

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUMICA

TESIS PRESENTADA COMO PARTE DE LOS REQUISITOS DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL LITORAL PARA OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE:

MAGISTER EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS

*Efecto de la variedad y del procesamiento sobre la vida útil de
frutillas mínimamente procesadas*

Instituto de Tecnología de Alimentos (FIQ-UNL)

Tesista: Lic. María Silvina Reyes

Director: Mag. Alim. María Elida Pirovani

Codirector: Ing. Qco. Daniel Raúl Güemes

Jurados de Tesis:

Dra. Alicia Chaves

Dr. Norberto Gariglio

Ing. Qco. Raúl Garrote

*A Hernán,
mí gran compañero ...*

INDICE DE CONTENIDOS

	Pág.
Índice de Contenidos.....	3
Índice de Tablas.....	5
Índice de Figuras.....	9
Resumen/Palabras claves.....	11
1. Introducción.....	13
1.1. Características de las frutas y hortalizas.....	14
1.2. La frutilla: consideraciones sobre su calidad e importancia regional.....	14
1.3. Frutas y hortalizas mínimamente procesadas. Denominaciones y generalidades.....	17
1.4. Factores que afectan la calidad de las frutas frescas cortadas.....	18
1.4.1. Variedad.....	19
1.4.2. Prácticas hortícolas.....	20
1.4.3. Madurez hortícola.....	20
1.4.4. Prácticas de cosecha.....	21
1.4.5. Procesamiento.....	22
1.4.5.1 Lavado-desinfección.....	22
1.4.5.1.1. Cloro.....	23
1.4.5.1.2. Acido peracético.....	24
1.4.5.1.3. Agua ácida o neutra electrolizada.....	24
1.4.5.1.4. Irradiación.....	24
1.4.5.1.5. Ozono.....	25
1.4.5.1.6. Ácidos orgánicos.....	25
1.4.5.1.7. Agua caliente.....	25
1.4.5.1.8. Peróxido de hidrógeno.....	25
1.4.5.2. Operaciones mecánicas.....	26
1.4.6. Atmósferas modificadas.....	26
1.4.7. Temperatura de almacenamiento.....	27
1.5. Vida útil.....	28
1.5.1. Cinética de las reacciones.....	29
1.5.2. Efecto de la temperatura.....	32
1.6. Objetivos.....	33
2. Materiales y Métodos.....	34
2.1. Materia prima.....	35
2.1.1. Características botánica de la especie elegida.....	35
2.1.2. Características de cada una de las variedades estudiadas.....	35
2.1.3. Provisión de la materia prima y preparación de las muestras.....	35
2.1.3.1. Ensayos de comparación de la aptitud para el mínimo procesamiento de tres variedades de frutillas.....	35
2.1.3.2. Ensayos de comparación de diferentes agentes sanitizantes.....	38
2.1.3.3. Ensayos de almacenamiento a distintas temperaturas.....	42
2.2. Determinaciones analíticas.....	44
2.2.1. Color.....	44
2.2.2. Sólidos solubles y pH.....	46
2.2.3. Intensidad respiratoria.....	46

2.3. Análisis sensorial.....	48
2.4. Análisis microbiológico.....	51
2.5. Análisis estadístico.....	51
3. Resultados y Discusión.....	52
3.1. Ensayos de comparación de la aptitud para el mínimo procesamiento de tres variedades de frutillas	53
3.1.1. Características de la materia prima.....	53
3.1.2. Efecto del mínimo procesamiento y del almacenamiento de frutillas frescas cortadas.....	54
3.2. Ensayos de comparación de diferentes agentes sanitizantes.....	62
3.2.1. Características de la materia prima.....	62
3.2.2. Efecto de las distintas soluciones de lavado sobre la calidad inicial y durante el almacenamiento refrigerado de frutillas frescas cortadas variedad <i>Camarosa</i>	63
3.3. Ensayos de almacenamiento a distintas temperaturas.....	72
3.3.1. Características de la materia prima.....	72
3.3.2. Evolución de los parámetros sensoriales a lo largo del almacenamiento	72
3.3.3. Porcentajes de cambios totales de los parámetros sensoriales y del contenido de sólidos solubles.....	77
3.3.4. Determinación del orden de reacción.....	79
3.3.5. Determinación de la constante de reacción y cálculo de la E_a para cada característica sensorial y contenido de sólidos solubles.....	81
3.3.6. Predicción de tiempos de almacenamiento hasta alcanzar el “punto de corte” en función de la temperatura.....	89
3.3.7. Evolución de los parámetros de color de frutillas frescas cortadas para dos estados de madurez durante el almacenamiento a distintas temperaturas.....	92
4. Conclusiones.....	95
5. Bibliografía.....	99
6. Agradecimientos.....	107
7. Anexos.....	109
7.1. Anexo 1: Datos de los ensayos de comparación de la aptitud para el mínimo procesamiento de tres variedades de frutillas.....	110
7.2. Anexo 2: Datos de los ensayos de comparación de diferentes agentes sanitizantes.....	131
7.3. Anexo 3: Datos de los ensayos de almacenamiento a distintas temperaturas.....	159
7.4. Anexo 4: Presentación a Congresos durante la realización de la Tesis...	193

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Capítulo 1. Introducción	
1.1. Composición química media de distintas variedades de frutillas.....	15
Capítulo 3. Resultados y Discusión	
3.1. Calidad de la materia prima usada para el mínimo procesamiento.....	54
3.2. Calidad sensorial inicial de frutillas mínimamente procesadas.....	58
3.3. Calidad inicial de la materia prima.....	63
3.4. Efecto de los distintos tratamientos descontaminantes sobre la calidad microbiológica de frutillas frescas cortadas.....	64
3.5. Efecto relativo del lavado sobre los sólidos solubles y pH.....	66
3.6. Efecto de los diferentes tratamientos descontaminantes sobre los atributos sensoriales luego del procesamiento.....	69
3.7. Tiempos y condiciones de almacenamiento para frutillas frescas cortadas con dos grados de madurez.....	72
3.8. Valores experimentales promedio de los atributos sensoriales de frutillas frescas cortadas de madurez intermedia.....	73
3.9. Valores experimentales promedio de los defectos sensoriales de frutillas frescas cortadas de madurez intermedia.....	74
3.10. Valores experimentales promedio de los atributos sensoriales de frutillas frescas cortadas maduras.....	75
3.11. Valores experimentales promedio de los defectos sensoriales de frutillas frescas cortadas maduras.....	76
3.12. Cambios en las características sensoriales de frutillas frescas cortadas de madurez intermedia expuestas a diferentes condiciones de almacenamiento.....	77
3.13. Cambio en las características sensoriales de frutillas frescas cortadas maduras expuestas a diferentes condiciones de almacenamiento.....	78
3.14. Cambios en el contenido de sólidos solubles de frutillas frescas cortadas de dos estados de madurez expuestas a diferentes condiciones de almacenamiento.....	78
3.15. Coeficientes de determinación (R^2) de las regresiones para las características sensoriales de frutillas frescas cortadas de madurez intermedia almacenadas a distintas temperaturas.....	79
3.16. Coeficientes de determinación (R^2) de las regresiones para las características sensoriales de frutillas frescas cortadas maduras, almacenadas a distintas temperaturas.....	80
3.17. Coeficientes de determinación (R^2) de las regresiones para el contenido de sólidos solubles de frutillas frescas cortadas de madurez intermedia, almacenadas a distintas temperaturas.....	80
3.18. Coeficientes de determinación (R^2) de las regresiones para el contenido de sólidos solubles de frutillas frescas cortadas maduras, almacenadas a distintas temperaturas.....	81
3.19. Constante de reacción (K) y funcionalidad con la temperatura (E_a) de atributos sensoriales de frutillas frescas cortadas con dos grados de madurez.....	83
3.20. Constante de reacción (K) y funcionalidad con la temperatura (E_a) de defectos sensoriales de frutillas frescas cortadas con dos grados de	

madurez.....	84
3.21. Constantes de reacción (K) y funcionalidad con la temperatura (Ea) del contenido de sólidos solubles de frutillas frescas cortadas con dos grados de madurez.....	85
3.22. Tiempo de almacenamiento hasta alcanzar el “punto de corte” en frutillas de madurez intermedia.....	90
3.23. Tiempo de almacenamiento hasta alcanzar el “punto de corte” en frutillas maduras.....	90
7. Anexos	
7.1. Anexo 1: Datos de los ensayos de comparación de la aptitud para el mínimo procesamiento de tres variedades de frutillas.....	110
A.1. Sólidos Solubles y pH de tres variedades de frutillas antes del procesamiento.....	111
A.2. Parámetros de color de tres variedades de frutillas antes del procesamiento.....	112
A.3. Intensidad Respiratoria de tres variedades de frutillas enteras a 25°C	113
A.4. Intensidad Respiratoria de tres variedades de frutillas mínimamente procesadas a 25 °C.....	113
A.5. Contenido de sólidos solubles y pH luego del procesamiento.....	114
A.6. Evolución de los sólidos solubles y el pH de tres variedades frutillas mínimamente procesadas durante el almacenamiento refrigerado.....	115
A.7. Parámetros de color luego del procesamiento.....	118
A.8.1. Parámetros de color de la variedad <i>Camarosa</i> mínimamente procesada durante el almacenamiento refrigerado.....	120
A.8.2. Parámetros de color de la variedad <i>Festival</i> mínimamente procesada durante el almacenamiento refrigerado.....	122
A. 8.3 Parámetros de color de la variedad <i>Sweet Charlie</i> mínimamente procesada durante el almacenamiento refrigerado.....	124
A.9. Calidad sensorial de tres variedades de frutillas en el día del procesamiento.....	126
A.10. Evolución de los atributos sensoriales de tres variedades de frutillas mínimamente procesadas durante el almacenamiento refrigerado.....	127
7.2. Anexo 2: Datos de los ensayos de comparación de diferentes agentes sanitizantes.....	131
A.11. Recuentos microbiológicos de frutillas enteras variedad <i>Camarosa</i>	132
A.12. Sólidos Solubles y pH de frutillas enteras variedad <i>Camarosa</i>	133
A.13. Parámetros de color de frutillas enteras variedad <i>Camarosa</i>	134
A.14. Calidad sensorial de frutillas variedad <i>Camarosa</i> en el día del procesamiento.....	135
A.15. Recuentos microbiológicos de frutillas variedad <i>Camarosa</i> mínimamente procesadas durante el almacenamiento refrigerado a 2,5 °C.	137
A.16. Evolución de los sólidos solubles y el pH de frutillas variedad <i>Camarosa</i> mínimamente procesadas durante el almacenamiento refrigerado a 2,5 °C.....	138
A.17.1. Parámetros de color de la variedad <i>Camarosa</i> mínimamente procesada lavadas con Agua 20 °C durante el almacenamiento refrigerado a 2,5 °C.....	143
A.17.2. Parámetros de color de la variedad <i>Camarosa</i> mínimamente procesada lavadas con Agua 43 °C. durante el	

almacenamiento refrigerado a 2,5 °C.....	146
A.17.3. Parámetros de color de la variedad <i>Camarosa</i> mínimamente procesada lavadas con solución de Hipoclorito de Sodio 50 ppm durante el almacenamiento refrigerado a 2,5 °C.....	149
A.17.4. Parámetros de color de la variedad <i>Camarosa</i> mínimamente procesada lavadas con solución de Acido Peracético 100 ppm durante el almacenamiento refrigerado a 2,5 °C.....	152
A.18. Evolución de los atributos sensoriales de frutillas variedad <i>Camarosa</i> mínimamente procesadas durante el almacenamiento refrigerado a 2,5.°C (exp 1).....	155
A.19. Evolución de los atributos sensoriales de frutillas variedad <i>Camarosa</i> mínimamente procesadas durante el almacenamiento refrigerado a 2,5 °C (exp 2).....	157
7.3. Anexo 3: Datos de los ensayos de almacenamiento a distintas temperatura....	159
A.20. Evolución de los parámetros sensoriales de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia almacenadas a diferentes temperaturas.....	160
A.21. Evolución de los parámetros sensoriales de frutillas mínimamente procesadas maduras almacenadas a diferentes temperaturas.....	162
A.22. Evolución del contenido de sólidos solubles y pH de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia almacenadas a diferentes temperaturas.....	164
A.23. Evolución del contenido de sólidos solubles y pH de frutillas mínimamente procesadas maduras almacenadas a diferentes temperaturas.	166
A.24. Evolución de los parámetros de color de frutillas mínimamente procesadas madurez intermedia almacenadas a diferentes temperaturas.....	168
A.25. Evolución de los parámetros de color de frutillas mínimamente procesadas maduras almacenadas a diferentes temperaturas.....	172
A.26. Estadística de la regresión del atributo Apariencia general de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia.....	177
A.27. Estadística de la regresión del atributo Aroma de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia.....	178
A.28. Estadística de la regresión del atributo Firmeza de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia.....	179
A.29. Estadística de la regresión del atributo Sabor de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia.....	180
A.30. Estadística de la regresión del defecto Oscurecimiento de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia.....	181
A.31. Estadística de la regresión del defecto Olores extraños de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia.....	182
A.32. Estadística de la regresión del defecto Sabores extraños de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia.....	183
A.33. Estadística de la regresión del atributo de calidad Sólidos solubles de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia.....	184
A.34. Estadística de la regresión del atributo Apariencia general de frutillas mínimamente procesadas maduras al momento de la cosecha.....	185
A.35. Estadística de la regresión del atributo Aroma de frutillas mínimamente procesadas maduras al momento de la cosecha.....	186
A.36. Estadística de la regresión del atributo Firmeza de frutillas	

mínimamente procesadas maduras al momento de la cosecha.....	187
A.37. Estadística de la regresión del atributo Sabor de frutillas mínimamente procesadas maduras al momento de la cosecha.....	188
A.38. Estadística de la regresión del defecto Oscurecimiento de frutillas mínimamente procesadas maduras al momento de la cosecha.....	189
A.39. Estadística de la regresión del defecto Olores extraños de frutillas mínimamente procesadas maduras al momento de la cosecha.....	190
A.40. Estadística de la regresión del defecto Sabores extraños de frutillas mínimamente procesadas maduras al momento de la cosecha.....	191
A.41. Estadística de la regresión del atributo de calidad Sólidos solubles de frutillas mínimamente procesadas maduras al momento de la cosecha...	192

