al.*, 1997), además la reducción del pH es un factor primordial para el control de microorganismos. Sin embargo, el bajo control del microorganismo evaluado, alcanzado por los ácidos orgánicos y sus sales, nos han llevado a no seleccionarlo para la combinación de tratamientos. Por su parte, las concentraciones de benzoato de sodio necesarias para alcanzar diferencias significativas en el control de *R. glutinis* son muy elevadas con el consiguiente problemas de transferencia de sabor picante o amargo cuando se supera el 0,1% de esta sal (Barbosa-Cánovas, 1998).

Los patógenos humanos entéricos en frutas mínimamente procesadas pueden desarrollar tolerancia al medio ácido, debido a la acidez natural de la fruta, y que el tejido dañado proporciona una superficie de adherencia y colonización, que puede influir sobre la capacidad del patógeno para superar esta barrera (Matthews, 2008). En los últimos años ha crecido considerablemente la presión de los consumidores para reducir o eliminar los aditivos sintetizados

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

químicamente en los alimentos (Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2003)

Lo anteriormente mencionado y la capacidad para crecer en medio ácido del microorganismo alterante que seleccionamos para las pruebas de desinfección de la presente tesis, nos permite desestimar este método para utilizarlo en combinación, lo cual no contraría ni refuta la eficiencia del uso de esta tecnología en este producto.

El tratamiento con hipoclorito de sodio se incluye como método de desinfección por su efectividad a bajas concentraciones contra el microorganismo alterante evaluado, y a las ventajas que presenta; es un desinfectante de bajo costo y de fácil manejo en la industria. El rango de microorganismos destruidos o inhibidos por compuestos a base de cloro es probablemente mayor que cualquier otro tipo de desinfectante (Wirtanen y Salo, 2003). Además, estudios recientes demuestran que el cloro y sus derivados, siguen siendo los higienizantes más efectivos; y utilizados en dosis óptimas junto con un sistema de prelavado que elimine la materia orgánica, representa una alternativa segura para la higienización y desinfección de las aguas de lavado de en la industria de productos mínimamente procesados (Gil *et al.*, 2009). Se decide utilizar una concentración de $50 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ debido a que se muestra efectiva para el control de este microorganismo.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El segundo tratamiento seleccionado para combinar es la radiación UV-C debido a que mostró efectividad en el control del microorganismo evaluado y es reconocida su propiedad como desinfectante superficial en frutos mínimamente procesados. Presenta además ciertas ventajas con respecto a otros métodos, al no dejar residuos y no tener restricciones legales, su incorporación en líneas de producciones es fácil y es letal para la mayor parte de los microorganismos contaminantes. (Yaun *et al.*, 2004; Bintsis *et al.*, 2000).

Por último, el tratamiento térmico se evaluará en combinación con los demás, con la mínima temperatura que presentó un control total sobre *R. glutinis*. Es bien conocido que los factores tiempo y temperatura permiten reducir la carga microbiana, trabajos publicados indican que el rango de tiempo efectivo es de 1 a 5 minutos y temperaturas de inmersión de 60 °C mejoran el efecto del tratamiento (Gómez-Lopez, 2008).

Los niveles de control sobre *R. glutinis* de los distintos tratamientos combinados de desinfección pueden observarse en la Tabla 34. Todas las combinaciones presentaron un mejor control que el testigo, tratado por inmersión con agua a 15 °C por un periodo de 1 minuto. Los tratamientos evaluados que se realizaron en combinación con agua a 60 °C son los que mejor resultados presentaron. En particular la combinación agua a 60 °C +

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

irradiación UV-C 20 kJ.m⁻², no tuvo crecimiento en ninguna de la 3 replicas, por lo cual se lo excluye del análisis estadístico.

El control total de la combinación agua a 60 °C + irradiación UV-C 20 kJ.m⁻², puede deberse a la ausencia de una etapa de enfriamiento posterior a la inmersión en agua e ingreso a la cámara UV-C, por este motivo el tratamiento térmico fue superior al estimado, y comparativamente con los demás, efecto que se vio reflejado en el desmejorado aspecto de los gajos (Figura 27).

Tabla 34: UFC/g de *R. glutinis* en gajos de naranja sometidos a tratamientos combinados de desinfección.

Tratamiento	Dosis	Log UFC/g
Testigo	15 °C	3,8 a
Cloro	50 µg.L ⁻¹	2,8 b
Cloro + UV-C	50 µg.L ⁻¹ + 20 kJ.m ⁻²	3,1 b
AC + Cloro	60 °C + 50 µg.L ⁻¹	1,7 c
AC + Cloro + UV-C	60 °C + 50 µg.L ⁻¹ + 20 kJ.m ⁻²	1,9 c

En este sentido Marquenie *et al.*, (2002) estudiaron la combinación de UV-C y tratamientos térmicos en frutillas y cerezas y concluyen que la secuencia de los tratamientos podría tener una influencia en la inactivación microbiana, recomendando que el tratamiento de UV-C preceda al tratamiento térmico, de esta manera se puede reducir la intensidad de este último, evitando los daños visuales en las frutillas asociados al calentamiento.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Por su parte, la combinación de los tratamientos térmicos con agua e irradiación UV-C han sido evaluados en distintos trabajos mostrándose efectivos para el control de microorganismos alterantes y patogénicos (Gayan, *et al.*, 2011; Petin *et al.*, 1997). Esta combinación de tratamientos han mostrado efectos letales sinérgicos sobre *E. coli* y *S. enterica* subsp. *enterica* serotipo *Typhimurium* a temperaturas en el rango de 50-60 °C (Gayan, *et al.*, 2013). Distintos investigadores sugieren que los efectos sinérgicos se deben a dos fenómenos: la reducción de la capacidad celular de reparar el daño del ADN por los efectos térmicos y la interacción de las lesiones subletales inducidos por cada uno de los agentes (Gayan, *et al.*, 2013; Petin *et al.*, 1997). Este fenómeno sumado a la mayor termosensibilidad del microorganismo evaluado en nuestro ensayo hace de esta combinación una alternativa segura. Sin embargo en las condiciones evaluadas no se logró un producto sensorialmente aceptable (Figura 27).

Por su parte Kondo *et al.*, (2006) informan que la combinación de 200 $\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ de hipoclorito de sodio y calentamientos a 50 °C por 1 minuto reducen la flora alterante y la flora patógena de *Staphylococcus aureus*, *E. coli* O157:H7 y *S. typhimurium* de un 94 a un 98% en lechugas mínimamente procesadas.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN



Figura 27: Aspecto de gajos de cítricos luego del tratamiento hidrotérmico a 60°C + irradiación UV-C 20 kJ.m⁻².

Asimismo Fan *et al.*, (2008), indica que ciertos antimicrobianos químicos tienen una eficacia limitada para reducir los microorganismos en la superficie de melones, mientras que el agua caliente se muestra eficiente para reducir los patógenos humanos y la flora alterante de estos frutos. En nuestros ensayos podemos observar que el agua caliente mejora el control con respecto al cloro y el testigo. Asimismo, Silvera *et al.*, (2011), utilizaron el tratamiento de agua caliente solo o combinado con otras técnicas ecoamigables para investigar la posible sustitución del cloro en melones recién cortados, encontrando muy buenos resultados.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La combinación de los tres tratamientos no presentó diferencias con respecto a la combinación de agua a 60 °C + 50 $\mu\text{g.L}^{-1}$ de hipoclorito de sodio.

4.5.4. Calidad de gajos con tratamientos combinados

La combinación de tratamientos que se seleccionaron para evaluar su influencia en la calidad fisicoquímica de gajos de naranjas fueron:

- Inmersión en agua a 60 °C + 50 $\mu\text{g.L}^{-1}$ de hipoclorito de sodio
- 50 $\mu\text{g.L}^{-1}$ de hipoclorito de sodio + 20 kJ.m^{-2} UV-C
- Inmersión en agua a 60 °C + 50 $\mu\text{g.L}^{-1}$ de hipoclorito de sodio + 20 kJ.m^{-2} UV-C

Las variables de calidad interna (índice de madurez y acidez) de los gajos de naranja fueron influenciados significativamente por los factores de tiempo y tratamiento como puede observarse en la Tabla 35. El factor tiempo de conservación fue el de mayor influencia en la variación de índice de madurez, como se observa en la Figura 28, el cual incrementa con el tiempo de conservación. Por su parte el factor tratamiento presentó solo diferencias a los 15 días, con un rango de valores de $13,6 \pm 0,8$ para la combinación UV-C+Cl₂ a $16,4 \pm 1,2$ en los gajos tratados con la combinación triple.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Tabla 35: Efecto de los factores tratamientos y tiempo de conservación, en las variables de calidad de gajos de naranjas (*p*-valor).

Variable	Efectos Principales	p - valor
Índice madurez	Tiempo	0,0010
	Tratamiento	0,0022
Acidez	Tiempo	0,0127
	Tratamiento	0,0065
Sólidos	Tiempo	0,7063
	Tratamiento	0,1120
Humedad	Tiempo	0,0000
	Tratamiento	0,3586
Textura (Gradiente)	Tiempo	0,0483
	Tratamiento	0,5311

La variable acidez mostró un efecto significativo debido al tiempo de conservación y al tratamiento de desinfección (Tabla 35). En este trabajo se observó un descenso de la acidez con el incremento del tiempo de conservación, efecto documentado por distintos autores (Martínez-Jávega, 2010; Rapisarda *et al.*, 2006; Pretel, *et al.*; 1998; Lurie, 1998). Se vio influenciada por el tipo de tratamiento, solo a los 15 días de conservación, presentando una mayor disminución aquellas combinaciones que tenían agua caliente. Por su parte los sólidos solubles no se vieron afectados por ninguno de los dos factores (Tabla 35).

