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 citrícola 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 influencian 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
  3.1.1.a 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 ± DS). ................................................................. 116

Tabla 12: Parámetros de color en gajos de naranjas Salustiana sometidas a distintos pelados, para ambas cosechas (medias ± DS). ................................................................. 118
Tabla 13: Porcentajes de humedad y de fruto comestible en naranjas Navelina sometidas a distintos pelados, para ambas ensayos (medias ± DS). .................................................................121
Tabla 14: Porcentajes de humedad y de fruto comestible en naranjas Salustiana sometidas a distintos pelados, para ambas ensayos (medias ± DS). .................................................................122
Tabla 15: Efecto del tipo de pelado en la firmeza de gajos de naranjas (p-vol). ..................................................................................................................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-vol). ....................136
Tabla 20: Parámetros de color en gajos de mandarinas Nova sometidas a distintos pelados, para ambas cosechas (medias ± DS). ........................................................................................................138
Tabla 21: Parámetros de color en gajos de mandarinas Ellendale sometidos a distintos pelados, para ambos ensayos. (medias ± DS). ........................................................................................................140
Tabla 22: Porcentajes de humedad y fruto comestible en mandarina Nova sometidas a distintos pelados, para ambas ensayos (medias ± DS). .................................................................142
Tabla 23: Porcentajes de humedad y porcentaje de fruto comestible en mandarina Ellendale sometidas a distintos pelados (medias ± 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 Rhodotorula glutinis......................... 166
Tabla 32: Recuento de UFC/g de Rhodotorula glutinis 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 R. glutinis 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 Cromo y Tono en gajos de mandarina Nova luego de 24 horas de sometidos a distintos tipos de pelados. .............................................................................................................. 139

**Figura 16:** Valores de Cromo 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 Rhodotorula glutinis en función de las distintas concentraciones de benzoato de sodio...... 169

Figura 25: Recuento de UFC/g de Rhodotorula glutinis en función de las distintas concentraciones de hipoclorito de sodio.... 171

Figura 26: Recuento de UFC/g de Rhodotorula glutinis 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 R. glutinis sometidos a inmersión en agua a distintas temperaturas................................. 252