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Capítulo 1. Introducción	
1.1. Cultivo de variedad Camarosa en San José del Rincón.....	16
1.2. Principales áreas sembradas en el sector centro-norte de nuestro país.....	17
1.3. Evolución de un atributo Q que disminuye con el tiempo para una reacción de orden cero.....	31
1.4. Evolución de un atributo Q que disminuye con el tiempo para una reacción de primer orden	31
Capítulo 2. Materiales y Métodos	
2.1. Variedades de frutillas: <i>Camarosa</i> , <i>Festival</i> y <i>Sweet Charlie</i>	35
2.2. Localización del sitio de obtención de la materia prima para la primera etapa.....	36
2.3. Esquema del procesamiento correspondiente a la primera etapa.....	38
2.4. Localización del sitio de obtención de la materia prima para la segunda etapa.....	39
2.5. Esquema de la cestilla metálica en el vaso de precipitado usado en los lavados.....	40
2.6. Esquema del procesamiento correspondiente a la segunda etapa.....	41
2.7. Esquema del procesamiento correspondiente a la tercera etapa.....	43
2.8. Lavado de frutillas con agua fluyente.....	43
2.9. Lavado-desinfección de frutillas.....	44
2.10. Ecurrido de frutillas sobre papel absorbente.....	44
2.11. Foto del equipo y dispositivo utilizado para la medición del color.....	45
2.12. Medición de los parámetros de color sobre frutillas frescas cortadas.	46
2.13. Equipo utilizado para la determinación de la intensidad respiratoria..	47
2.14. Muestras utilizadas para la determinación de la intensidad respiratoria para distintas condiciones experimentales (enteras y cortadas)	48
2.15. Panel en una sesión de evaluación sensorial.....	48
2.16. Modelo de planilla utilizada para el análisis sensorial.....	50
Capítulo 3. Resultados y Discusión	
3.1. Reducción porcentual en el contenido de sólidos solubles luego del mínimo procesamiento.....	55
3.2. Evolución del contenido de sólidos solubles de tres variedades de frutillas frescas cortadas durante el almacenamiento refrigerado a 4 °C.....	56
3.3. Porcentaje de cambio en los parámetros de color como consecuencia del procesamiento.....	56
3.4. Evolución de los parámetros de color en frutillas mínimamente procesadas var. <i>Camarosa</i> , <i>Festival</i> y <i>Sweet Charlie</i> durante el almacenamiento a 4°C.....	57
3.5. a Evolución de los parámetros Apariencia general y desarrollo de olores extraños de frutillas var. <i>Camarosa</i> , <i>Festival</i> y <i>Sweet Charlie</i> hasta los 14 días de almacenamiento a 4°C.....	59
3.5. b Evolución de los parámetros Aroma y Firmeza de frutillas var. <i>Camarosa</i> , <i>Festival</i> y <i>Sweet Charlie</i> hasta los 14 días de almacenamiento a 4°C.....	60
3.6. Incremento de la intensidad respiratoria por efecto del mínimo	

procesamiento.....	61
3.7. Recuento de microorganismos en frutillas frescas cortadas durante el almacenamiento refrigerado a 2,5 °C.....	65
3.8. Evolución del contenido de sólidos solubles de frutillas frescas cortadas variedad <i>Camarosa</i> , sometidas a diferentes tratamientos de lavado, durante el almacenamiento refrigerado a 2,5 °C.....	66
3.9. Cambios en los parámetros de color de frutillas var. <i>Camarosa</i> a consecuencia de distintos tratamientos de lavado durante el mínimo procesamiento.....	67
3.10. Evolución del croma (C*) de frutillas variedad <i>Camarosa</i> frescas cortadas durante el almacenamiento a 2,5°C.....	68
3.11. Evolución de los atributos sensoriales de frutillas frescas cortadas var. <i>Camarosa</i> durante el almacenamiento a 2,5°C durante 14 días.....	70
3.12. Valores predichos de los atributos sensoriales de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia durante el almacenamiento a distintas temperaturas.....	85
3.13. Valores predichos de los defectos sensoriales de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia durante el almacenamiento a distintas temperaturas	86
3.14. Valores predichos de los atributos sensoriales de frutillas mínimamente procesadas maduras durante el almacenamiento a distintas temperaturas.....	87
3.15. Valores predichos de los defectos sensoriales de frutillas mínimamente procesadas maduras durante el almacenamiento a distintas temperaturas	88
3.16. Tiempo de almacenamiento para los parámetros sensoriales de frutillas frescas cortadas de madurez intermedia.....	91
3.17. Tiempo de almacenamiento para los parámetros sensoriales de frutillas frescas cortadas maduras.....	91
3.18. Evolución de los parámetros de color de frutillas mínimamente procesadas de dos estados de madurez (a: frutillas de madurez intermedia, b: frutillas maduras) durante el almacenamiento a distintas temperaturas.....	93

Resumen

Los objetivos de la presente tesis fueron: evaluar la aptitud para el mínimo procesamiento de tres variedades de frutillas que se producen en la zona cercana a la ciudad de Santa Fe (*Camarosa*, *Festival* y *Sweet Charlie*), comparar alternativas de lavado (solución de ácido peracético 100 ppm, solución de hipoclorito de sodio 50 ppm, agua a 20°C y a 43°C) y estudiar su deterioro a diferentes temperaturas y tiempos de almacenamiento, con diferentes grados de madurez (maduras: 100 % de superficie roja y madurez intermedia: 75-80 % superficie roja). Se determinaron atributos y defectos sensoriales, parámetros de color, contenido de sólidos solubles, pH, intensidad respiratoria, microorganismos aerobios mesófilos, hongos y levaduras.

La especie que presentó mejor aptitud para el mínimo procesamiento fue *Camarosa*, pues registró un menor incremento en la intensidad respiratoria (14,6 %, con respecto a las variedades *Festival* (30,1 %) y *Sweet Charlie* (38,2 %)); y una menor disminución en el contenido de sólidos solubles como consecuencia del corte (15 % para *Camarosa*; 17 % y 25 % para las variedades *Festival* y *Sweet Charlie* respectivamente). También fue *Camarosa* la variedad que al final del almacenamiento refrigerado recibió mejores calificaciones para todos los parámetros sensoriales evaluados: 7,9 Apariencia General; 6,9 Desarrollo de Olores extraños; 8,8 Aroma Genuino y 7,2 para Firmeza.

Los tratamientos de lavado con solución de ácido peracético (100 ppm - 2 minutos) e hipoclorito de sodio (50 ppm - 2 minutos) mostraron mayores reducciones de todos los microorganismos estudiados y afectaron de forma similar la calidad sensorial y los parámetros de color después del mínimo procesamiento y durante el almacenamiento refrigerado. En cuanto a la retención de sólidos solubles, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro tratamientos ensayados.

Todos los atributos sensoriales elegidos para describir el deterioro de frutillas frescas cortadas, sufrieron cambios durante el almacenamiento, respaldando de esta manera, su validez como indicadores de la pérdida de calidad del producto.

La evolución de los atributos y defectos sensoriales en función del tiempo pudo ser modelada aplicando cinéticas de orden cero, en cambio, el contenido de sólidos solubles, con cinéticas de primer orden. La dependencia de las constantes de reacción con la temperatura mostró un buen ajuste con la ecuación de Arrhenius.

En función de las energías de activación obtenidas, se encontró que los parámetros que mayores cambios pueden sufrir con la temperatura (mayor E_a) son la Firmeza (108,34 KJ.mol⁻¹) para las frutillas frescas cortadas maduras y la aparición de Olores extraños para las frutillas de madurez intermedia (123,54 KJ.mol⁻¹)

Se determinó también, el tiempo de almacenamiento hasta alcanzar un nivel de calidad preestablecido (“punto de corte”) y el o los parámetros que condicionan el mismo.

Las frutillas de madurez intermedia no resultan convenientes para ser utilizadas como mínimamente procesadas, por su baja calificación inicial en el atributo Sabor genuino.

Las frutillas maduras, resultaron ser la mejor opción para ser utilizadas como materia prima de producto “fresco cortado”. Sin embargo, se pudo determinar que los atributos Firmeza y Sabor constituyeron un factor condicionante para el tiempo de almacenamiento.

Los modelos obtenidos podrán ser útiles como herramientas para predecir variaciones tanto en los atributos como en los defectos sensoriales en frutillas frescas cortadas var. *Camarosa* lavadas con solución de hipoclorito de sodio (50 ppm - 2 minutos) y envasadas en potes rígidos con tapa de tereftalato de polietileno (PET), en el rango de 0,5 a 15,0 °C, para los dos grados de madurez ensayados.

Palabras Claves: frutillas mínimamente procesadas – grado de madurez –lavado – atributos y defectos sensoriales – calidad – efecto de la temperatura

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Características de las frutas y hortalizas

Las frutas y hortalizas frescas son ingredientes vitales de la dieta, ya que además de aportar color, aroma y sabor a las preparaciones culinarias, satisfacen importantes necesidades nutricionales por ser valiosas fuentes de vitaminas, minerales, carbohidratos y fibras. En los últimos años, ha aumentado notablemente el consumo de las mismas. Entre las causas de este fenómeno pueden mencionarse investigaciones que han demostrado que una dieta rica en frutas y hortalizas está relacionada con la prevención de enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer. Los efectos beneficiosos de los productos frutihortícolas son atribuidos a la presencia de altos niveles de fitoquímicos, siendo los compuestos fenólicos, quienes se encuentran en mayor proporción (Seeram *et al.*, 2006).

1.2. La frutilla: consideraciones sobre su calidad e importancia regional

La frutilla es una fruta delicada, perecedera, susceptible al daño mecánico, deterioro fisiológico y microbiológico y a la pérdida de agua (Del Valle *et al.*, 2004). Presenta un típico aroma, el cual ha sido motivo de numerosos estudios (Ragaert *et al.*, 2006). Esta especie es una fuente excelente de ácido ascórbico, potasio y fibras, como así también de azúcares simples, los cuales son utilizados como fuente de energía (Kafkas *et al.*, 2007). Las frutillas contienen importantes fitoquímicos con capacidad antioxidante como ácido ascórbico y dehidroascórbico, antocianinas y otros compuestos fenólicos (Cordenunsi *et al.*, 2004; Ferreyra *et al.*, 2007; Zheng *et al.*, 2007). También es válido destacar la presencia de ácido elágico, el cual reduce el daño genético causado por carcinógenos como el humo del tabaco o la polución ambiental (Dao, 1996; Williner *et al.*, 2003).

El consumo de frutilla como producto fresco o como alimento procesado en forma de confituras, mermeladas, helados, etc., ha experimentado una rápida difusión en los últimos años, dejando de ser una fruta reservada a mercados minoritarios. Entre las causas impulsoras de esta tendencia se pueden destacar aspectos intrínsecos del fruto y aspectos psicológicos del consumidor. Dentro del primer apartado se incluyen, tal como se mencionó con anterioridad, su delicado sabor, aroma y su valor nutricional, el cual es detallado en la Tabla 1.1. También habría que destacar su pequeño tamaño, que hace de la frutilla una fruta con posibilidades muy variadas de preparación y distribución familiar. Entre los aspectos psicológicos que parecen inducir al consumo de esta fruta se destaca su estacionalidad o disponibilidad limitada, que le confiere un mayor atractivo al producto y la hacen más deseable que al resto de las frutas, a las que se tiene acceso durante todo el año. Además la aparición de la frutilla en los mercados, marca el fin de la temporada invernal, y su presencia se asocia con la llegada

de la primavera. Si tuviéramos que elegir una sola característica del fruto como principal atractivo para el consumidor, tendríamos que destacar su aspecto estético, es decir, la apariencia externa de la frutilla, que hace de ella una fruta apetecible y tentadora (Olías *et al.*, 1995).