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El contenido de humedad de los gajos se vio influenciado solo por el factor tiempo de conservación, observándose estas diferencias a partir de los 5 días. El rango de humedad a los 2 días de conservación fue de 0,90 – 1,0 %, mientras que a los 15 días llegó a valores entre 1,4 – 1,5 %. Estos porcentajes de humedad fueron señalados como valores intermedios en la escala sensorial, para los ensayos de métodos de pelado.

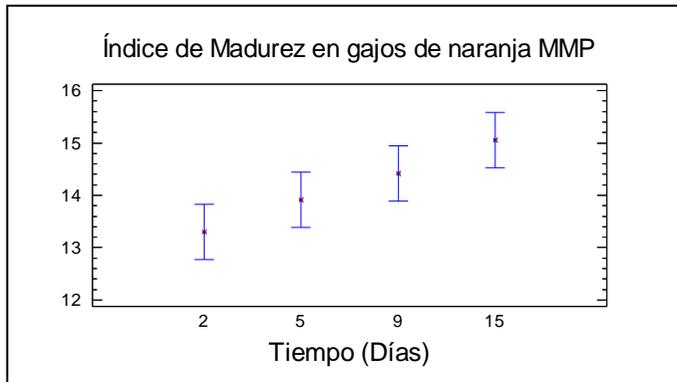


Figura 28: Influencia del tiempo de conservación en el índice de madurez

La textura de los gajos tratados por los distintos tratamientos de desinfección no presentó diferencias debido al factor tratamiento, pero sí pudo observarse como en las anteriores variables influencia debido al factor tiempo de conservación. En lo referente al color no se pudo determinar una influencia definida debido a ninguno de los dos factores evaluados.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

El recuento de microorganismos mesófilos totales inicial, que se realizó previo a los tratamientos combinados de desinfección mostró una carga de 1,9 ciclos log de UFC.g⁻¹. Como puede observarse en la Figura 29, los recuentos de microorganismos mesófilos fueron bajos durante los 15 días de conservación y la variabilidad en los recuentos no permitió que se detecten diferencias significativas entre los distintos tratamientos.

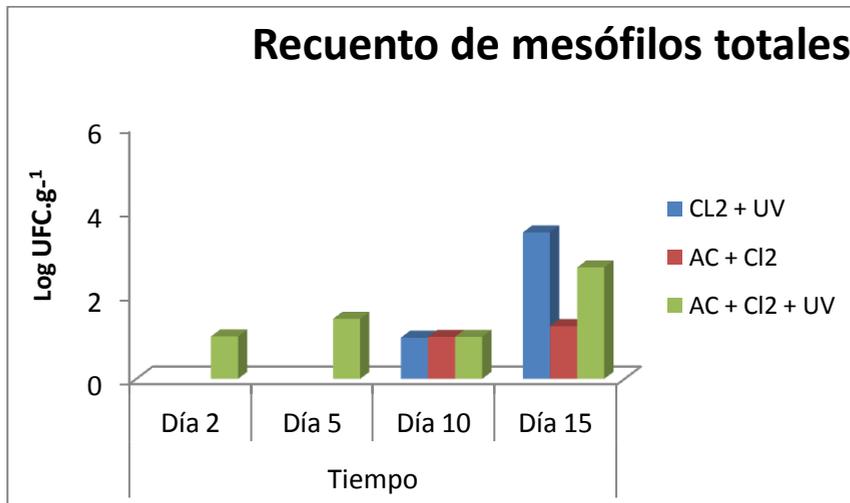


Figura 29: Evolución de la microflora mesófila aeróbica durante 15 días de conservación a 5 °C.

Esto nos demuestra la importancia del procesamiento con medidas higiénicas y materias primas de buena calidad con recuentos iniciales bajos, lo que permite obtener productos seguros,

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

debido a que no existe un método físico o químico de desinfección que nos asegure la desinfección general sin comprometer significativamente su calidad sensorial (Rico *et al.*, 2007).

Los recuentos de enterobacterias no pudieron detectar presencia durante los 15 días de conservación para ninguna de las combinaciones de tratamientos evaluadas. En Argentina los parámetros que establece el Código Alimentario Argentino (CAA) para este tipo de productos es ausencia en 25 g de *Salmonella* spp. y *E. coli* O157: H7/NM, además de < 0.3 de *E. coli* NMP.g⁻¹.

Los compuestos volátiles inicialmente presentaron valores de 56 ± 3 µg.L⁻¹ de acetaldehído y 487 ± 100 µg.L⁻¹ de etanol. Las distintas combinaciones de tratamientos de desinfección no presentaron diferencias significativas en el contenido de acetaldehído, pero si en el contenido de etanol, estas diferencias no mostraron una tendencia determinada; además es para destacar que los valores alcanzados a los 15 días de esta sustancia no llegaron a los umbrales informados por distintos investigadores como responsables de mal sabor (Bello *et al.*, 2012; Bacigalupo *et al.*, 2009; Hagenmaier, 2000).

Los resultados obtenidos en estas combinaciones de tratamientos de desinfección nos permiten determinar que no existe una marcada diferencia en la calidad fisicoquímica de los gajos de naranjas debido a las distintas combinaciones de tratamientos.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Por su parte, si bien no fue objeto de estudio de la presente tesis, se debe considerar la influencia de las atmosferas modificadas pasivas (MAP) junto a las bajas temperaturas de conservación. Los efectos para extender la vida útil de los productos mínimamente procesados con estas tecnologías están bien documentados (Oms-Oliu *et al.*, 2010). Para el caso particular de naranjas se han informado que reduce la pérdida de peso, inhibe el crecimiento de bacterias y mohos, y retrasa los cambios sensoriales. (Karacay y Ayhan 2010; Catalano *et al.*, 2009). Esta tecnología fue aplicada en todas las combinaciones de tratamientos por igual y si bien no fue evaluada en estos ensayos es muy posible que permitiera mantener bajos los recuentos de microorganismos durante todo el tiempo de conservación.

4.6. Limitaciones y Recomendaciones

Este estudio nos permitió obtener un conocimiento acerca de dos etapas importantes del procesado mínimo de naranjas y mandarinas, proporcionando información acerca de la influencia de distintas tecnologías de pelado en la calidad de los gajos cítricos. Se identificaron algunos de los microorganismos alterantes, se evaluaron tecnologías de desinfección individual y combinada para el control de microorganismos de importancia para este tipo de productos y su influencia en la calidad.

4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Estos resultados permiten disponer de una tecnología de procesamiento evaluada en la región, de fácil transferencia, y que se presenta como una alternativa viable para la comercialización de cítricos.

Sin embargo, se debería avanzar en el estudio de la vida útil del producto y ver la influencia de todas estas variables en el tiempo. Es importante incluir estudios que determinen la respuesta de los cítricos mínimamente procesados a las atmosferas modificadas y los recubrimientos. Otro aspecto a considerar desde el punto de vista microbiológico es investigar la respuesta de microorganismos patógenos frente a estos tratamientos de desinfección.

CONCLUSIONES

5. CONCLUSIONES

5.1. Efecto del tipo de pelado en la calidad fisicoquímica y sensorial de naranjas y mandarinas.

Los métodos de pelado que fueron evaluados en el presente trabajo pueden afectar significativamente las variables de calidad externa e interna de naranjas y mandarinas, pudiendo comprometer la aceptabilidad del producto.

Se obtuvo y definió una serie de atributos sensoriales para evaluar gajos de naranjas y mandarinas, logrando de esta manera determinar la influencia de los distintos métodos de pelado sobre las características antes mencionadas.

Las variables sensoriales e instrumentales permitieron agrupar los tratamientos, por un lado el pelado manual y por otro el enzimático e infusión; efecto que no se puede observar para los estados más avanzados de madurez. El pelado manual es el método que mantiene adecuadamente los atributos sensoriales y fisicoquímicos similares al fruto fresco, comportamiento que se presentó tanto en naranjas como en mandarinas.

5. CONCLUSIONES

5.2. Microorganismos relevantes en gajos cítricos mínimamente procesados

Los ensayos preliminares de desinfección permitieron realizar una selección de los microorganismos alterantes de este tipo de producto. Se pudo identificar a *Rhodotorula glutinis* como una de las levaduras de mayor presencia en gajos de cítricos mínimamente procesados.

5.3. Efecto de distintos métodos de desinfección sobre microorganismo alterante en gajos cítricos

Los ácidos y sales estudiados no alcanzaron controles satisfactorios de *Rhodotorula glutinis*. Mientras que el tratamiento con hipoclorito de sodio, agua por inmersión e irradiación UV-C, se presentaron como alternativas eficiente para la reducción de la población de este microorganismo.

5.4. Efecto de la combinación de distintos métodos de desinfección sobre los microorganismos y la calidad de gajos cítricos

Las combinaciones de métodos de desinfección se mostraron efectivas como método de conservación, datos que deben ser considerados orientativos.

La calidad de los gajos cítricos en el tratamiento: agua a 60 °C + irradiación UV-C 20 kJ.m⁻² se desmejora apreciablemente, efecto que no se apreció en las demás combinaciones evaluadas.

Se considera apropiada la adopción de las combinaciones dobles con respecto a la triple. Así mismo, el tratamiento de hipoclorito de sodio a 50 µg.L⁻¹ + irradiación UV-C20 kJ.m⁻² es el adecuado debido a que no se detectan diferencias en la calidad interna, efecto que debe ser considerado de cuidado cuando se utiliza agua a 60 °C como método de desinfección en las combinaciones.

5. CONCLUSIONES

*REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS*

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadias, M., Usall, J., Anguera, M., Solsona, C., Viñas, I. 2008. Microbiological quality of fresh, minimally-processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. *International Journal of Food Microbiology*,123(1), 121-129.
- Abreu, M., Beirao-da-Costa, S., Gonçalves, E. M., Beirão-da-Costa, M. L., Moldão-Martins, M. 2003. Use of mild heat pre-treatments for quality retention of fresh-cut 'Rocha'pear. *Postharvest Biology and Technology*,30(2), 153-160.
- Akbas, M. Y., Ölmez, H. 2007. Inactivation of Escherichia coli and Listeria monocytogenes on iceberg lettuce by dip wash treatments with organic acids. *Letters in Applied Microbiology*, 44, 619–624.
- Aguayo, E., Gómez, P., Artés-Hernández, F., Artés, F. 2013. Sirtuacion de la industria de productos mínimamente procesados en fresco (PMPF) o de IV Gama en España. Seminario Internacional: Situación y perspectivas de la industria IV y V gama en Iberoamérica. Santiago de Chile.
- Aguayo, E., Escalona, V. H., Artés, F. 2008. Effect of hot water treatment and various calcium salts on quality of fresh-cut

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ‘Amarillo’ melon. *Postharvest Biology & Technology*, 47, 397-406.
- Ahvenainen, R. 1996. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruits and vegetables. *Trends in Food Science and Technology*, 7: 179-186.
- Alegria, C., Pinheiro, J., Duthoit, M., Gonçalves, E. M., Moldão-Martins, M., Abreu, M. 2012. Fresh-cut carrot (cv. Nantes) quality as affected by abiotic stress (heat shock and UV-C irradiation) pre-treatments. *LWT-Food Science and Technology*, 48(2), 197-203.
- Allende, A., Tomás-Barberán., F., Gil, M. 2006. Minimal processing for healthy traditional foods. *Trends in Food Science & Technology* 17: 513–519.
- Allende, A., Artés, F. 2003a. UV-C radiation as a novel technique for keeping quality of fresh processed Lollo Rosso’ lettuce. *Food Research International*, 36, 739-746.
- Allende, A., Artés, F. 2003b. Combined ultraviolet-C and modified atmosphere packaging treatments for reducing microbial growth of fresh processed lettuce. *LWT-Food Science and Technology* 36:779–786.
- Alonso, G., Chiesa, A. 2009. Hortalizas mínimamente procesadas en los supermercados de Buenos Aires. *Rev. FCA UNCuyo*. Tomo XLI N°2 45-57.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, N. G. 2008. “Determinación de la estabilidad química de la masa levaduriforme pigmentada seca obtenidas de levaduras aisladas desde frutos secos de *Ficus carica* L”. Tesis de Grado. Universidad Austral de Chile.
- Alzaldúa-Morales, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza. 92-94.
- Alzamora, S.M., López-Malo, A, Tapia, M.S. 2000. Overview. *In*: Alzamora, S.M., López-Malo, A., Tapia, M.S. (eds.), Minimally processed fruits and vegetables. fundamentals and applications, pp. 1–9. Aspen, Gaithersburg, M.D.
- Anderson, C. 1996. Variedades cultivadas en el área del río Uruguay. En: Manual para productores de naranjas y mandarinas de la región del río Uruguay. INTA. Cap. 7:63-92.
- Andrés, S.C., Giannuzzi, L., Zaritzky, N.E. 2001. Mathematical Modeling of Microbial Growth in Packaged Refrigerated Orange Juice Treated with Chemical Preservatives. *Journal of Food Science*, 66: 724–728.
- AOAC, 2006a. Método 983.17. Official Methods of Analysis of AOAC International. 2006. 18th Edition, 2005. Revision 1. Horwitz Ed. ISBN :0-935584-77-3. Chap 37: pp 7, 11.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC, 2006b. Método 942.15. Official Methods of Analysis of AOAC International. 2006. 18th Edition, 2005. Revision 1. Horwitz Ed. ISBN :0-935584-77-3. Chap 37: pp 7, 11.
- Arras G, D'Hallewin G, Molinu M.G., Dore A., Venditti T., Fois M., Lima G., Agabbio M. 2006. Induction of phytoalexins biosynthesis in orange fruit by the biocontrol yeast *Rhodotorula glutinis*. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*. 71 (3):915-921.
- Arruda, M. C., Jacomino, A. P., Pinheiro, A. L., Iuamoto, M. Y. 2009. Orange Peeling Technologies. *Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture*, 1, 216-220
- Arruda, M. C., Jacomino, A. P., Pinheiro, A. L., Ribeiro, R. V., Lochoski, M. A., Moreira, R. C. 2008. Hydrothermal treatment favors peeling of 'Pera' sweet orange fruit and does not alter quality. *Scientia Agricola*, 65(2), 151-156.
- Arruda, M. C. 2007. Processamento mínimo de laranja Pera. Tesis doctoral de Agronomía. Area de Conocimiento Fitotecnia. Universidade de Sao Paulo. Piracicaba.
- Artés, F. 2010. Proceso general de elaboración de los productos vegetales mínimamente procesados: HORTALIZAS. IV Curso Internacional Tecnología Postcosecha y Procesado Mínimo. Cartagena 2010.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Artés, F., Gómez, P., Aguayo, E., Escalona, V., Artés-Hernández, F. 2009. Sustainable sanitation techniques for keeping quality and safety of fresh-cut plant commodities. *Postharvest Biology and Technology*, 51(3), 287-296.
- Artés, F., Gómez, P., Artés-Hernández, F., 2007. Physical, physiological and microbial deterioration of minimally fresh processed fruits and vegetables. *Food Sci. Technol. Int.* 13, 177–188.
- Artés-Hernández, F., Aguayo, E., Artés, F. 2008. Evolución y tendencias de la industria española de procesado mínimo en fresco de frutas y hortalizas. *Revista y mercados*. Disponible en: http://www.revistamercados.com/articulo.asp?Articulo_ID=168. Acceso Enero 2014.
- Artés-Hernández, F., Escalona, V.H., Robles, P.A., Martínez-Hernández, G.B., Artés, F. 2009. Effect of UV-C radiation on quality of minimally processed spinach leaves. *J. Sci Food Agric.* 89: 414–421.
- Artés-Hernández, F., Rivera-Cabrera, F., Kader, A. A. 2007. Quality retention and potential shelf-life of fresh-cut lemons as affected by cut type and temperature. *Postharvest Biology and Technology*, 43(2), 245-254.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayhan, Z., Chism, G.W., Richter, E.R. 1998, The shelf-life of minimally processed fresh cut melons. *Journal of Food Quality*, 21: 29–40.
- Bacigalupo, R., Bello, F., Meier, G., Almirón, N. 2009. Efecto del tratamiento con aire caliente en la calidad interna de naranjas (*Citrus Sinensis* (L.) Osbeck), variedad Lane late y Cadenera. XII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Entre Ríos.
- Bai, J., Wu, P., Manthey, J., Goodner, K., & Baldwin, E. 2008. Effect of harvest maturity on quality of fresh-cut pear salad. *Postharvest biology and technology*, 51(2), 250-256.
- Baka M, J Mercier, F Corcuff, F Castaigne, J Arul. 1999 Photochemical treatment to improve storability of fresh strawberries. *J. Food Sci.* 68:1068-1072.
- Barbosa-Cánovas GV, Pothakamury UR, Palou E, Swanson, BG. 1998. Conservación no térmica de los alimentos. Zaragoza, España: Acribia.
- Barbero, L. 2012. Estudio sobre hábitos de consumo de frutas y verduras de los consumidores Cordobeses. Programa de Desarrollo Territorial en el Área Metropolitana de Córdoba. Disponible en: <http://desarrolloterritorial.adec.org.ar/horticola/images/habit>