Tabla 1.1 Composición química media de distintas variedades de frutillas.

Valores cada 100 gramos de fruta	
Valor energético	40,0 calorías
Proteínas	0,90 g
Grasas	0,50 g
Carbohidratos	13,0 g
Calcio	21,0 mg
Fósforo	21,0 mg
Potasio	164,0 mg
Sodio	1,0 mg
Hierro	1,0 mg
Vitamina A	100,0 UI
Vitamina B ₁	0,03 mg
Vitamina B ₂	0,07 mg
Vitamina B ₆	0,9 mg
Vitamina C	90,0 mg

Fuente: Olías *et al.*, 1995

Hasta 1955, en la localidad de Coronda (provincia de Santa Fe) y localidades vecinas como Arocena y Desvío Arijón, se cultivó una única variedad llamada "Corondina", de la cual existen dudas sobre su origen. Alrededor de 1970 comenzó la introducción de nuevas variedades creadas en California, Florida y España.

En la actualidad, las principales variedades cultivadas en la zona (cercana a la ciudad de Santa Fe) son *Chandler*, *Festival*, *Camarosa* y *Sweet Charlie*. *Camarosa* es la variedad cultivada en un mayor porcentaje (82 %) (Anónimo, 2005).

Tradicionalmente, el área de siembra de este fruto se concentra en las localidades mencionadas anteriormente, pero actualmente, se proyecta a Santa Rosa de Calchines, Arroyo Leyes y San José del Rincón, constituyendo una nueva expansión geográfica de producción (Figura 1.1), compitiendo con otras provincias del país como Tucumán, Corrientes o Buenos Aires (Figura 1.2).



Figura 1.1. Cultivo de variedad *Camarosa* en San José del Rincón.

Entre los factores que motivaron la búsqueda de nuevas tierras para la implantación de la reconocida fruta se encuentran el agotamiento del suelo, la necesidad de rotación y la posibilidad de generar una región alternativa para implantar la frutilla (Benitez y Scandol, 2005).

Durante la campaña 2005, se produjeron en nuestra región, más de 10.000 toneladas de frutillas, con una siembra superior a 400 hectáreas. En la campaña anterior se obtuvieron 7.000 toneladas. Igualmente, aún no se han podido alcanzar las cifras registradas durante el periodo 1999-2000, donde la producción alcanzó las 14.500 toneladas (Benitez y Scandol, 2005).

Nuestra zona es una de las formadoras naturales de precios, al igual que la localidad de Lules, ubicada en la provincia de Tucumán, la cual produce el 30 por ciento del fruto rojo en la Argentina.

El 60 por ciento de la producción zonal se vende como fruta fresca, en tanto el 40 por ciento se industrializa, lo que permitió alcanzar en la campaña 2005 un récord regional de exportación de 2.309 toneladas, las que generaron 2,36 millones de dólares.

Canadá, Estados Unidos y la Unión Europea son los principales mercados de destino, sin olvidar que el 85 por ciento se comercializa en el mercado interno.

En la campaña 2005, alrededor de 4.000 toneladas de frutillas formaron parte de la producción industrial, ocupándose el 40 % en pulpa para yogur, otro 40 % en pulpa para heladería y repostería y por último, un 20 % es utilizado para mermeladas y dulces. En tanto, aproximadamente, 6.000 toneladas se destinaron al mercado fresco, siendo el 67 por ciento volcado al Mercado Central de Buenos Aires, que abastece en forma directa e indirecta a unos 12 millones de personas. El resto se distribuye en mercados bonaerenses, Córdoba y Rosario.

La frutilla genera mayor cantidad de horas de mano de obra por hectárea (9.200) que otras actividades como el tomate (2.850), melón (900), naranjo (550) y alcaucil (525) (Anónimo, 2005).



(Fuente): Diario El Litoral, Suplemento Región Centro (Anónimo, 2005).

Figura 1.2. Principales áreas sembradas en el sector centro-norte de nuestro país.

1.3. Frutas y Hortalizas mínimamente procesadas. Denominaciones y generalidades

Desde hace unos años han aparecido en el mercado, vegetales frescos de los denominados "listos para usar", "listos para consumir", de la "IV gama", "frescos cortados" o lo que es más amplio y general "vegetales mínimamente procesados".

Las frutas y hortalizas mínimamente procesadas constituyen, dentro de los alimentos, una clase que se está desarrollando de forma rápida e importante.

Gran parte del trabajo desarrollado en este campo se está llevando a cabo actualmente en Europa, Japón y EEUU como respuesta a una fuerte demanda por parte del consumidor, tanto individual como institucional, de alimentos de conveniencia pero de alta calidad, saludables y con las mismas características que los productos frescos (Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2003). El propósito de los vegetales mínimamente procesados es proporcionar al consumidor un producto frutícola u hortícola muy parecido al fresco con una vida útil prolongada y, al mismo tiempo, garantizar la seguridad de los mismos, manteniendo una calidad nutritiva y sensorial, no siendo necesario una preparación adicional previa a su consumo (Gorny, 1996; Wiley, 1997; Watada y Qi, 1999).

Las frutas y hortalizas mínimamente procesadas son productos constituidos por tejidos vivos o que han sido modificados ligeramente de su estado de fresco. Los tejidos de estos productos no exhiben las mismas respuestas fisiológicas que los tejidos vivos intactos de los productos vegetales sin tratar. Las operaciones de preparación producen, además cambios físicos y estimulan el desarrollo de determinadas reacciones químicas.

El USDA y la FDA definen como frescas y mínimamente procesadas aquellas frutas y hortalizas que han sido cortadas, lavadas, envasadas y mantenidas bajo refrigeración. Si bien hoy son de uso generalizado, y su crecimiento ha sido exponencial (Garrett *et al.*, 2003), inicialmente, estos productos fueron utilizados por la industria de *catering*: instituciones, restaurantes, supermercados, etc. (Watada *et al.*, 1996).

Como se mencionó anteriormente, la creciente demanda de los productos frescos cortados con la consiguiente garantía de inocuidad, ha llevado a los investigadores a redoblar esfuerzos en el estudio de nuevas tecnologías, que permitan extender la vida útil de los productos mínimamente procesados. Si bien el consumo de hortalizas “listas para usar” es una práctica adquirida por los consumidores desde hace décadas, el uso de tecnologías para la obtención de frutas mínimamente procesadas aún necesita mayor desarrollo.

1.4. Factores que afectan la calidad de las frutas frescas cortadas

Los principales factores que afectan la calidad de los productos cortados frescos son: la variedad, las prácticas hortícolas, la madurez hortícola, las prácticas de cosecha, las diferentes operaciones de proceso tales como lavado y sanitización, las operaciones mecánicas, el envasado en atmósferas modificadas y el manejo de la temperatura durante el

procesamiento y la comercialización intervienen. A continuación se desarrollarán cada uno de éstos factores, haciendo énfasis en variedad, lavado- desinfección y almacenamiento, por ser las temáticas abordadas en la presente tesis.

1.4.1. Variedad

Cuando se seleccionan frutas y hortalizas frescas para preparar productos mínimamente procesados, es muy importante examinar el producto original entero desde varios aspectos, uno de ellos es la variedad.

Un cultivar o variedad se distingue por una característica significativa de tipo morfológico, fisiológico, citológico, químico u otro.

Cada cultivar confiere distintos atributos de calidad al alimento, tales como sabor, color, aroma, valor nutritivo, y puede presentar diferentes respuestas como consecuencia del mínimo procesamiento y posterior almacenamiento refrigerado. De allí que resulte especialmente importante una adecuada selección de la variedad que se va a procesar, con el fin de obtener productos aceptables por los consumidores (González-Aguilar *et al.*, 2005).

Con respecto a las frutas, se puede mencionar el trabajo realizado por Gorny *et al.* (1999) donde se demostró que la selección de la variedad y la madurez de recolección a una temperatura de almacenamiento de 0 °C y una humedad relativa de 90-95%, fueron los factores más importantes que determinaron el tiempo de vida útil de rodajas de durazno y nectarinas mínimamente procesadas. En otro estudio se observó que la vida útil de peras de la variedad *Bartlett* fue más larga que otras variedades como *Bosc anjou* y *Red anjou*, desde el punto de vista del pardeamiento superficial y cambios en la textura (Gorny *et al.*, 2000).

En el caso de frutillas en particular, Morris *et al.* (1985) analizaron, entre otros aspectos, el efecto de dos variedades (*Sunrise* y *Cardinal*) sobre diferentes atributos de calidad. En otro trabajo, se realizaron determinaciones de celulosa, lignina, proteínas, sólidos solubles, acidez titulable, entre otras, comparando las variedades *Selva* y *Camarosa* (Castro *et al.*, 2002). Cordenunsi *et al.* (2004) estudiaron varios atributos relacionados con la calidad de esta fruta, como textura, contenido de antocianinas, pH, acidez titulable, contenido de ácido ascórbico y sólidos solubles en cinco variedades de frutillas: *Oso Grande*, *Dover*, *Toyonoka*, *Campineiro* y *Mazi* durante una semana de almacenamiento refrigerado. En el trabajo realizado por Kafkas *et al.* (2007) se utilizaron las variedades *Osmandi* y *Camarosa* con el objetivo de estudiar diferentes características como sólidos solubles y contenido de ácido ascórbico durante el *ripening*.

El desarrollo de variedades específicas para ser aplicadas en productos cortados frescos, es muy valioso para lograr un incremento en la diversidad de productos, economía y preferencias de los consumidores. Sin embargo, en países como Argentina, donde la industria del procesado de frutas y hortalizas no está bien desarrollada, es poco frecuente encontrar en el mercado variedades diseñadas especialmente para tal fin, sino que generalmente se usan las ya existentes para mercado en fresco.

1.4.2. Prácticas hortícolas

Los productores de frutas y hortalizas frescas cortadas priorizan la inocuidad de las mismas. Para lograr este objetivo se han invertido grandes esfuerzos y recursos en el desarrollo y puesta en marcha de programas efectivos (BPF, SSOP, HACCP). La implementación y funcionamiento apropiado de estos programas garantiza que las frutas y hortalizas cortadas en fresco se encuentren entre los alimentos más seguros, evitando de esta manera la contaminación de los mismos por bacterias, virus y parásitos patógenos, así como también de contaminantes físicos y químicos. Dado que no es posible eliminar completamente los microorganismos patógenos de los productos frutihortícolas, es fundamental evitar su presencia. Por esta razón, otros programas de seguridad alimentaria, también de carácter preventivo (BPA, buenas prácticas agrícolas), permiten mantener el producto libre de microorganismos patógenos y otros contaminantes químicos como los pesticidas. En este sentido, Allende y Artés (2003) señalaron que los productos vegetales enteros deben llegar a las fábricas con la carga microbiológica mínima, ya que ésta determina la contaminación final en el producto procesado.

1.4.3. Madurez hortícola

El estado de madurez de la materia prima al momento de la cosecha, que varía según las distintas especies, es otro factor crítico en la calidad del producto final. Frutas como ananá o pepino, son cosechadas antes de completar su desarrollo fisiológico. En cambio, otras especies que corresponden a frutos climatéricos, son cosechadas cuando llegan a la madurez fisiológica y se les permite madurar separados de la planta (Shewfelt, 1987).

En la utilización de frutas y hortalizas para ser procesadas mínimamente, el grado de madurez se relaciona con el estado de los tejidos, el cual es un condicionante de su vida útil (Watada, 1997).

La maduración se considera como un complejo fenómeno de diferenciación bioquímica controlado esencialmente por cuatro mecanismos reguladores: a) un aumento de la

síntesis de enzimas y ácidos nucleicos; b) la regulación de sistemas enzimáticos; c) cambios de permeabilidad en las membranas y en la ultra estructura celular, y d) una modificación de los mecanismos hormonales (Romojaro *et al.*, 1996). Durante la maduración se produce una mayor producción de etileno y la tasa de respiración aumenta. El etileno parece ser responsable de la síntesis de enzimas involucradas en cambios físicos, químicos y metabólicos en los tejidos vegetales que tienen una importante influencia en las características sensoriales relacionadas con el sabor y la firmeza del fruto. Según Soliva-Fortuny *et al.* (2002a), la producción de etileno en rodajas de manzanas y peras frescas cortadas, fue dos veces superior en la fruta procesada en un estado de madurez intermedio en comparación con la más madura. Soliva-Fortuny *et al.* (2002b) estudiaron el efecto de diferentes estados de madurez sobre la firmeza de manzana *Golden delicious* mínimamente procesada. En dicho trabajo se observó que los frutos con una firmeza inicial entre 65,7 y 70,3 N (parcialmente maduras), presentaron una aptitud óptima para esta forma de procesamiento. Además, estudiaron el efecto del estado de madurez en el color y la respiración de las manzanas cortadas y constataron que en las muestras parcialmente maduras se desarrollaron características sensoriales propias de la fruta fresca con una madurez adecuada para su consumo, además de minimizar y retardar el desarrollo de procesos fermentativos que limitan su vida útil.