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [os-de-consumo-de-frutas-y-verduras.pdf](#). Acceso
Noviembre 2014.
- Barrado, A. 2008. Nuevas Tecnologías de conservación de Alimentos. Ediciones A. Madrid Vicente. ISBN: 978-84-96709-20-1.
- Barrett D, Beaulieu J, Shewfelt R. Color, Flavor, Texture, and Nutritional Quality of Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Desirable Levels, Instrumental and Sensory Measurement, and the Effects of Processing. *Critical Revs. in Food Sc. & Nutrition*. 2010 5,50(5):369-389
- Barrios, S., De Aceredo, A., Chao, G., De Armas, V., Ares, G., Martín, A., Soubes, M., Lema, P. 2014. Passive Modified Atmosphere Packaging Extends Shelf Life of Enzymatically and Vacuum-Peeled Ready-to-Eat Valencia Orange Segments. *Journal of Food Quality*, 37: 135–147.
- Begum, M., Hocking, A. D., Miskelly, D. 2009. Inactivation of food spoilage fungi by ultra violet (UV-C) irradiation. *International Journal of Food Microbiology*, 129, 74-77.
- Bello, F., Vázquez, D., Almirón, N., Cocco, M. 2014. Efecto del estado de madurez en la calidad de naranja ombiligo cv Navelina minimamente procesada. En Food Innova 2014. International Conferene on Food Innovation. Entre Ríos.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bello, F., Cocco, M., Almirón, N. 2009. Evaluación de parámetros de calidad en naranja Valencia Seedless (*Citrus sinensis* L. Osbeck) con procesamiento mínimo. En XII Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Entre Ríos.
- Bello, F.; Cocco, M.; Meier, G. 2008. Evaluación de parámetros de calidad en mandarina Pixie pelada enzimáticamente. En XXXI Congreso Argentino de Horticultura. Mar del Plata.
- Benítez, M., Carrillo, L. 2004. Levaduras inhibidoras de *Penicillium*. *Revista Argentina de Microbiología*. 36: 182-186.
- Beuchat, L.R., Farber, J.N., Garrett, E.H., Harris, L.J., Parish, M.E., Suslow, T.V., Busta, F.F. 2003, Standardization of a Method to Determine the Efficacy of Sanitizers in Inactivating Human Pathogenic Microorganisms on Raw Fruits and Vegetables. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2:174–178.
- Beuchat, L.R., Adler, B.B., Lang, M.M., 2004. Efficacy of chlorine and a peroxyacetic acid sanitizer in killing *Listeria monocytogenes* on iceberg and romaine lettuce using simulated commercial processing conditions. *Journal of Food Protection* 67,1238–1242.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bintsis, T., Litopoulou-Tzanetaki, E., Robinson, R., 2000. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry—a critical review. *J. Sci. Food Agric.* 80, 637–645.
- Bueso, J., José, M. 2008. Constituyentes aromáticos del zumo de naranja. Efecto del procesado industrial. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. Disponible en <https://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/207/1/MJJordanBueso.pdf?sequence=1> Acceso Enero 2015.
- Britos, P., Saraví, A. 2010. Hay que cambiar la mesa de los argentinos Brechas en el consumo de alimentos de alta densidad de nutrientes. Impacto en el precio de una Canasta Básica Saludable. *Actualización en Nutrición* VOL 11 - Nº 1: 37-47.
- Bruemmer, J.H.: 1981. US4284651. Method of preparing citrus fruit sections with fresh fruit flavor and appearance.
- Bruemmer, J. H., Griffin, A. W., Onayemi, O. 1978. Sectionizing grapefruit by enzyme digestion. *Proceedings of Florida State Horticulture Society*, 91, 112–114
- Caggia, C., Scifò, G. O., Restuccia, C., Randazzo, C. L. 2009. Growth of acid-adapted *Listeria monocytogenes* in orange juice and in minimally processed orange slices. *Food Control*, 20(1), 59-66.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calderón-Gabaldón M., Raybaudi-Massilia R., Mosqueda-Melgar J., Tapia M. 2012. Efecto de la luz UV-C y ácido málico sobre poblaciones de *Rhodotorula glutinis* y vida útil de rebanadas de papaya 'Maradol'. *Bioagro* 24 (2):103-114.
- Campbell, I., Duffus, J. H. 1988. *Yeast. A Practical Approach*. I.R.L. Press Limited. Oxford, England. I.S.B.N. 0-947946-80-2.
- Carbonell, L., Bayarri, S., Navarro, J. L., Carbonell, I., Izquierdo, L. 2009. Sensory profile and acceptability of juices from mandarin varieties and hybrids. *Food science and technology international*. 15:375-385
- Carbonell, L., Izquierdo, L., Carbonell, I. 2007. Sensory analysis of Spanish mandarin juices. Selection of attributes and panel performance. *Food quality and preference*, 18(2), 329-341.
- Civello, P. M., Vicente, A. R., Martínez G.A. 2007. UV-C technology to control postharvest diseases of fruits and vegetables. In Troncoso-Rojas R., Tiznado-Hernández M.E., González-León A. (Eds) *Recent Advances in Alternative Postharvest Technologies to Control Fungal Diseases in Fruits and Vegetables*, Transword Research Network, Tivandrum, Kelara, India, pp 71-102.
- COFECyT. 2014. DEBILIDADES Y DESAFIOS TECNOLÓGICOS DEL SECTOR PRODUCTIVO.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FRUTAS CÍTRICAS (Limón, Mandarina y Naranja).
Disponible en:
[http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pcias_pdfs/corrientes/UI
A_frutas_cit_08.pdf](http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pcias_pdfs/corrientes/UI_A_frutas_cit_08.pdf). Acceso: Noviembre 2014.
- Corbo, M.R., Speranza, B., Campaniello, D., D'Amato, D., Sinigaglia, M. 2010. Fresh-cut fruits preservation: current status and emerging technologies. En: Mendez-Vilas, A. (Ed.). Current research, technology and education topics in applied microbiology and microbial biotechnology, Ed. FORMATEX. pp 1143-1154.
- D'Aquino, S., Palma, A., Angioni, M., Agabbio, M. 2003. Quality characteristics of different cultivars of mandarins for minimal processing. *Acta Hort.* (ISHS) 604:799-803
- Davidson, P. M., Sofos, J. N., Branen, A. L. 2005. Cap 2 Sodium Benzoate and Benzoic Acid, Cap 3 Sorbic Acid and Sorbates pp:11-90. Antimicrobials in food. Third Edition.
- Davis, F., Albrigo, L. 1994. Taxonomía, cultivares y mejoras. Cap. 2. En Cítricos. Ed. Acribia. 13-56. Zaragoza. España.
- Del-Valle. V., Hernández-Muñoz, P., Catalá, R., Gavara, R. 2009. Optimization of an equilibrium modified atmosphere packaging (EMAP) for minimally processed mandarin segments. *J. Food Eng.* 91, 474–481.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Del Caro, A., Piga, A., Vacca, V., Agabbio, M. 2004. Changes of flavonoids, vitamin C and antioxidant capacity in minimally processed citrus segments and juices during storage. *Food Chemistry*, 84, pp. 99–105.
- Delaquis, P. J., Stewart, S., Toivonen, P. M. A., Moyls, A. L. 1999. Effect of warm, chlorinated water on the microbial flora of shredded iceberg lettuce. *Food Research International*, 32(1), 7-14.
- Derrickson-Tharrington E, Kendall PA, Sofos JN. 2005. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 during storage or drying of apple slices pretreated with acidic solutions. *Int J*
- DiPersio PA, Kendall PA, Calicioglu M, Sofos JN. 2003. Inactivation of *Salmonella* during drying and storage of apple slices treated with acidic or sodium metabisulfite solutions. *J Food Prot* 66:2245–51.
- D`hallewin, G., Schirra, M., Pala, M., Ben-Yehoshua, S. 2000. Ultraviolet C irradiation at 0.5 kJ.m⁻² reduces decay without causing damage or affecting postharvest quality of star ruby grapefruit (*C. paradisi* Macf.), *J. Agric. Food Chem.*, 48, 4571.
- Donadon, J. R., Durigan, J. F., Souza, B., Teixeira, G. H., Sanches, J. 2004. Efeito do tipo de descasque e da temperatura de armazenamento na qualidade de laranjas 'Pera'

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- minimamente processadas. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 26(3), 419-423.
- Donzella, D. 2011. La incidencia de las variables del mercado en la comercialización de vegetales preelaborados y envasados: El caso del IV Gama. Tesina Licenciatura en Comercialización. Universidad Abierta Interamericana.
- Erkan, M., Wang, C.Y., Krizek, D.T., 2001. UV-C radiation reduces microbial populations and deterioration in Cucurbita pepo fruit tissue. *Environ. Exp. Bot.* 45,1-9. *Food Microbiol* 99:79-89.
- Escalona, V. H., Aguayo, E., Martínez-Hernández, G. B., Artés, F. 2010. UV-C doses to reduce pathogen and spoilage bacterial growth in vitro and in baby spinach. *Postharvest biology and technology*, 56(3), 223-231.
- Escudero, M.E., Velazquez, L., Di Genaro, M.S., De Guzman, A.M.S., 1999. Effectiveness of various disinfectants in the elimination of *Yersinia enterocolitica* on fresh lettuce. *Journal of Food Protection* 62, 665-669.
- Fallik, E. 2004. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). *Postharvest Biology and Technology*, 32, 125-134.
- Fan, X., Annous, B.A., Beaulieu, J.C., Sites, J.E. 2008. Effect of hot water surface pasteurization of whole fruit on shelf life

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- and quality of fresh-cut cantaloupes. *J. Food Sci.* 73(3):M91–M98.
- FDA/CFSAN. 1998. Guidance for industry. Guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruit and vegetables. Disponible:
<http://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/ProduceandPlantProducts/UCM169112.pdf> Fecha de acceso: diciembre 2014.
- FDA. 2001. Methods to Reduce/Eliminate Pathogens from Produce and Fresh-Cut Produce. En Analysis and Evaluation of Preventive Control Measures for the Control and Reduction/Elimination of Microbial Hazards on Fresh and Fresh-Cut Produce. Acceso:
<http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/SafePracticesforFoodProcesses/ucm091363.htm> Fecha de acceso: diciembre 2014.
- FECIER, 2013. Federación del Citrus de Entre Ríos. Calendario de Cosecha. Disponible:
<http://www.fecier.org.ar/paginas/cosechas> Acceso: diciembre 2014.
- FECIER, 2004. Federación del Citrus de Entre Ríos. Censo Provincial Citrícola 2003/2004.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Federcitrus, 2014. La Actividad Citrícola 2014. Federación Argentina del Citrus. Disponible: <http://www.Federcitrus.org/noticias/upload/informes/Act%20Citricola%2014.pdf>. Acceso: diciembre 2014.
- Ferreya M. M., 2012. Bacterias y levaduras. Contaminación de fruta fresca y su control. En Simposio Argentino de Poscocecha de Cítricos.
- Ferreya M. M., 2006. Estudio del proceso biotecnológico para la elaboración de una bebida alcohólica a partir de jugo de naranjas. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Francis, G. A., O'Beirne, D. 2002. Effects of vegetable type and antimicrobial dipping on survival and growth of *Listeria innocua* and *E. coli*. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 711–718.
- Fonseca, J., Rushing, J. 2006. Effect of ultraviolet-C light on quality and microbial population of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biology and Technology* 40: 256–261.
- García, M.A., Martino, M.N., Zaritzky, N.E. 2001. Composite starch-based coatings applied to strawberries (*Fragaria ananassa*). *Nahrung-Food* 45(4):267–272.
- Gayán, E., Mañas, P., Álvarez, I., & Condón, S. 2013. Mechanism of the synergistic inactivation of *Escherichia coli* by UV-C

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- light at mild temperatures. *Applied and environmental microbiology*, 79(14), 4465-4473.
- Gayán E, Monfort S, Alvarez I, Condón S. 2011. UV-C inactivation of *Escherichia coli* at different temperatures. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 12:531–541.
- George, D. S., Razali, Z., Santhirasegaram, V., & Somasundram, C. 2015. Effects of Ultraviolet Light (UV-C) and Heat Treatment on the Quality of Fresh-Cut Chokanan Mango and Josephine Pineapple. *Journal of food science*.
- Gil, M., Allende, A., López-Gálvez, F. y Selma, M. 2009. ¿Hay alternativas al cloro como higienizante para productos de IV gama?. Disponible en. *Horticultura Internacional*. España. N°69: 38-45.
http://www.horticom.com/revistasonline/extras/extRas09/38_45.pdf Acceso Octubre 2014.
- Golden, D.A., Eyles, M.J, Beuchat, L.R. 1989. Influence of modified atmosphere storage on the growth of uninjured and heat injured *Aeromonas hydrophila*. *Applied and Environmental Microbiology* 55:3012–3015.
- Gómez, P., Artés- Hernández, F., Aguayo, E, Escalon, V., Artés, F. 2007. Problemática de los alimentos vegetales mínimamente procesados en fresco. *Pythoma* n° 189: 124-129.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gonzales-Aguilar, G.A., Ayala, F, Ruiz Cruz, S., Cruz Valenzuela, R., Cuamea-Navarro, F. 2004. Estado actual del mercado de frutos y vegetales frescos cortados. Simposium Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados en Iberoamerica. San José, Costa Rica.
- Gómez-López, V.M., 2012. Section II Decontaminants en Decontamination of Fresh and Minimally Processed Produce. Blackwell Pub.
- Gómez-López, V.M., Ragaert P., Debevere, J. Devlieghere, F. 2008. Decontamination Methods to Prolong the Shelf-life of Minimally Processed Vegetables, State-of-the-art, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 48:6, 487-495.
- Guamán-Burneo, C., Carvajal-Barriga, J. 2009. Caracterización e identificación de aislados de levaduras carotenogénicas de varias zonas naturales del Ecuador. *Universitas Scientiarum*,14 (2-3), 187-197.
- Gubolino, S. I. F. 2007. Qualidade físico-química e microbiológica de refrigerantes sabor guaraná em embalagens PET-2000mL e ocorrência de leveduras. Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Guerrero-Beltrán, J. A., Barbosa-Cánovas, G. V. 2004. Review: Advantages and limitations on processing foods by UV light. *Food Sci. Technol. Internatl.* 10:137-147.
- Hagenmaier, R.D. 2000. Evaluation of a polyethylene-candelilla coating for 'Valencia' oranges. *Postharvest Biol Technol* 1: 147-154.
- Hagenmaier, R.D. 2002. The flavor of mandarin hybrids with different coatings. *Postharvest Biol Technol* 24: 79-87.
- Harris LJ, Farber JN, Beuchat LR, ParishME, Suslow TV, Garrett EH, Busta FF. 2003. Outbreaks associated with fresh produce: incidence, growth, and survival of pathogens in fresh and fresh-cut produce. *CRFSFS* 2(1):78–141.
- Hrudey, S. E. 2009. Chlorination disinfection by-products, public health risk tradeoffs and me. *Water Research*, 43, 2057-2092.
- Huxsoll, C. C., Bolin, H. R. 1989. Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technology*. 43(2): 124-128.
- IPCVA 2005. El consumo de carne vacuna en la Argentina. Instituto de Promoción de Carne Vacuna Argentina. Documento de trabajo N°2. TNS Gallup Argentina.
- IRAM, 1995a. Norma IRAM 20002. 1995, ISO 6685. 1985. Análisis Sensorial. Directivas Generales para la

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Metodología. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires. Argentina.
- IRAM, 1995b. Norma IRAM 20003. 1995, ISO 8589. 1988. Análisis Sensorial. Guía para la Instalación de Locales de Ensayo. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires. Argentina.
- Ismail, M., Chen, H., Baldwin, E., Plotto, A. 2005. Changes in enzyme-assisted peeling efficiency and quality of fresh “Valencia” orange and of stored Valencia orange and Ruby red grapefruit. *Proc.Fla.State Hort. Soc.* 118:403-405.
- Iturriaga, M. H., Tamplin, M. L., & Escartin, E. F. 2007. Colonization of tomatoes by Salmonella Montevideo is affected by relative humidity and storage temperature. *Journal of Food Protection.* 70(1), 30-34.
- Iturriaga, M. H., Escartín, E. F., & Beuchat, L. R. 2003. Effect of inoculum size, relative humidity, storage temperature, and ripening stage on the attachment of Salmonella Montevideo to tomatoes and tomatillos. *Journal of Food Protection* 66(10), 1756-1761.
- Jacomino, A.P., Arruda, M. C., Capistrano Moreira, R. 2005. Tecnología de procesamiento mínimo de frutas cítricas. En: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS, 2005. La Habana.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Nuevas Tecnologías de conservación y envasado de frutas y hortalizas. CYTED, 2005. p.11-17.
- James, J. B., Ngarmsak, T. 2010. Processing of fresh-cut tropical fruits and vegetables: A technical guide. RAP PUBLICATION 2010/16. Food and Agriculture Organization of the United Nations
- Jay JM, Loessner MJ, Golden DA. 2005. Modern food microbiology. 7th edition, New York: Springer Science + Business Media Inc. 790 p.
- Kader, A. 2006. Quality Parametrs of fresh-cut and Vegetable products. Fresh-Cut Products: Maintaining Quality & Safety. UC Davis. Section 3b: 11-19.
- Kader, A. A. (2002). Quality parameters of fresh-cut fruit and vegetable products. In O. Lamikanra (Ed.), Fresh-cut fruits and vegetables. Science, echnology and arket. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Kaleta, B. 2013. Efecto de la aplicación de pretratamientos con microondas en la extracción de zumo de naranja. Tesis de Máster Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/33915/tesis%200Barbara%20Kaleta%202013.pdf?sequence=1>. Acceso Enero 2015.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Karabulut, O.A., Arslan, U., Kuruoglu, G. 2004. Control of postharvest diseases of organically grown strawberry with preharvest applications of some food additives and postharvest hot water dips. *Journal of Phytopathology*, 152, 224–228.
- Karaçay, E., Ayhan, Z. 2010a Physiological Physical Chemical Characteristics and Sensory Evaluation of Minimally Processed Grapefruit Segments Packaged under Modified Atmosphere. *Journal of Agricultural Sciences* 16. 129-138.
- Karaçay, E., Ayhan, Z. 2010 b. Microbial, Physical, Chemical and Sensory Qualities of Minimally Processed and Modified Atmosphere Packaged “Ready To Eat” Orange Segments, *International Journal of Food Properties*, 13:5, 960-971.
- Klaiber, R. G., Baur, S., Wolf, G., Hammes, W. P., Carle, R. 2005. Quality of minimally processed carrots as affected by warm water washing and chlorination. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 6, 351-362.
- Kluge, R. A., Dario Vitti, M., Basseto, E., Jacomino, A. 2003 Temperatura de armazenamento de tangores ‘Murcote’ minimamente processados. *Rev. Bras. Frutic.* v. 25, n. 3, p. 535-536.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kompal, J. Mahendran, R, Alagusundaram K., Norton, T., Tiwari, B. 2013. Novel disinfectants for fresh produce. *Trends in Food Science & Technology* 34 (2013) 54:61
- Kondo, N., Murata, M., Isshiki, K. 2006. Efficiency of sodium hypochlorite, fumaric acid, and mild heat in killing native microflora and Escherichia coli O157: H7, Salmonella Typhimurium DT104, and Staphylococcus aureus attached to fresh-cut lettuce. *Journal of Food Protection*, 69(2), 323-329.
- Lafuente-Rosales, V., Pérez-Aparicio, J., Toledano-Medina, A. 2007. Envasado en fresco de naranjas cv “Navelina” bajo diferentes condiciones de atmósfera y format. V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones.
- Lamikanra, O., Bett-Garber, K. L., Ingram, D. A., Watson, M. A. 2005. Use of Mild Heat Pre-treatment for Quality Retention of Fresh-cut Cantaloupe Melon. *Journal of food science*,70(1), C53-C57.
- Lanciotti, R., Gianotti, A., Patrignani, F., Belletti, N., Guerzoni, M.E., Gardini, F., 2004. Use of natural aroma compounds to improve shelf-life and safety of minimally processed fruits. *Trends Food Sci. Technol.* 15, 201–208.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Leistner L. 2000. Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *Int. J Food Microbiol* 55:181-6.
- Li, J., Zhang, Q., Cui, Y., Yan, J., Cao, J., Zhao, Y. Jiang, W. 2010. Use of UV-C treatment to inhibit the microbial growth and maintain the quality of Yali pear. *Journal of Food Science*, 75:503-507.
- Li, Y., Brackett, R. E., Shewfelt, R. L., & Beuchat, L. R. 2001. Changes in appearance and natural microflora on iceberg lettuce treated in warm, chlorinated water and then stored at refrigeration temperature. *Food Microbiology*, 18, 299e308.
- Libkind D, Pérez P, Sommaruga R, Diéguez M, Ferraro M, Brizzio S, Zagarese H, Van Broock M. Constitutive and UV-inducible synthesis of photoprotective compounds (carotenoids and mycosporines) by freshwater yeasts. *Photochemical and Photobiological Sciences* 2004, 3(3):281-286.
- Lin, C.M., Moon, S.S., Doyle, M.P., McWatters, K.H. 2002. Inactivation of *Escherichia coli* O157, H7, *Salmonella enterica* serotype enteritidis, and *Listeria monocytogenes* on lettuce by hydrogen peroxide and lactic acid and by hydrogen peroxide with mild heat. *Journal of Food Protection*, 65, 1215–1220.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Liu, F., Osman, A., Yusof, S., Ghazali, H. 2004. Effects of enzyme-aided peeling on the quality of local mandarin (*Citrus reticulata* B.) segments. *Journal of Food Processing and Preservation*. 28: 336-347.
- López-Rubira, V., Conesa, A., Allende, A., Artés, F. 2005. Shelf life and overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV-C. *Postharvest Biology and Technology* 37:174–185.
- Lurie, S. 1998. Postharvest heat treatments. *Postharvest Biol. Technol.* 14, 257–269.
- Manzocco, L., Da Pieve, S., Bertolini, A., Bartolomeoli, I., Maifreni, M., Vianello, A., Nicoli, M. 2011a. Surface decontamination of fresh-cut apple by UV-C light exposure: Effects on structure, colour and sensory properties. *Postharvest Biology and Technology* 61 165–171
- Manzocco, L., Da Pieve, S., Maifreni, M. 2011b. Impact of UV-C light on safety and quality of fresh-cut melon. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 12:13–17.
- Margosan, D.A., Smilanick, J.L., Simmons, G.F., Henson, D.J. 1997. Combination of hot water and ethanol to control postharvest decay of peaches and nectarines. *Plant Disease* 81:1405–1409.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Marquenie, D., Michiels, C.W., Geeraerd, A.H., Schenk, A., Soontjens, C., Van Impe, J.F., Nicolai, B.M. 2002. Using of survival analysis to investigate the effect of UV-C and heat treatment on storage rot of strawberry and sweet cherry. *International Journal of Food Microbiology* 73:187–196
- Martinez-Javega, J.M., Salvador, A., Navarro, P. 2010. Tecnología postcosecha de frutos cítricos. IV Curso Internacional tecnología postcosecha y procesamiento mínimo. Cartagena. España.
- Martinez-Jávega, J.M., Cuquerella, J., Salvador, A. 2004. Adecuación de tratamientos poscosecha a parámetros de recolección de mandrinas y naranjas de España. Carta Circular RIAC Nº 23 y 24, Poscosecha de cítricos y algunos temas de comercialización. p.23-33.
- Marcilla, A., Martínez, M., Carot, J.M., Palou, L. del Rio, M.A. 2009. Relationship between sensory and physico-chemical quality parameters of cold stored Clemenules mandarins coated with two commercial waxes. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 7, 181–189.
- Matthews KR. 2008. La seguridad microbiológica de los productos agrícolas frescos cortados. En: *Microbiología de frutas y verduras frescas*. Zaragoza: Ed. Acribia, S.A.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Meier, G., Bacigalupo, R., Iriarte, L., Brieva, S. 2010. Alternativas agroindustriales a la producción de naranjas y mandarinas en Entre Ríos. Cítricos IV Gama. Capítulo 3. Innovación en la producción primaria e industrias agroalimentarias. Congreso Mundial de Ingeniería. Buenos Aires, Argentina.
- Mitnik, F., Laguinge, G., Wonko, K., Fontán, H. 2013. Estudio Nuevos Mercados y Formas de Comercialización. Parque Frutihortícola de Córdoba. Productos Frescos y de Cuarta Gama.
<http://desarrolloterritorial.adec.org.ar/horticola/images/nuevos-mercados-y-formas-de-comercializacion.pdf> Visita 13-01-2015.
- Moline, H. E.; Buta, J. G.; Newman, I. M. 1999. Prevention of browning of banana slices using natural products and their derivatives. *Journal of Food Quality*, 22, 499–511.
- Moreira, R. C., Jacomino, A. P., Alleoni A. C., Arruda, M. C. Gallo C. R. 2006. Recobrimentos comestíveis para tanger 'Murcott' minimamente processado: Aspectos Microbiológicos. I Simpósio Ibero-Americano de Vegetais Frescos Cortados, San Pedro, SP Brazil.
- Margosan, D.A., Smilanick, J.L., Simmons, G.F., Henson, D.J. 1997. Combination of hot water and ethanol to control