En resumen, para una fruta destinada a “fresca cortada” se deberá elegir un grado de madurez tal que permita una aceptable vida útil, pero priorizando el que haya alcanzado óptimas características sensoriales (sabor y aroma).

1.4.4. Prácticas de cosecha

La estación del año en la que se recolectan los productos vegetales también juega un rol importante, ya que la modificación de las condiciones climáticas (temperatura, humedad, etc.) afecta directamente a las frutas y hortalizas. López *et al.* (1998) encontraron que la proporción de compuestos volátiles dominantes en manzanas varían según la estación. En otro estudio realizado en ananá se demostró que la cantidad de aceites volátiles presentes aumenta durante la estación de verano (Haagen-Smit *et al.*, 1945).

La recolección a la temperatura lo más baja posible (durante la noche o a primeras horas de la mañana) es más ventajosa para mantener la calidad de la fruta durante la manipulación y el almacenamiento. Morris (1990) señaló que las uvas recolectadas cuando la

temperatura fue alta (30 °C) tuvieron un peor color y produjeron un elevado nivel de alcohol y ácido acético a consecuencia de la alteración microbiana.

La delicada naturaleza de muchas frutas y hortalizas requiere una manipulación cuidadosa; en este sentido, es sabido que durante la cosecha, realizada tanto en forma mecánica como manual, las frutas y hortalizas sufren las primeras lesiones mecánicas. Los daños mecánicos aceleran la alteración de los productos frescos al romperse las membranas celulares e incrementarse la actividad enzimática, lo que origina la aparición de reacciones indeseables.

Las prácticas de cosecha mecánica son más eficientes y operativamente menos costosas, sin embargo, requieren una importante inversión inicial y conllevan a lesiones mecánicas. Por esta razón, la cosecha manual es la opción generalmente indicada para frutas que han de ser mínimamente procesadas (Shewfelt, 1987). En el caso de las frutillas, la recolección es exclusivamente manual, ya que esta delicada infrutescencia presenta una marcada susceptibilidad a la compresión, media al impacto, siendo resistente a la vibración.

Por lo antes expuesto, queda de manifiesto la importancia de considerar que las materias primas deben ser de primera calidad, de modo tal que permitan ser sometidas a los tratamientos necesarios (fácilmente lavable, pelable y cortable) para la obtención de productos “listos para usar” de excelente calidad (Ahvenainen, 1996).

1.4.5. Procesamiento

1.4.5.1. Lavado-desinfección

En referencia a las operaciones de proceso, el lavado tiene como objetivo eliminar contaminantes (químicos o microbiológicos), restos de la planta y los exudados celulares (consecuencia del corte) ricos en enzimas y sustratos que producen el amarronamiento.

En las frutas mínimamente procesadas, las reacciones microbiológicas ocurren más rápidamente que en las hortalizas, debido a que las primeras presentan mayores niveles de azúcar (Beaulieu y Gorny, 2002). En este punto, la microflora nativa de las frutas cortadas frescas, está compuesta principalmente por hongos. Este tipo de producto posee un pH menor a 4,6 y un a_w mayor a 0,85. En este sentido, son considerados altamente percederos cuando no están sometidos a procesos de preservación.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el prevenir la contaminación es la estrategia más efectiva para el control de la transmisión de las enfermedades, y es preferible a

la utilización de sanitizantes una vez contaminado el producto. Estos tratamientos, van dirigidos a eliminar, o al menos reducir significativamente, la presencia de células vegetativas de organismos de importancia para la salud pública, así como otros que causen daño a la calidad organoléptica de los productos (Gonzalez *et al.*, 2005).

Un simple lavado con agua prolonga la vida útil de la mayoría de las hortalizas frescas cortadas al remover mecánicamente parte de los microorganismos presentes en su superficie (Buck *et al.*, 2003), siempre y cuando el agua esté libre de contaminación adicional y de altos niveles de materia orgánica (Sapers, 2003).

Es importante destacar que los sanitizantes aprobados para la desinfección de hortalizas frescas cortadas son altamente efectivos en inactivar los microorganismos en el agua de lavado, y por tanto juegan un papel esencial en la preservación de la contaminación.

Numerosos estudios se han llevado a cabo para comparar la eficacia de varios agentes descontaminantes en remover y/o inactivar los microorganismos que logran adherirse y sobrevivir en la superficie de vegetales mínimamente procesados. De los mismos se desprende que la eficacia de los diferentes tratamientos depende del tipo y de la concentración del sanitizante, del tiempo de exposición al mismo, de la naturaleza del microorganismo a remover, del tipo de vegetal a desinfectar, de la relación volumen de agua/producto y del pH y la temperatura del agua de lavado.

Los métodos más tradicionales usados en la desinfección de productos vegetales frescos cortados son: cloro, ácido peracético o peroxiacético, agua ácida o neutra electrolizada, irradiación, ozono, ácidos orgánicos, agua caliente, peróxido de hidrógeno, entre otros.

1.4.5.1.1. Cloro

El cloro es comúnmente usado para la desinfección de frutas y hortalizas, ya sea en forma de hipoclorito de sodio o de calcio (Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2003). Es fácil de aplicar y monitorear, barato y posee un amplio espectro de acción microbicida.

Su actividad antimicrobiana depende de la cantidad de cloro libre disponible, particularmente en forma de ácido hipocloroso (HClO). En soluciones acuosas, el equilibrio entre ácido hipocloroso y el ión hipoclorito (ClO^-) depende del valor de pH, aumentando el primero a medida que el pH disminuye. Por esta razón las soluciones de lavado se ajustan a un pH entre 6,5 y 7,5.

El tiempo de contacto es generalmente de uno a dos minutos y su aplicación se extiende a sistemas de lavado por inmersión, flujo y atomización a una concentración máxima de 200 ppm aprobada por la Administración Federal de Medicamentos y Alimentos (FDA), para la desinfección de frutas y hortalizas listas para consumir (González *et al.*, 2005).

1.4.5.1.2. Ácido peracético

El ácido peroxiacético o peracético es un agente antimicrobiano que se obtiene mediante la reacción del peróxido de hidrógeno (H₂O₂) con el ácido acético (CH₃COOH), y se encuentra disponible como una mezcla líquida concentrada equilibrada en estos componentes. Es soluble en agua, aún en alta concentraciones. Tiene actividad óptima en un ambiente ácido, pero se comporta similarmente bien a pH entre 3,5 y 7. Su buena estabilidad en presencia de materia orgánica simplifica el control de la dosificación de este agente. El ácido peracético es usado habitualmente en concentraciones entre 10 y 80 ppm. Se han publicado reducciones promedio de 0,84 ciclos log para bacterias aerobias y coliformes y de 0,77 para hongos y levaduras sobre repollo fresco cortado, luego de una exposición de 30 segundos en agua de lavado conteniendo 26 ± 5 ppm de este ácido (Hilgren y Salverda, 2000).

1.4.5.1.3. Agua ácida o neutra electrolizada

El agua ácida y neutra electrolizadas, han sido utilizadas para aplicaciones sanitarias, principalmente para la desinfección de material médico. Sin embargo, se ha demostrado su eficacia en la reducción de recuentos microbiológicos en vegetales. El mecanismo de desinfección se corresponde con un caso especial de cloración donde el agua electrolizada que contiene cantidades pequeñas de NaCl genera una solución de ácido hipocloroso que contiene aproximadamente entre 10 y 100 ppm de cloro libre (Sapers, 2001). Bari *et al.* (2003) demostraron la eficacia de este agente sanitizante en la reducción de *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* y *Listeria monocytogenes* en la superficie de tomate en 7,85; 7,46 y 7,54 unidades logarítmicas respectivamente.

1.4.5.1.4. Irradiación

La radiación ionizante es un tratamiento que elimina en forma efectiva los microorganismos en productos alimentarios sin aumento de la temperatura. En la actualidad este método es utilizado en frutas y hortalizas, como mangos, duraznos, frutillas, lechuga y cebollas entre otras (González-Aguilar *et al.*, 2001 y 2004; Marquenie *et al.*, 2003; Foley *et al.*, 2004) con el objetivo de retardar el crecimiento microbiológico, prolongando la vida útil del producto.

1.4.5.1.5. Ozono

El ozono puede ser considerado como un agente eficaz en la sanitización tanto del producto vegetal entero como fresco cortado y de las agua de lavado. El uso de ozono gaseoso puede ser una alternativa segura para reducir la carga microbiana. Sin embargo, es imprescindible su generación *in situ* y la optimización de la dosis adecuada para cada producto en concreto (Gil y Tomás-Barberán, 2005). En el estudio realizado por Selma *et al.* (2004) se comparó el efecto sinérgico de higienizantes tradicionales y no tradicionales en la calidad microbiológica de bastones de papa. Como resultado de estas investigaciones, se recomienda la combinación del lavado con ozono y un posterior baño con ácido peracético (20 mg/l) para conservar la calidad organoléptica y sensorial de dicho producto.

1.4.5.1.6. Ácidos orgánicos

Los ácidos orgánicos son comúnmente utilizados para preservar alimentos, ya sea por adición directa o por causa de la fermentación. Algunos de ellos se encuentran naturalmente en frutas y hortalizas, como el acético, cítrico, benzoico, tartárico entre otros. Su modo de acción antimicrobiano es atribuido a la reducción del pH intercelular de la célula microbiana por la ionización de la molécula de ácido no disociada o a la interrupción del transporte de substratos por la alteración de la membrana celular (Wiley, 1997; González *et al.*, 2005).

1.4.5.1.7. Agua caliente

La inmersión de ciertos productos hortofrutícolas en agua caliente, es utilizada en productos vegetales para reducir la carga microbiológica de los mismos (Wiley, 1997). Lukasik *et al.* (2003) estudiaron la efectividad de diferentes soluciones de lavado a 22 y 43 °C, en la reducción de Polivirus 1, bacteriofagos, *Salmonella montevideo* y *Escherichia coli* O157 H:7 sobre frutillas enteras, reportando mayores reducciones en las soluciones a 43 °C. Sin embargo, ésta es un área donde se necesitan más estudios que demuestren su utilidad en la industria como estrategia, la cual permita aumentar la seguridad microbiológica de los productos vegetales frescos cortados.

1.4.5.1.8. Peróxido de hidrógeno

Son numerosos los trabajos que demuestran el poder desinfectante del peróxido de hidrógeno (H₂O₂) sobre los productos frescos cortados. Algunos de ellos incluyen el control poscosecha de enfermedades en uva (Rij y Forney, 1995), lavado de hongos (Sapers *et al.*, 1994) y preservación de “*berries*” y melón fresco cortado (Sapers *et al.*, 1995). Este agente es reconocido como seguro (GRAS), y no produce efecto residual, ya que rápidamente es

descompuesto por la catalasa, enzima presente en el reino vegetal que descompone el H₂O₂ en agua y oxígeno (Hilgren y Salverda, 2000; Sapers, 2001).

1.4.5.2. Operaciones mecánicas

El procesamiento mínimo de algunos productos hortícolas como zanahorias, papa y la mayoría de las frutas, requieren de la eliminación de la piel, semillas y del cáliz (en el caso particular de las frutillas) y la reducción de tamaño o troceado. Estas manipulaciones tienen gran influencia en la calidad final del producto vegetal cortado y deben realizarse produciendo el menor daño posible, con el fin de reducir al máximo los cambios fisiológicos, bioquímicos y microbiológicos.

En la reducción de tamaño, los productos hortofrutícolas se cortan en trozos más pequeños que sean uniformes en forma y tamaño. Este proceso puede ser esencial para mejorar la digestibilidad y conveniencia en el consumo. Existen diferentes formatos: rodajas, cubos, esferas, tiras y mitades o cuartos para frutas pequeñas, como en el caso de frutillas.

Las condiciones de cortado influyen en la calidad final del producto, por lo que resulta conveniente seleccionar adecuadamente el tipo de corte y el instrumento para llevarlo a cabo.

Para evitar la pérdida de firmeza de los tejidos, es frecuente el uso de tratamientos de impregnación de las frutas mínimamente procesadas con soluciones de calcio (Gorny *et al.*, 1999; Droby *et al.*, 2003; García y Barrett, 2003; Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2003). Para intentar paliar estos efectos indeseables, inherentes al procesado, es necesario el empleo de ciertas técnicas que aseguren la estabilidad y durabilidad del producto durante su comercialización. Los tratamientos de conservación se clasifican en químicos y físicos. Entre los primeros podemos mencionar a los aditivos alimentarios sintéticos y naturales así como coadyuvantes alimentarios. Dentro de los coadyuvantes físicos, se pueden destacar el uso de atmósferas modificadas y la utilización de bajas temperaturas durante el almacenamiento.