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- postharvest decay of peaches and nectarines. *Plant Disease* 81:1405–1409.
- Montero-Calderon, M., Rojas-Graü, M.A., Soliva-Fortuny, R., Martín-Belloso, O. 2009. Tendencias en el procesamiento mínimo de frutas y hortalizas frescas. *Horticultura Internacional*. n°69. 48:51.
- Mota Chaves Pereira, N. F. 2011. Atividade antifúngica de productos naturais contra leveduras que deterioram alimentos. Monografía. Biológicas da Universidade Federal de Minas.
- Nthenge, A.K., Weese, J.S., Carter, M., Wei, C., Huang, T., 2007. Efficacy of gamma radiation and aqueous chlorine on *Escherichia coli* O157:H7 in hydroponically grown lettuce plants. *Journal of Food Protection* 70, 748–752.
- Nguyen-The C, Carlin F. 1994. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. *Crit Rev Food Sci Nutr* 34:371–401.
- Obenland, D., Collin, S., Mackey, B., Sievert, J. Arpaia, M.L. 2011. Storage temperature and time influences sensory quality of mandarins by altering soluble solids, acidity and aroma volatile composition. *Postharvest Biology and Technology*, 59, 187–193.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ömez, H.; Kretzschmar, U. 2009. Potential alternative disinfection methods for organic fresh-cut industry for minimizing water consumption and environmental impact. *LWT - Food Science and Technology* 42 (2009) 686–693
- Oms-Oliu, G., Rojas-Graü, M., González, L. A., Varela, P., Soliva-Fortuny, R., Hernando, M.; Martín-Belloso, O. 2010. Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: A review. *Postharvest Biology and Technology*, 57(3), 139-148.
- Ogawa, H.; Fukuhisa, K.; Kubo, Y.; Fukumoto, H. 1990 Pressure Inactivation of Yeasts, Molds, and Pectinesterase in Satsuma Mandarin Juice: Effects of Juice Concentration, pH, and Organic Acids, and Comparison with Heat Sanitation, *Agricultural and Biological Chemistry*, 54:5, 1219-1225
- Pagán, A, 2009. Degradació de lálbedo de cítrics en el procés de pelat enzimàtic. Tesis doctoral. Departament de Tecnologia d'Aliments de la Universitat de Lleida.
- Pao, S.; Davis, C.L. 2001. Maximizing microbiological quality of fresh orange juice by processing sanitation and fruit surface treatments. *Dairy Food Environ. Sanit.* 21, 287–291.
- Pao, S., Davis, C. L. 1999. Enhancing microbiological safety of fresh orange juice by fruit immersion in hot water and

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- chemical sanitizers. *Journal of Food Protection*, 62(7), 756-760.
- Pao, S.; Petracek, P.D. 1998. Infusion of citrus peel by low-pressure fluid injection using a self-sealing nozzle. *J Food Process Eng*; 21: 49-58.
- Pao S., Brown G. E., Schneider R. 1998. Challenge Studies with Selected Pathogenic Bacteria on Freshly Peeled Hamlin Orange. *Journal of Food Science*. 62 N°2: 359-362.
- Pao S, Petracek PD. 1997. Shelf-life extension of peeled oranges by citric acid treatment. *Food Microbiol* 14:485–91.
- Pao, S.; Petracek, P.D.; Brown, G.E. 1996. Effect of infusion method on peel removal and storage quality of citrus. *HortTechnology*, v.6: 409-413.
- Parish, M. E.; Beuchat, L. R. Suslow, T. V.; Harris, L. J.; Garret, E. H.; Farber, J. N.; Busta, F. F. 2003. Methods to reduce/eliminate pathogens from fresh and fresh-cut produce. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2, 161-173
- Parish, M.E. 1991. Microbiological concerns in citrus juice processing. *Food Technol*. 45, 128–133.
- Pefaur Lepe, J. 2014. IV Gama, una industria alimentaria en crecimiento. Oficina de Estudios y Políticas Agrias. Disponible en: <http://www.odepa.cl/wp->

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[content/files_mf/1418325564AgroindustriaIVGama.pdf](#).

Acceso: Diciembre 2014.

- Pereira, N. F. M. C. 2011. Atividade Antifúngica de productos naturais contra levaduras que deterioram alimentos. INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
- Perkins-Veazie, P., Collins, J. K., Howard, L. 2008. Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. *Postharvest Biology and Technology*, 47, 280-285.
- Petin VG, Zhurakovskaya GP, Komarova LN. 1997. Fluence rate as a determinant of synergistic interaction under simultaneous action of UV light and mild heat in *Saccharomyces cerevisiae*. *J. Photochem. Photobiol. B* 38:123–128.
- Piga, A., Agabbio, M., Gambella, F., & Nicoli, M. C. 2002. Retention of antioxidant activity in minimally processed mandarin and satsuma fruits. *LWT-Food Science and Technology*, 35(4), 344-347.
- Pinheiro, A. L.; Jacomino, A. P.; Arruda, M. C. de; Ribeiro, R. V.; Kluge, R.; Trevisan, M. J. 2009. Descascamento de laranja 'Pêra' em função da duração do tratamento hidrotérmico. *Ciência Rural*, 39(6), 1857-1863.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pinheiro, A. L. 2008. Descascamento de frutas cítricas pelo uso do tratamento hidrotérmico. Tesis de Mestre em Ciências. Fisiologia e Bioquímica de Plantas. Universidade de Sao Paulo Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz. Piracicaba
- Pinnavaia, S.; Senesi, E.; Plotto, A.; Narciso, J.; Baldwin, E. 2007. Flavor and other quality of enzyme-peeled oranges treated with citric acid. *HortScience*. 42 (7): 1644-1650.
- Pinnavaia, S.; Baldwin, E.; Plotto, A.; Narciso, J.; Senesi, E. 2006. Enzyme-Peeling fo Valencia Orange for Fresh-cut Slices. *Proc.Fla. State Hort. Soc.* 199: 335-339
- Pinto, M. D.; Vilas Boas, Eduardo Valério de Barros; Damiani, Clarissa. Qualidade de tangerina 'poncã' minimamente processada, armazenada a 5°C. *Ciênc. agrotec., Lavras*, v. 31, n. 4, p. 1131-1135, jul./ago., 2007.
- Pirovani M.E., Güemes D.R. y Piagentini A.M. 2006. Lavado desinfección con soluciones cloradas: Una etapa para mejorar la calidad microbiológica de vegetales de hoja frescos cortados. I Simpósio Ibero-Americano de Vegetais Frescos Cortados, San Pedro, SP Brazil, Abril 2006
- Pitt, J.I. y Hocking, A.D. 1997 Fungi and food spoilage, 2nd edn, Blackie Academic and Professional, London Weinhein New York Tokyo Melbourne Madras.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Plaza, L., Crespo, I., de Pascual-Teresa, S., de Ancos, B., Sánchez-Moreno, C., Muñoz, M., Cano, M. P. 2011. Impact of minimal processing on orange bioactive compounds during refrigerated storage. *Food Chemistry*, 124(2), 646-651.
- Plotto, A., C.A. Margaría, K.L. Goodner, R. Goodrich, E.A. Baldwin. 2004. Odour and flavour thresholds for key aroma components in an orange juice matrix: Terpenes and aldehydes. *Flavour Fragr. J.* 19:491–498
- Pretel, M. T.; Sanchez-Bel, P.; Egea, I.; Romojaro, F. 2008. Enzymatic peeling of citrus fruits: factors affecting degradation of the albedo. *Tree and Forestry Science and Biotechnology* 2 (Special Issue 1), 52-59.
- Pretel. M.T.; Botella, M.; Amorós, A.; Derrano, M.; Egea, I.; Romojaro, F. 2007. Obtaining fruit segments from a traditional orange variety (*Citrus sinensis* (L.). Osbeck cv. Sangrina) by enzymatic peeling. *European Food Research and Technology*: 225:783-788.
- Pretel, M. T., Botella, M. A., Amorós, A., Zapata, P. J., Serrano, M. 2007. Optimization of vacuum infusion and incubation time for enzymatic peeling of ‘Thomson’ and ‘Mollar’ oranges. *LWT-Food Science and Technology*, 40(1), 12-20.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pretel, M.T.; Fernandez, P.S.; Romojaro, F.; Martinez, A. 1998. The effect of modified atmosphere packaging on 'ready-to-eat' oranges. *Lebensmittel-wissenschaft und Technologie, London*, v.31, p.322-328.
- Raccach, M.; Mellatdoust, M. 2007. The effect of temperature on microbial growth in orange juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 31: 129–142.
- RAEA. 2007. Naranja pelada y envasada, 2006-2007. Red Andaluza de Experimentación Agraria. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/-/action/3a269130-1bb9-11df-b7e2-9dc1a0f432f2/e5747030-1bb8-11df-b7e2-35c8dbbe5a83/es/d37ec860-4634-11e0-9740>. Acceso Octubre 2014.
- Raeger, P.; Verbeke, W.; Devlieghere, F.; Debevere, J. 2004. Consumer perception of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Qual. and Pref.* 15:259–270.
- Rahman, S. M. E.; Jin, Y. G.; Oh, D. H. 2011. Combination treatment of alkaline electrolyzed water and citric acid with mild heat to ensure microbial safety, shelf life and sensory quality of shredded carrots. *Food Microbiology*, 28(3), 484–491.
- Ramos, B., Miller, F. A., Brandão, T. R. S., Teixeira, P., Silva, C. L. M. 2013. Fresh fruits and vegetables—An overview on