1.4.6. Atmósferas modificadas

El envasado bajo atmósferas modificadas (AM) se considera, después de la disminución de la temperatura del producto, la etapa más determinante para prolongar la vida comercial de las frutas y hortalizas cortadas. Esta técnica implica la modificación de la atmósfera en el entorno del alimento dentro del envase. Esta modificación se produce por la acción conjunta del producto vegetal (el cual respira) y el intercambio de gases con la atmósfera exterior del envase a través del *film*, de forma tal que se establece un equilibrio dinámico a través de la película, hasta que se alcanza una atmósfera estacionaria. Las

concentraciones de oxígeno y dióxido de carbono que se alcanzan en la AM dependen de: el peso, tamaño de las piezas y la actividad respiratoria del producto, la temperatura, la carga microbiana, la permeabilidad del *film*, volumen y espacio de cabeza del envase.

La utilización de AM alarga la vida comercial de los productos mínimamente procesados, ya que los envases sirven como barrera a la entrada de microorganismos y minimizan la pérdida de peso de los productos al mantener la humedad relativa en la atmósfera. Asimismo, los bajos niveles de oxígeno y los altos de dióxido de carbono utilizados en este tipo de técnica reducen la intensidad respiratoria del tejido vegetal, retardando la senescencia del mismo. Además de su efecto sobre el metabolismo respiratorio, se ha comprobado que conserva los componentes nutricionales, inhibe el desarrollo del pardeamiento y reduce la acción del etileno. Sin embargo, cada uno de los productos frescos procesados requiere un estudio detallado de los efectos de la AM en los cambios fisiológicos, bioquímicos y nutricionales del producto para determinar aquélla que es óptima, ya que ésta, puede ser completamente diferente a la del producto entero del que procede, como consecuencia de los cambios fisiológicos que se inducen durante el procesamiento.

El uso incorrecto de dichas atmósferas (por ejemplo, cuando la concentración de oxígeno cae por debajo de un valor crítico), puede desencadenar el metabolismo anaeróbico. Este metabolismo puede favorecer la aparición de olores y/o sabores no deseables debido a la producción de etanol y acetaldehído, el hinchamiento de los envases debido a la rápida y excesiva producción de dióxido de carbono, así como el rápido deterioro microbiano.

En consecuencia, es aconsejable un nivel mínimo de oxígeno, que asegure que no se creen condiciones potencialmente peligrosas (Rodríguez-Felix *et al.*, 2005).

Los efectos beneficiosos del uso de atmósferas modificadas en los productos frescos cortados, han sido descritos por numerosos autores, entre los que se encuentran Rosen y Kader (1989) y Soliva-Fortuny *et al.* (2002b).

1.4.7. Temperatura de almacenamiento

La temperatura es un factor importante e invisible, que controla las actividades enzimáticas, respiratorias y metabólicas, así como la transpiración y el crecimiento de insectos y microorganismos. Teniendo en cuenta lo antes expresado, las frutas y hortalizas mínimamente procesadas deben ser mantenidas a menos de 4 °C. De hecho, mantener el producto a bajas temperaturas es un condicionante de su vida útil.

El almacenamiento refrigerado durante la distribución y venta es una etapa necesaria y exigible en las frutas y hortalizas mínimamente procesadas. Esto se basa en la idea de que las temperaturas de refrigeración lentifican el crecimiento de la mayoría de los microorganismos y son eficaces para reducir la actividad enzimática.

La mayoría de las reacciones metabólicas y de deterioro, en los tejidos de las frutas y hortalizas, están catalizadas por enzimas. Para el control de la actividad enzimática de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas se hacen absolutamente necesarias las bajas temperaturas (la cadena de frío). Con cada aumento de 10°C de temperatura hay un incremento de aproximadamente 2 a 3 veces la velocidad de reacción, lo que se conoce como coeficiente de temperatura (Q_{10}). Por el contrario, la reducción de 10 °C de temperatura proporciona un descenso similar en la velocidad de reacción. Esto significa que la refrigeración como obstáculo está suficientemente probada y es un factor imprescindible en la conservación de frutas y hortalizas frescas cortadas.

Un problema importante en este tipo de productos es la posibilidad de que se rompa la cadena de frío durante la distribución, transporte, almacenamiento, venta por mayor o menor antes del consumo final. Por tal razón, la aplicación de indicadores tiempo-temperatura suele ser recomendable para estos productos (Singh, 1999).

1.5. Vida útil

Durante el procesamiento y almacenamiento los cambios físicos, químicos y microbiológicos conducen al deterioro del producto, donde uno o más atributos de calidad, pueden alcanzar valores indeseables, alterándose hasta tal punto, que el producto sea rechazado por el consumidor o pueda convertirse en un peligro para la persona que los consuma. En ese momento, el producto llega al final de su vida útil (Singh, 1999).

La vida útil puede definirse como el tiempo de almacenamiento al cabo del cual, alguno de los atributos sensoriales cae por debajo de cierto nivel o cuando algún índice de deterioro o los recuentos microbiológicos superan los límites recomendados. Este concepto tiene presente que las frutas y hortalizas cortadas frescas deben ser inocuas, manteniendo a su vez su calidad de frescas.

En la extensión de la vida útil de los productos mínimamente procesados hay que considerar que el tejido vegetal es un tejido que vive y respira, en el cual interactúan muchos procesos de deterioro, y por otro lado, que la proliferación microbiológica (tanto alterante como patógena) se ve considerablemente favorecida, por la presencia de nutrientes que

aparecen como consecuencia del corte (Watada y Qi, 1999; Beaulieu y Gorny, 2002), como ya se mencionó, la temperatura es el factor más crítico para la extensión de la vida útil. La refrigeración retarda el crecimiento de muchos mesófilos, sin embargo algunos microorganismos psicrotrofos son capaces de desarrollarse y alterar los alimentos mantenidos en refrigeración.

En general, una práctica común para evaluar la vida útil de un alimento dado es determinar cambios en características de calidad seleccionadas, durante un período de tiempo. Uno puede considerar la calidad de un alimento como una medida del deterioro que puede ocurrir en el mismo. Sin embargo, debería reconocerse que el término calidad comprende o engloba varios atributos de calidad o características. Desde el punto de vista del consumidor, las expectativas sensoriales derivadas de la presencia (o ausencia) de características deseables (o indeseables) de un alimento dado, determinan la calidad del producto. Se pueden usar técnicas de evaluación sensorial o analíticas para cuantificar los atributos de calidad (Singh, 1999).

Hasta el momento, se han aplicado dos métodos para la predicción de vida útil de los alimentos o cuantificación de su deterioro. El más común es seleccionar alguna condición abusiva única y exponer el alimento a ella, ensayando esto dos o tres veces y luego extrapolar los resultados a condiciones normales, con el consiguiente riesgo de la predicción. Otro enfoque es suponer que ciertos principios de la cinética química se aplican con respecto a la dependencia de la temperatura, tal como lo expresa la ecuación de Arrhenius y utilizan un diseño más elaborado, el cual es más costoso pero provee mejores resultados (Taoukis *et al.*, 1997).

1.5.1. Cinética de las reacciones

La cinética química involucra el estudio de la velocidad de las reacciones y los mecanismos por los cuales una especie química (reactivo) se convierte en otra (producto). La velocidad de una reacción química es determinada a través de la masa de producto obtenida o de reactivo consumida por unidad de tiempo. Por otro lado, la determinación de los mecanismos por los cuales se llevan a cabo dichas reacciones, es más compleja de determinar, debido a que involucra una secuencia de pasos que producen un resultado global. Los mecanismos de las reacciones son determinados sólo en sistemas simples. En alimentos, las reacciones son complejas, por lo que es difícil determinar el mecanismo real de las

reacciones intermedias que conducen a un cambio particular, en calidad. El siguiente enfoque se usa para analizar los cambios en la calidad de un alimento (Singh, 1999).

- Cambio en la concentración de un reactivo (A), por ejemplo una vitamina. En este sentido la expresión sería: $-dA/dt = K(A)^n$
- Cambio en la concentración de un producto (B) por ejemplo la formación de un pigmento marrón. Para este caso tendríamos: $+dB/dt = K(B)^n$
- Cambio en la intensidad de un atributo de calidad (Q) (variable física, química, microbiológica o sensoriales)
 - + $dQ/dt = K(Q)^n$ cuando se produce un aumento del atributo.
 - $dQ/dt = K(Q)^n$ cuando se produce una disminución del atributo.

Donde K : pseudo-constante de reacción directa y n : orden observado de reacción. La mayoría de las reacciones llevadas a cabo en alimentos, son descritas con un orden de 0 a 1, siendo menos frecuentes el uso de otros órdenes de reacción.

En una reacción de orden cero, la velocidad de pérdida (o aumento) de un atributo de calidad es constante durante todo el periodo de almacenamiento, independientemente de la concentración de mismo (Figura 1.3).

Este orden de reacción es comúnmente utilizado para describir reacciones de degradación enzimática, amarronamiento no enzimático y oxidación de lípidos.

$$\pm dQ/dt = K$$

La ecuación anterior se puede integrar para obtener:

$$Q = Q_0 \pm Kt$$

Donde Q_0 representa el valor inicial del atributo y Q simboliza el atributo obtenido después de un periodo de tiempo. Al final de la vida útil, t_s , el atributo Q llega a un cierto nivel, representado por Q_c , luego

$$Q_c = Q_0 - K \cdot t_s$$

Luego, la vida útil, t_s , puede ser calculada de la siguiente manera:

$$t_s = (Q_0 - Q_c) / K$$

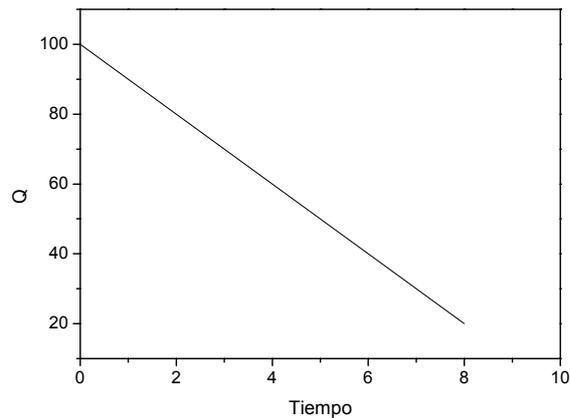


Figura 1.3. Evolución de un atributo Q que disminuye con el tiempo para una reacción de orden cero.

En una reacción de primer orden, el atributo Q decrece (o aumenta) en forma exponencial a lo largo del tiempo. Las reacciones en alimentos que muestran una cinética de primer orden incluyen pérdida de una vitamina o proteína así como también el crecimiento microbiológico (Figura 1.4).

$$\pm dQ/dt = KQ$$

Luego integrando la ecuación anterior, se obtiene:

$$\ln Q/Q_0 = \pm K.t$$

Al final de la vida útil, t_s , se obtiene:

$$\ln Q_c /Q_0 = K. t_s \quad \text{o} \quad t_s = \ln Q_0/Q_c / k$$

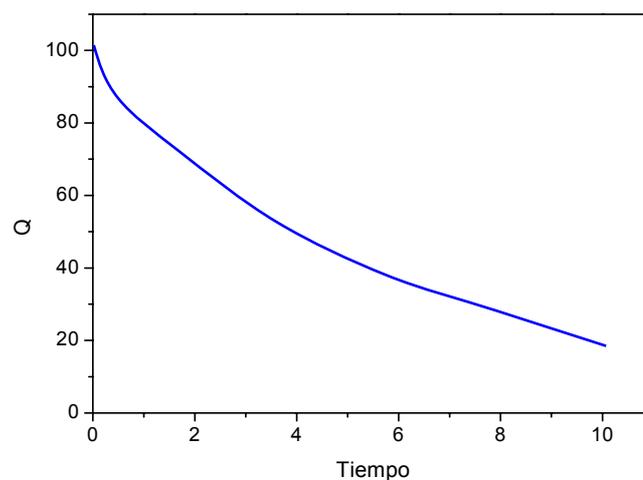


Figura 1.4 Evolución de un atributo Q que disminuye con el tiempo para una reacción de primer orden.

1.5.2. Efecto de la temperatura

La influencia de la temperatura sobre la velocidad de una reacción puede ser descrita usando la ecuación de Arrhenius.

$$K = K_0 \exp . (-Ea/R.T)$$

Donde K_0 es el factor pre-exponencial, Ea es la energía de activación, R es la constante de los gases ideales y T es la temperatura (en escala absoluta).

Otro parámetro que es utilizado comúnmente en la literatura para describir la relación entre la temperatura y la velocidad de la reacción, es el valor de Q_{10} . Este valor es definido de la siguiente forma.

$$Q_{10} = K_{(T+10)} / K_{(T)}$$

El valor de Q_{10} y la energía de activación Ea , están relacionadas por la siguiente expresión.

$$\log Q_{10} = Ea / 2,303 R . [10 / T . (T +10)]$$

El conocimiento de los parámetros cinéticos (tales como la pseudoconstantes de reacción, la energía de activación o Q_{10}) permitirá contar con una predicción o estimación del deterioro potencial o la vida útil del producto a distintas temperaturas. Posibilitará también, dado un cierto nivel aceptado de deterioro, conocer cuáles son las condiciones (tiempo temperaturas) requeridas de almacenamiento.

1.6. Objetivos

La producción y venta de los alimentos denominados “de conveniencia” o “listos para usar” se encuentra en constante crecimiento, atrayendo el interés de diversas ramas del sector alimentario, incluyendo industria, distribución y comercialización; de allí que las actuales investigaciones persigan conseguir un producto fresco muy similar al original, pero que a su vez sea seguro desde el punto de vista microbiológico y de buena calidad tanto sensorial como nutricional. Obtener un producto con estas características exigidas por un consumidor cada vez más demandante, es todo un reto para la comunidad científica e industrial. Intentando entonces, realizar aportes al conocimiento de las frutas mínimamente procesadas, se han planteado los siguientes objetivos:

- Evaluar la aptitud al mínimo procesamiento y conservación refrigerada, de tres variedades de frutillas comercializadas actualmente como enteras en nuestra región, como lo son *Camarosa*, *Festival* y *Sweet Charlie*.
- Evaluar distintas alternativas de lavado-desinfección: con hipoclorito de sodio (agente sanitizante tradicional), con solución de ácido peracético y con agua a dos temperaturas, 20 y 43 °C, valorando inmediatamente después del procesamiento y durante el almacenamiento no sólo su efectividad como tratamiento sanitizante sino también observando en que medida dichos tratamientos afectan la calidad sensorial.
- Determinar la cinética de deterioro para los distintos atributos de calidad y su funcionalidad con la temperatura para dos índices de madurez (maduras y madurez intermedia), aplicando un enfoque cinético simplificado.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materia prima

2.1.1 Características botánicas de la especie elegida

La especie elegida, *Fragaria ananassa* Duch, pertenece a la familia *Rosaceas*. Esta especie se caracteriza por presentar plantas herbáceas estoloníferas, pubescentes. Hojas arrosetadas, largamente pecioladas, trifoliadas. Flores blancas en inflorescencias paucifloras. Fruto ovoide o subgloboso, rojo con los aquenios dispuestos en pequeñas concavidades en el receptáculo (Dimitri, 1999).

2.1.2 Características de cada una de las variedades estudiadas

Las variedades estudiadas, son todas de día corto y presentan las siguientes características (Figura 2.1).

Camarosa: esta variedad, fue desarrollada en la Universidad de California. Es una planta muy vigorosa, de alta producción. Los frutos son grandes a muy grandes y firmes.

Festival: desarrollada en la Universidad de Florida. Es una planta vigorosa. Los frutos presentan una forma cónica, excelente sabor y un tamaño similar a los de la var. *Sweet Charlie*.

Sweet Charlie: desarrollada en la Universidad de Florida. La planta es de un tamaño mediano. Sus frutos son cordiformes, bien rojos y de excelente sabor.

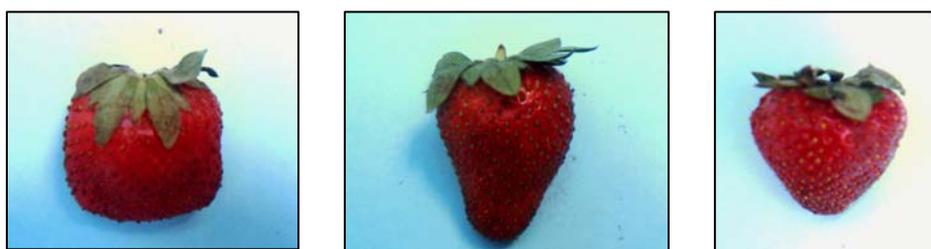


Figura 2.1 Variedades de frutillas: *Camarosa*, *Festival* y *Sweet Charlie* (de izquierda a derecha)

2.1.3 Provisión de la materia prima y preparación de las muestras

2.1.3.1 Ensayos de comparación de la aptitud para el mínimo procesamiento de tres variedades de frutillas (primera etapa)

Las frutillas utilizadas en esta etapa, fueron recolectadas en forma manual, en un mismo establecimiento, propiedad del Sr. Marcelo Mosconi, localizado en Desvío Arijón,

departamento San Jerónimo, provincia de Santa Fe (31° 52' 54,5" S; 60° 53' 20,3" O) (Figura 2.2). Durante el período comprendido entre fines de Octubre y mediados de Diciembre de 2004. Las mismas fueron transportadas a temperatura ambiente hasta el laboratorio (aproximadamente 40 Km) y colocadas durante la noche bajo refrigeración en cámara (7°C) hasta el momento del procesamiento. Se utilizaron las tres variedades mencionadas: *Camarosa*, *Festival* y *Sweet Charlie*.



Figura 2.2 Localización del sitio de obtención de la materia prima para la primera etapa

La preparación de las muestras se llevó a cabo en la planta piloto del Instituto de Tecnología de Alimentos. Se utilizaron aproximadamente 4 kilos de cada variedad, para cada experiencia realizada (en total 12 kg. por experiencia; realizándose tres experiencias durante los meses antes mencionados.). Las variedades fueron seleccionadas, con el objetivo de lograr uniformidad de tamaño (*Camarosa*: $17,5 \pm 1,2$ g; *Festival*: $16,4 \pm 0,8$ g; *Sweet Charlie*: $14,9 \pm 0,5$ g) y color (80-100 % de la superficie de color rojo). Se lavaron con agua fluyente, para remover restos de suciedad, como arena, tierra, restos de insectos, etc., y se acondicionaron eliminando el cáliz y pedúnculo. Posteriormente, para la sanitización, los frutos fueron sumergidos en una solución acuosa de hipoclorito de sodio (NaClO) con una concentración de 100 ppm de cloro activo, en una relación volumen de líquido: peso de producto igual a 3 lt/Kg de frutillas, durante dos minutos. La solución preparada tenía un pH mayor a 7, por ser una sal proveniente de un ácido débil (ácido hipocloroso, HClO) y de una base fuerte (hidróxido de sodio, NaOH). Se hizo el ajuste del pH a un valor de 7 con el agregado de solución de ácido clorhídrico (HCl) 2 N, con el fin de que la proporción de cloro como ácido hipocloroso (especie germicida) fuera mayor al 80 %. Luego se escurrieron durante un minuto en una cestilla plástica y treinta segundos sobre papel absorbente (para remover el exceso de agua) y se cortaron en cuartos en forma longitudinal, con un cuchillo de hoja lisa para minimizar los daños producidos por el corte. Con posterioridad, se envasaron en potes de 270 cm³, en forma de tronco de cono con tapa, de tereftalato de polietileno (PET), conteniendo aproximadamente 90 g de las frutillas mínimamente procesadas. Las características del envase fueron las siguientes: 0,42 mm de espesor, con un área superficial de 0,036 m². Las velocidades de transmisión, según datos de bibliografía (Day, 1997) fueron: para el O₂ entre 29-59 [cm³/m².día.atm] (a 23 °C y 0 % HR) y para el vapor de agua entre 12-18 [g/ m².día] (a 38 °C y 90 % HR). Las muestras se conservaron en cámara a 4° C. El esquema del procesamiento se observa en la Figura 2.3. Los muestreos se realizaron a los 0, 3, 7 y 14 días, tanto para las determinaciones analíticas como para el análisis sensorial. Los muestreos para las determinaciones de la intensidad respiratoria sólo se realizaron el día cero.



Figura 2.3 Esquema del procesamiento correspondiente a la primera etapa

2.1.3.2 Ensayos de comparación de diferentes agentes sanitizantes (segunda etapa)

Se utilizaron frutas sólo de la variedad *Camarosa*. Las mismas fueron recolectadas en forma manual, en el período comprendido entre fines de Septiembre y principios de Noviembre de 2005, en un mismo establecimiento localizado en San José del Rincón, departamento La Capital (31° 33' 59,6" S; 60° 31' 16,6" O) (Figura 2.4), realizándose tres experiencias, durante los meses antes mencionados. Las frutillas recién cosechadas fueron transportadas a temperatura ambiente hasta el laboratorio (aproximadamente a 7,5 Km) para su inmediato procesamiento.

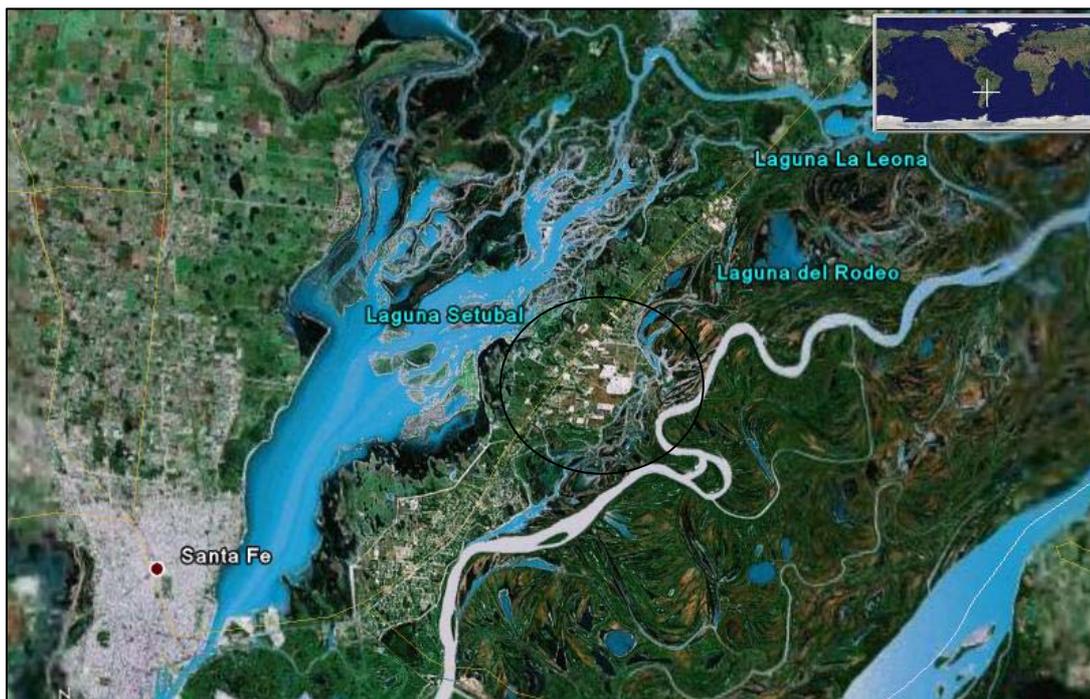


Figura 2.4 Localización del sitio de obtención de la materia prima para la segunda etapa

Esta etapa se realizó a escala de laboratorio (se procesaron alrededor de 5 kg) para cada una de las tres experiencias realizadas y planteó alternativas sólo al proceso de lavado-desinfección (sanitización). Por tal motivo, el resto de las operaciones realizadas fueron idénticas a las descritas para la etapa anterior, pero con el agregado de un enjuague posterior al lavado. Otra variante a considerar fue que los frutos presentaron un menor grado de madurez, es por esto que el porcentaje de color rojo fue menor (75-80 %).

Se realizaron cuatro tratamientos de inmersión: agua a 20 °C, ácido peracético 100 ppm (pH = 4,8 y 20 °C), hipoclorito de sodio 50 ppm (pH = 6,8 -7 y 20 °C) y agua a 43°C. Las frutillas fueron colocadas en una cestilla de acero inoxidable y lavadas usando un dispositivo como el ilustrado en la Figura 2.5, aplicando los tratamientos antes descriptos, durante 2 minutos con una agitación de 60 movimientos/minuto. Posteriormente se enjuagaron, utilizando agua de calidad microbiológica. El enjuague se realizó en la cestilla metálica durante 15 segundos y luego se escurrieron por gravedad durante un minuto, y treinta segundos más sobre papel absorbente. Se cortaron en cuartos y luego se envasaron en pots

idénticos a los utilizados en la etapa anterior y se almacenaron a 2,5 °C. En la Figura 2.6 se observa el esquema correspondiente al mínimo procesamiento.

Los muestreos se realizaron a los 0, 3, 7 y 14 días, tanto para las determinaciones analíticas como para el análisis sensorial, en tanto para los análisis microbiológicos los muestreos se llevaron a cabo a los 0, 7 y 14 días.