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- applied methodologies to improve its quality and safety. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 20, 1-15.
- Rapisarda, P., Caggia, C., Lanza, C. M., Bellomo, S. E., Pannuzzo, P., Restuccia, C. 2006. Physicochemical, microbiological, and sensory evaluation of minimally processed tarocco clone oranges packaged with 3 different permeability films. *Journal of food science*, 71(3), S299-S306.
- Raybaudi-Massilia R.; D'Amore, P 2013. Antimicrobial Activity of *Panax ginseng* and Traditional Antimicrobials on Pathogenic and Spoilage Microorganisms in Fresh-Cut Mangoes and Oranges. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)* Vol. 2 Issue 12, 3831- 3841
- Raybaudi-Massilia R., Mosqueda-Melgar J., Soliva-Fortuny R., Martín-Belloso O. 2009. Control of Pathogenic and Spoilage Microorganisms in Fresh-cut Fruits and Fruit Juices by Traditional and Alternative Natural Antimicrobials. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety Vol. 8, 157-180.*
- Raybaudi-Massilia R., Soliva-Fortuny R., Martín-Belloso O. 2006. Uso de agentes antimicrobianos para la conservación de frutas frescas y frescas cortadas. I Simpósio Ibero-

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Americano de Vegetais Frescos Cortados. San Pedro. Brazil.
- Rico, D.; Martín-Diana, A.; Barat, J.; Barry-Ryan, C. 2007. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science & Technology* 18: 373-386
- Rivera-Pastrana, D. M.; Gardea Béjar, A. A.; Martínez-Téllez, M. Á.; Rivera-Domínguez, M.; González-Aguilar, G. A. 2007. Efectos bioquímicos postcosecha de la irradiación UV-C en frutas y hortalizas. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(4) 361-372.
- Rocha, A.; Morais, A.M. 2007. Role of Minimally Processed Fruit and Vegetables on the Diet of the Consumers in the XXI Century. Proc. IC on Qual. Manag. Fresh Cut Produce. Eds.: S. Kanlayanarat *et al.* *Acta Hort.* 746, ISHS 265-272
- Rocha, A. M. C. N., Brochado, C. M., Morais, A. M. M. B. 1998. Influence of chemical treatment on quality of cut apple (cv.Jonagored). *Journal of Food Quality*, 21, 13–28.
- Rocha, A. M.; Brochado, C. M.; Kirby, R.; Morais, A.M. 1995. Shelf-life of chilled cut orange determined by sensory quality. *Food Control*, Vol. 6, No. 6, pp. 317-322.
- Rodríguez, S. 2013. Situación de la Industria IV Gama en Argentina. Seminario Internacional: Situación y

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- perspectivas de la industria IV y V gama en Iberoamérica. Santiago de Chile.
- Rodríguez S., Del C, Questa A.G., Guzmán C.G., Casóliba R.M., y Coronel M.B. 2006. Calidad microbiológica de vegetales mínimamente procesados. Experiencias en el Noroeste Argentino. I Simposio Ibero-Americano de Vegetais Frescos Cortados, San Pedro, SP Brazil, Abril 2006
- Rolle, R. S.; Chism, G. W. 1987. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. *Journal of Food Quality*, 10 (3): 157-177.
- Rouhana, A.; Mannheim, C. H. 1994. Optimization of enzymatic peeling of grapefruit. *Lebensmitte-Wissenschaft and Technologie*, 27, 103-107.
- Sánchez A, Flores L, Langley E, Martín R, Maldonado G, Sánchez S. 1999. Carotenoides: Estructura, Función, Biosíntesis, Regulación y Aplicaciones. *Revista Latinoamericana de Microbiología*; 41:175-191.
- Sanchez-Bel, P., Egea, I., Serrano, M., Romojaro, A., Pretel, M. T. 2012. Obtaining and storage of ready-to-use segments from traditional orange obtained by enzymatic peeling. *Food Science and Technology International*, 18(1), 63-72.
- Santhirasegaram V, Razali Z, Somasundram C. 2013. Effects of thermal treatment and sonication on quality attributes of

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Chokanan mango (*Mangifera indica* L.) juice. *Ultrason Sonochem* 20:1276–82.
- Sapers, G. M. 2003. Washing and sanitizing raw materials for minimally processed fruit and vegetable products. In J. S. Novak, G. M. Sapers, V. K. Juneja (Eds.), *Microbial safety of minimally processed foods* pp. 221-253. Boca Raton, New York: CRC Press.
- Sapers, G.M. 1998. New techniques for safer produce – chemical-based treatments and decontamination by washing. In *Proceedings of the 4th Annual Symposium on Food Safety in the 21st Century – Fresh Fruits and Vegetables: Food Safety Challenges*. National Center of Food Safety and Continuing Education Committee of the Institute of Food Technologists, Chicago, IL, May 12–14.
- Saunt, J. 1990. *Citrus varieties of the world*. Norwich: Sinclair International.
- Schenk, M. 2010. *Preservación de productos frutales mínimamente procesados mediante la aplicación de luz UV y su combinación con otras tecnologías emergentes*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Schenk, M., Guerrero, S., Alzamora, S.M. 2008. Response of some microorganisms to ultraviolet treatment on fresh-cut pear. *Food and Bioprocess Technology* 1:384–392.
- Semanchek, J.J., Golden, D.A., Williams, R.C. 1999. Growth and survival of uninjured and sublethally heat-injured *Escherichia coli* O157:H7 on beef extract medium as influenced by package atmosphere and storage temperature. *Canadian Journal of Microbiology* 45:263–268.
- SENASA. 2001. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Reglamentaciones de frutas frescas cítricas para el mercado interno y la exportación. http://www.senasa.gov.ar/Archivos/File/File4553-rx_1983_0145.pdf: Fecha de acceso: enero 2015
- Senesi, E., Pastine, R. 1996. Pre-treatments of ready-to-use freshcut fruits. *Industrie Alimentari—Italy*, 35, 1161–1166.
- Silva, M. L., 2006. Qualidade microbiológica e ocorrência de levaduras em polpas congeladas de frutas. Universidade Estadual Paulista.
- Silveira, A. 2013. La Industria IV Gama en Uruguay. HORTYFRESCO Seminario Internacional. Chile.2013.
- Silveira, A.C., Aguayo, E., Escalona, V.H., Artés, F. 2011. Combined effect of hot water treatment and peracetic acid

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- to maintain the overall quality in fresh-cut Galia melon. *Innovative Food Sci. and Emer. Technol.*
- Sgroppo, S., Montiel, G. 2004. Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados en Argentina. Simposium Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados en Iberoamerica. San José, Costa Rica.
- Shen, Y., Sun, Y., Qiao, L., Chen, J., Liu, D., Ye, X. 2013. Effect of UV-C treatments on phenolic compounds and antioxidant capacity of minimally processed Satsuma mandarin during refrigerated storage. *Postharvest Biology and Technology*, 76, 50-57.
- Shewfelt, R. L. 1987. Quality of minimally processed fruits and vegetables. *Journal of Food Quality*. 10 (3): 143-156
- Shi, J. X.; Porat, R.; Goren, R.; Goldschmidt, E. 2005. Physiological responses of ‘Murcott’ mandarins and ‘Star Ruby’ grapefruit to anaerobic stress conditions and their relation to fruit taste, quality and emission of off-flavor volátiles. *Postharvest Biology and Technology* 38 99–105.
- Shlomo S.; Fallik, E. 2009. Microbial Quality and Safety of Fresh Produce. Food Science and Technology. Second Edition. 352-384.
- Silveira, A.C., Aguayo, E., Escalona, V.H. Artés, F. 2011. Combined effect of hot water treatment and peracetic acid