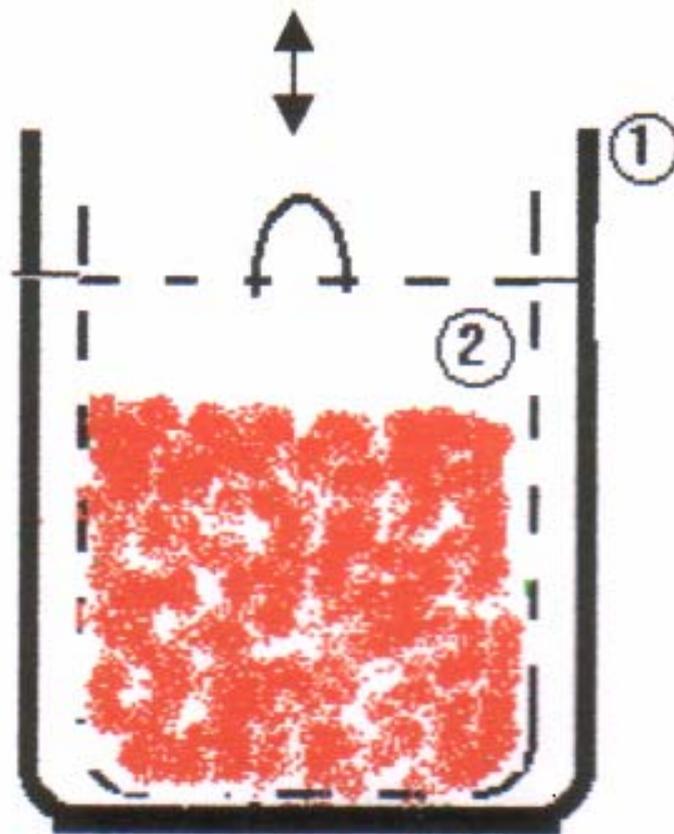


Figura 2.5 Esquema de la cestilla metálica (2) en el vaso de precipitado (1) usado en los lavados

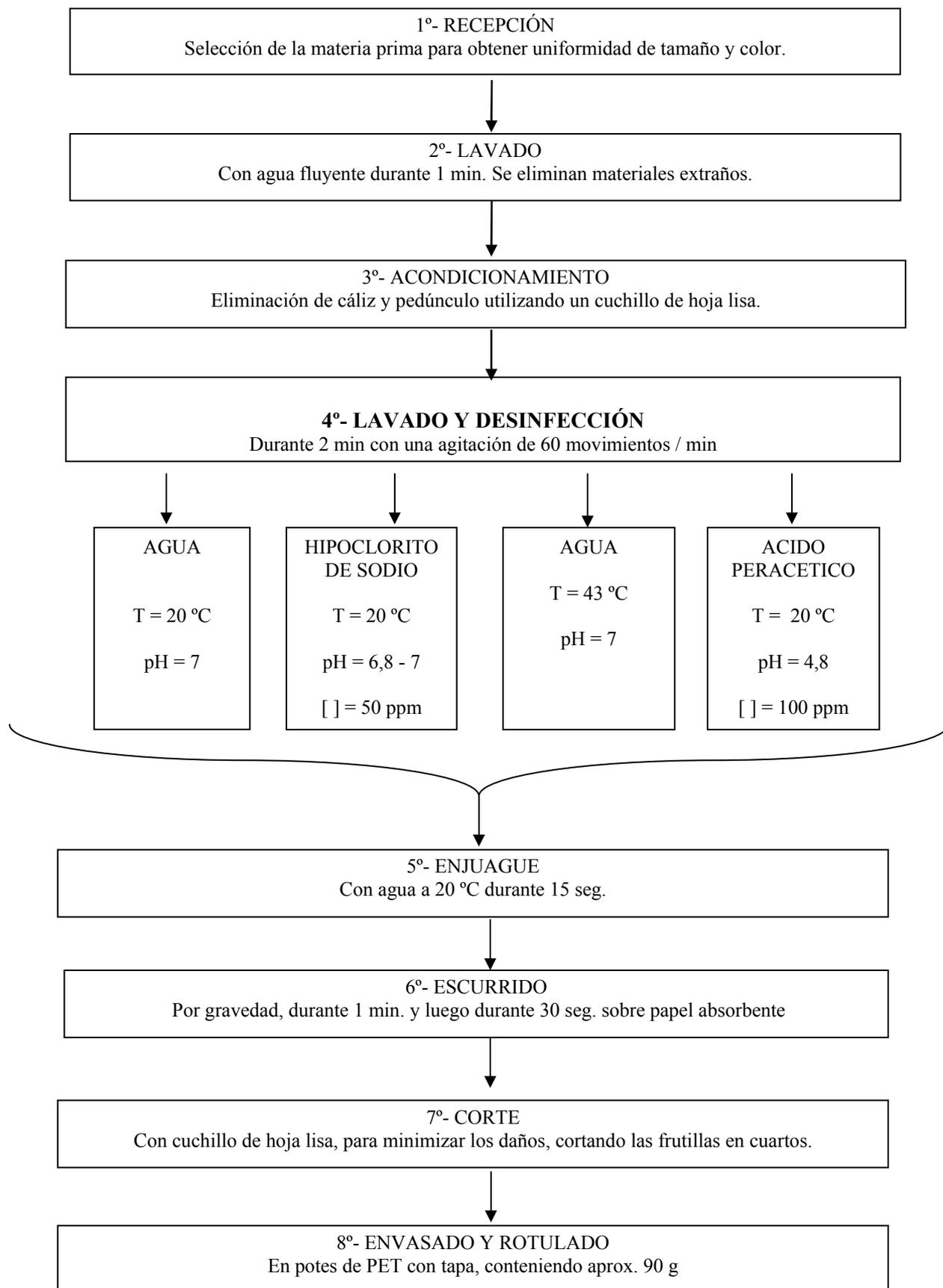
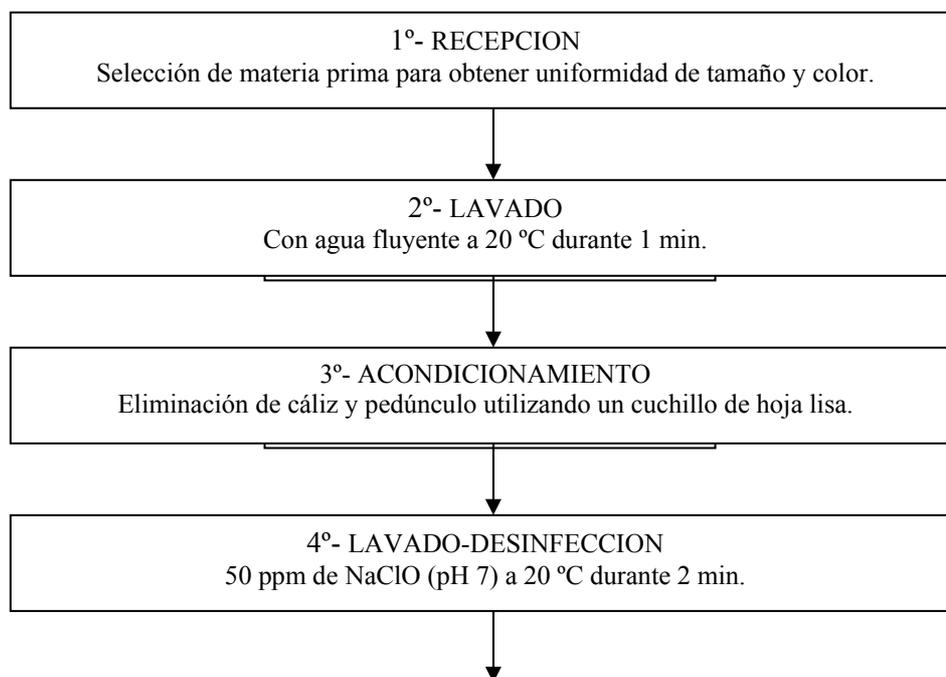


Figura 2.6 Esquema del procesamiento correspondiente a la segunda etapa

2.1.3.3 Ensayos de almacenamiento a distintas temperaturas (tercera etapa)

Se utilizaron frutos de la variedad *Camarosa*, provenientes del establecimiento Mosconi. Las mismas fueron recolectadas entre mediados de Octubre y principios de Noviembre de 2006 y transportadas hasta el laboratorio a temperatura ambiente. El procesamiento se realizó luego de 20 horas de almacenamiento en cámara (0,5 °C). El mismo se llevó a cabo en planta piloto y en éste ensayo se procesaron aproximadamente 15 kg. de frutillas, para cada una de las experiencias (una realizada a mediados del mes de Octubre y otra a principios del mes de Noviembre). Las primeras presentaron entre el 75 y el 80 % de superficie roja mientras que las cosechadas en Noviembre fueron 100 % rojas.

La Figura 2.7 ilustra las etapas del procesamiento. Las frutillas fueron recepcionadas, acondicionadas y lavadas con agua fluyente durante 1 min. (Figura 2.8). El lavado-desinfección se realizó con solución de 50 ppm hipoclorito de sodio, pH 7 durante 2 min. con agitación (Figura 2.9). Luego se enjuagaron durante 1 min. (también con agitación) con agua de calidad microbiológica. Posteriormente fueron escurridas por gravedad durante 1 min. en una canasta plástica y luego 30 seg sobre papel absorbente (Figura 2.10). Se cortaron longitudinalmente en cuartos con cuchillo de hoja lisa y se envasaron en potes codificados, con tapas, idénticos a los utilizados en etapas anteriores, conteniendo 80 g de producto. A continuación, se almacenaron a cuatro temperaturas diferentes.



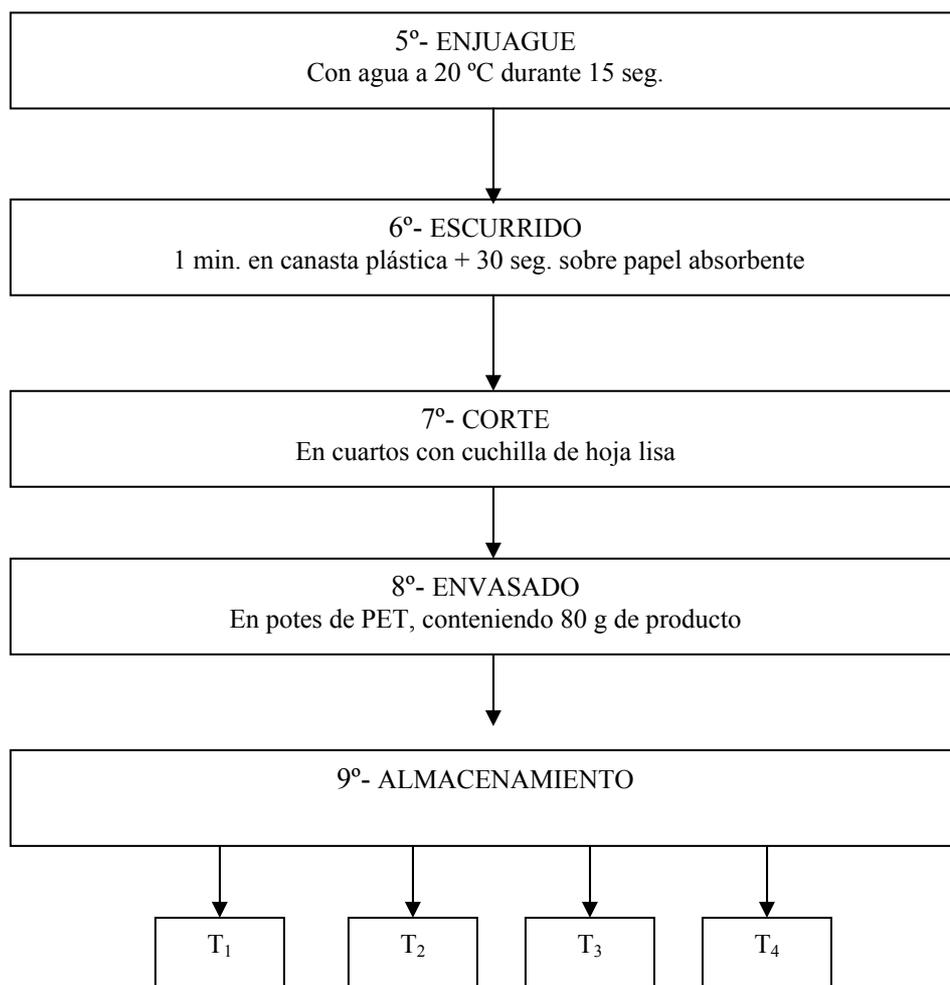


Figura 2.7 Esquema del procesamiento correspondiente a la tercera etapa



Figura 2.8 Lavado de frutillas con agua fluyente



Figura 2.9 Lavado-desinfección de frutillas



Figura 2.10 Ecurrido de frutillas sobre papel absorbente

2.2 Determinaciones Analíticas

2.2.1 Color

El color de los vegetales enteros y mínimamente procesados es un factor importante en la decisión de compra del consumidor, ya que además de indicar frescura, puede informarnos de otras propiedades del producto como grado de madurez y textura (Fizman, 2005), siendo singularmente importante en el caso de las frutillas. Muchos trabajos relacionados con este

fruto, exponen los parámetros de color en sus resultados, Moreno *et al.* (2000) utilizó los parámetros L^* , h y C^* para comparar el color en frutillas frescas cortadas *versus* frutillas sometidas a tratamientos térmicos y de deshidratación. Por su parte, Pelayo *et al.* (2002) evaluaron cómo evolucionaron los parámetros L^* , a^* y h en diferentes variedades de frutillas a distintos tiempos de almacenamiento. Del Valle *et al.* (2004) midieron los parámetros L^* , a^* y b^* , el primer día de experiencia, comparando frutillas sin cubierta y con cubierta comestible; y observaron la evolución de dichos parámetros durante 9 días de almacenamiento refrigerado. Aguayo *et al.* (2006) utilizaron los valores de L^* y de a/b para evaluar los cambios en la calidad de frutillas frescas cortadas sometidas a diferentes tratamientos para mantener la firmeza de las mismas. La relación a/b también fue expuesta por Carballo *et al.* (2006) para la determinación del color rojo (un mayor valor de este cociente, sería indicador de un “mayor color rojo”).