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- to maintain the overall quality in fresh-cut Galia melon. *Innovative Food Sci. and Emer. Technol*
- Sofos, J. N.; Busta, F. F. 1993. Sorbic acid and sorbates. In: Davison, P. M. Branen, A. L. (Eds.) *Antimicrobials in Foods*. New York: Marcel Dekker Inc. Cap.3, p. 49-94,
- Soliva-Fortuny R, Martín-Belloso, O. 2003. New advances in extending the shelflife of fresh-cut fruits: a review. *Trends in Food Science & Technology* 14: 341–353
- Stevens, C., Khan, V. A., Lu, J. Y., Wilson, C. L., Pusey, L. P., Igwegbe, E. C. K., Kabwe, K., Mafolo, Y., Liu, J., Chalulz, E., Droby, S. 1997. Integration of Ultraviolet (UV-C) light with yeast treatment for control of postharvest storage rots of fruits and vegetables. *J. Biol. Cont.* 10, 98-103
- Stewart, H., Blisard, N., Bhuyan, S., Nayga, M.Jr. 2004. The demand for food away from home. Full service or fast food. USDA, Agricultural Economic Report. N 829.
- Tarter, M.; Singh, R.P. 1994. Storage of mechanically peeled oranges and grapefruit. *Postharvest Biology and Technology* 4. 117-124.
- Tibola, C.S.; Zaicovsk, C. B.; Malgarim, M. B.; Ferri, V. C.; Ferrareze, J. P.; Silva, P. R.; Pegoraro, C. 2006. Qualidade e conservação de tangerina minimamente processada ocessada. *Acta Sci. Agron. Maringá*, v. 28, n. 2, p. 193-197.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Tietel, Z., Bar, E., Lewinsohn, E., Fallik, E. Porat, R. 2011. Sensory and aroma profiling of fresh and stored 'Or' mandarins. *Acta Horticulturae*, 892, 373–382.
- Tietel, Z., Bar, E., Lewinsohn, E., Feldnesser, E., Fallik, E. Porat, R. 2010. Effects of wax coatings and postharvest storage on sensory quality and aroma volatiles composition of 'Mor' mandarins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90, 995–1007.
- Tomás-Callejas, A.; López-Gálvez, F.; Sbodio, A.; Artés, F.; Artés-Hernández, F.; Suslow, T. 2012. Chlorine dioxide and chlorine effectiveness to prevent *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella* cross-contamination on fresh-cut Red Chard *Food Control* 23. 325:332
- Tournas V.H., Heeres J., Burgess L. 2006. Moulds and yeasts in fruit salads and fruit juices. *Food Microbiology*. 23:684-688.
- Ulloa, J. A.; Aguilar-Pusian, J. R.; Rosas-Ulloa, P. del C. Galavíz-Ortíz, K. M.; Ulloa-Rangel, B. E. 2010. Efecto del remojo con ácido cítrico, ácido ascórbico y sorbato de potasio en la calidad fisicoquímica y microbiológica de jaca mínimamente procesada *CyTA–Journal of Food*, 8 (3), 193-199.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Van de Velde, F.; Güemes, D.; Piagentini, A.; Pirovani, M. 2013. Health Potential and Physicochemical Attributes after Minimal Processing and during Refrigerated Storage of Orange (*Citrus sinensis* L., Osbeck). *International Journal of Fruit Science*. 13:285–298.
- Visintin, G.; Fállico, L.; García, B. 2010. Manejo de mohos poscosecha de cítricos mediante antagonistas microbianos. *Ciencia, Docencia y Tecnología*. Año XXI. 187-214.
- Walker M., Phillips C.A. 2008. The effect of preservatives on *Alicyclobacillus acidoterrestris* and *Propionibacterium cyclohexanicum* in fruit juice. *Food Control* 19: 974–981.
- Watada, A.E., Qi, L, 1999. Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biol. Technol.* 15, 201–205.
- Watada, A.E., Ko, N.P., Minott, D.A., 1996. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharvest Biol. Technol.* 9, 115–125.
- Wei, H., Brandt, M.J., Wolf, G., Hammes, W.P. 2005. Optimization of acidified warm water treatment to improve the microbiological status and sensory quality of iceberg lettuce. *European Food Research and Technology*, 220, 168–175.
- Wilches, R. 2009. Hortalizas frescas precortadas en la ciudad de Buenos Aires: estructuras de gobernanza, estrategias y

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- tácticas asociadas. *Estudio de casos múltiple*. Tesis Magister de la Universidad de Buenos Aires, Área: Agronegocios y Alimentos.
- Wiley C. R. 1994. Frutas y Hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Ed. Acribia.1997
- Williams, R.C., Golden, D.A. 2001. Influence of modified atmospheric storage, lactic acid, and NaCl on survival of sublethally heat-injured *Listeria monocytogenes*. *International Journal of Food Microbiology* 64:379–386.
- Winniczuk P. 1994 Effects of sanitizing compounds on the microflora of orange fruit surfaces and orange juice [M.S.]. Gainesville (FL): Univ of Florida Graduate School.
- Wirtanen, G., Salo, S. 2003. Disinfection in food processing – efficacy testing of disinfectants. *Reviews in Environmental Science and Bio-Technology* 2:293–306.
- WHO. 2009. In. Benefits and risks of the Use of chlorine-containing disinfectants in food production and food processing: Report of a Joint FAO/WHO Expert meeting, Vol. 2013. Ann Arbor, MI, USA: WHO.
- Yaun B R, S S Sumner, J D Eifert, J E Marcy. 2004. Inhibition of pathogens on fresh produce by ultraviolet energy. *Internatl. J. Food Microbiol.* 90:1-8.

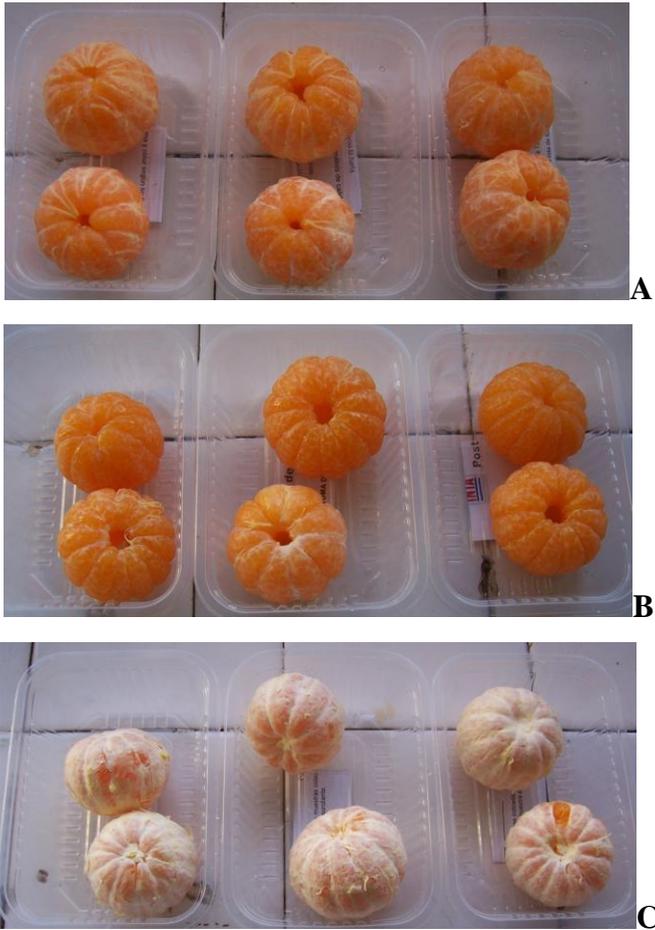
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Zheng X. D., Zhang H. y., Sun P. 2005. Biological control of postharvest green mold decay of oranges by *Rhodotorula glutinis*. *Eur Food Res Technol.* 220:353–357.
- Zhuang R-Y, Beuchat LR, Angulo FJ. 1995. Fate of *Salmonella montevideo* on and in raw tomatoes as affected by temperature and treatment with chlorine. *Appl Environ Microbiol* 61(6):2127-31.

ANEXOS

7. ANEXOS

ANEXO 1: Mandarinas y naranjas con distintos pelados



Referencias: Pelado **A**: I Térmica, **B**: Enzimático, **C**: Manual.

Figura 30: Mandarinas luego de los distintos procesos de pelado.

7. ANEXOS



Referencias: **A** Naranja Navelina pelada por I Térmica, **B**: Naranja Salustiana pelada Enzimáticamente.

Figura 31: *Naranjas luego de los distintos procesos de pelado.*

ANEXO 2: Determinaciones sensoriales



Figura 32: Trabajo grupal con jueces.



Figura 33: Evaluación sensorial de gajos de naranjas.

7. ANEXOS

ANEXO 3: Determinaciones y resultados microbiológicos.



Figura 34: Siembras en placas Petrifilms para recuentos de enterobacterias.

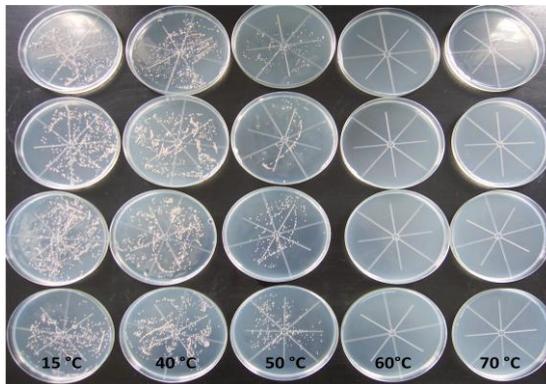


Figura 35: Comportamientos de R. glutinis sometidos a inmersión en agua a distintas temperaturas.