En la presente tesis, los parámetros de color CIE $L^*a^*b^*$ se determinaron mediante un espectrofotómetro Minolta CM-508d (iluminante D65, 10°), calculándose también los parámetros ángulo de tono ($h = \tan^{-1}(b^*/a^*)$) y croma o saturación $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ a partir de los parámetros CIE antes mencionados.

La luminosidad (L^*) puede variar entre 0 (negro) y 100 (blanco). El ángulo de tono puede tomar valores de 0° para el rojo, 90° para el amarillo y 180° para el verde, es decir el aumento de este parámetro indica pérdida de color rojo. En cuanto al croma, mayor valor significa mayor intensidad del tono.

Para estas determinaciones se construyó un soporte de madera, el cual fue forrado con un film transparente donde se “acomodaron” las frutillas cortadas en cuartos (Figura 2.11). Se realizaron lecturas del color de la superficie externa sobre 8 cuartos de frutillas por muestra (Figura 2.12).



Figura 2.11 Foto del equipo y dispositivo utilizado para la medición del color.



Figura 2.12 Medición de los parámetros de color sobre frutillas frescas cortadas

2.2.2 Sólidos solubles y pH

La determinación de los sólidos solubles se realizó con un refractómetro portátil B&C con rango de 0 a 32 °Brix, sobre gotas de jugo obtenidas por compresión de las frutas.

El pH del jugo se midió utilizando un pHmetro Cardy Twin B-113, Horiba.

Para ambos parámetros se realizaron 3 determinaciones por muestra.

2.2.3 Intensidad respiratoria

La velocidad de producción de CO₂ fue medida usando el método estático. El mismo consiste en encerrar la fruta en un recipiente herméticamente sellado y determinar el cambio en la [CO₂] o [O₂] al transcurrir el tiempo. Así se pudo calcular la intensidad respiratoria según:

$$R_{CO_2} = \frac{V_{libre}}{Peso_{producto}} \cdot \frac{d[CO_2]}{dt} \qquad R_{O_2} = \frac{V_{libre}}{Peso_{producto}} \cdot \frac{d[O_2]}{dt}$$

El volumen libre del recipiente, se calculó de la siguiente manera:

$$V_{libre} = Volumen_{frasco} - \frac{Peso_{producto}}{(densidad\ aparente)_{producto}}$$

La densidad aparente del producto se determinó por aplicación del Principio de Arquímedes, pesando frutas enteras en aire y agua (sumergidas en equilibrio), y calculando una densidad promedio ($\rho = 0.9448$).

Frascos de vidrio, aproximadamente del mismo volumen ($826 \pm 6,6$ ml) fueron usados como “respirómetros”. Un peso conocido de frutillas (de forma tal de asegurar una relación 100 g de fruta/litro de volumen de frasco) fue colocado en cada frasco e inmediatamente cerrado con una tapa hermética preparada con un *septum* de goma y almacenado a la temperatura de ensayo. Una muestra del gas del espacio de cabeza de las muestras (1 ml), fue retirado periódicamente. La composición gaseosa fue analizada usando un cromatógrafo de gases SRI equipado con un detector de conductividad térmica. Se usó una columna CTRI (concéntrica) Cat. N° 8700, que permitió la determinación simultánea de oxígeno (O_2) y dióxido de carbono (CO_2) (Figura 2.13). Dos réplicas fueron preparadas a 25 °C para cada condición experimental (enteras y cortadas) (Figura 2.14).



Figura 2.13 Equipo utilizado para la determinación de la intensidad respiratoria.



Figura 2.14 Muestras utilizadas para la determinación de la intensidad respiratoria para distintas condiciones experimentales (enteras y cortadas)

2.3 Análisis sensorial

La evaluación de las características sensoriales de las muestras de frutillas mínimamente procesadas se llevó a cabo mediante un *test* descriptivo cuantitativo. Un panel sensorial entrenado, formado por 6 jueces (dos hombres y cuatro mujeres), con experiencia en evaluar calidad de vegetales frescos, fue requerido para la evaluación sensorial de las muestras antes mencionadas. Durante un entrenamiento específico, en sesiones de 5x30 minutos, los panelistas discutieron sobre el significado de cada uno de los atributos (apariencia general, aroma genuino, sabor genuino y firmeza) y defectos (olores extraños, sabores extraños y oscurecimiento) seleccionados (Figura 2.15).



Figura 2.15 Panel en una sesión de evaluación sensorial

Apariencia general: relacionado con el aspecto general o impacto visual del producto, comprende aspectos como frescura, color, brillo y/o deshidratación superficial, uniformidad de la forma del producto, tamaño del trozo y textura, todos percibidos por la vista.

Aroma genuino: relacionado con el aroma natural, típico del producto.

Sabor genuino: relacionado con el sabor característico de esta fruta que combina un sabor dulce con un cierto nivel de acidez.

Firmeza: relacionado a la fuerza que se ejerce al morder a un tejido firme, turgente. Sin embargo, se acordó que esa firmeza no sea excesiva ya que las fresas están consideradas como frutas “tiernas” o blandas.

Olores extraños: relacionado con la aparición o desarrollo de olores alcohólicos, a “moho”, a “tierra”, etc.

Sabores extraños: relacionado con la aparición o desarrollo de cualquier sabor extraño, ajeno al sabor natural y/o propio de las frutillas.

Oscurecimiento: relacionado a la presencia de tonos marrones o pardos, especialmente en las zonas de corte.

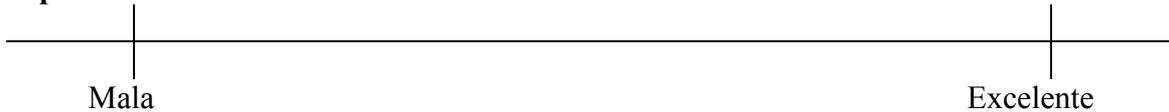
La intensidad de cada atributo se indicó colocando una marca sobre una escala lineal no estructurada, con términos anclas ubicados a 1,5 cm de cada extremo de la línea de 15 cm. La cuantificación de las respuestas se hizo midiendo la distancia desde el extremo izquierdo hasta la marca señalada por el panelista, expresándose en cm. Los términos anclas de izquierda a derecha fueron los siguientes: “1,5: mala” y “13,5: excelente” para apariencia general, “1,5: mínimo” y “13,5: intenso” para olores extraños aroma genuino, sabor genuino y sabores extraños; “1,5: muy blanda” y “13,5: firme” para firmeza y “1,5: mínimo” y “13,5: importante” para oscurecimiento (Figura 2.16).

Cada panelista recibió una muestra, por sesión, la cual fue identificada con números de tres dígitos asignados al azar.

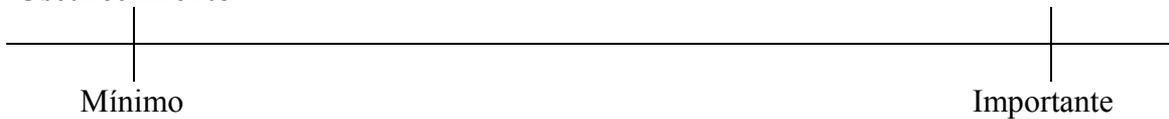
Por favor, evalúe estas muestras con referencia a los atributos abajo mencionados usando las escalas presentadas. Coloque una línea vertical sobre la escala para indicar su calificación para cada muestra. Identifique cada marca con el código de la muestra que representa. Evalúe en primer lugar Apariencia general, posteriormente abra uno a uno los potes y evalúe los atributos de olor. Inmediatamente luego, proceda a evaluar el resto de los atributos. Muchas gracias.

Nombre: Fecha: N° de Muestras:

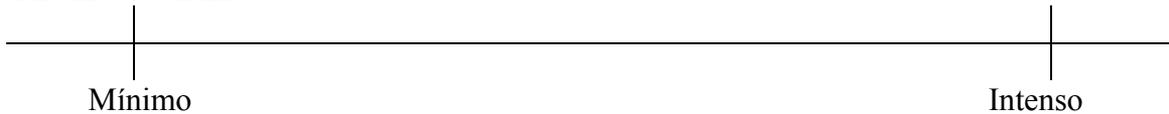
Apariencia General



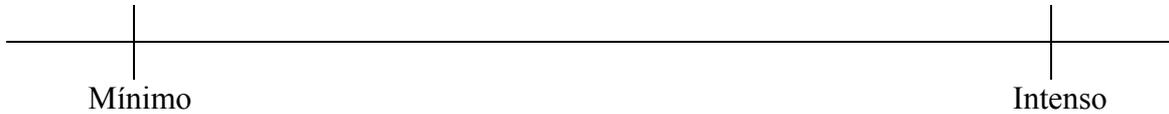
Oscurecimiento



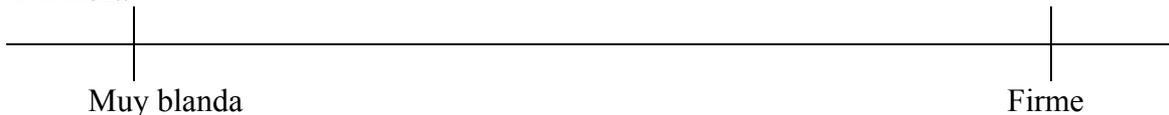
Aromas Genuino



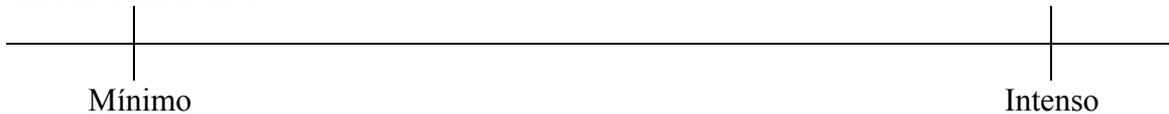
Sabor Genuino



Firmeza



Aromas Extraños



Sabores Extraños

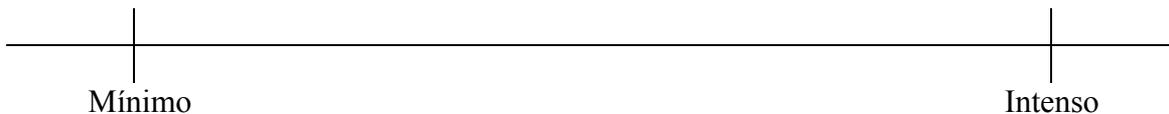


Figura 2.16 Modelo de planilla utilizada para el análisis sensorial

2.4 Análisis microbiológico

Cada muestra (10 gr) fue colocada en 90 ml de agua de peptona al 0,1 %, en una bolsa estéril. Luego el contenido fue homogeneizado en *stomacher* durante 2 minutos. Posteriormente, se realizaron diluciones decimales, preparadas en agua de peptona estéril para las determinaciones microbiológicas, (las cuales se hicieron por triplicado).

El total de los organismos viables (microorganismos aerobios mesófilos), fueron determinados mediante el método de recuento en placa PCA (Merck) con una incubación a 30°C, durante 48 h. Para el recuento de hongos y levaduras se utilizaron placas Petrifilm™ 3M (3M S.A.C.I.F.A., Buenos Ares, Argentina), las que fueron incubadas a 22°C durante 3 a 5 días, siguiendo las instrucciones del fabricante.

2.5 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los resultados de la primera y segunda etapa se aplicó el análisis de varianza (ANOVA), utilizando el programa estadístico Statgraphics. Se utilizó el test de Duncan para la comparación de medias. Un valor de $p \leq 0.05$ se utilizó para indicar diferencias estadísticamente significativas.

En la tercera etapa, se aplicaron técnicas de regresión lineal a los resultados utilizando el programa Excel de Microsoft.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Ensayos de comparación de la aptitud para el mínimo procesamiento de tres variedades de frutillas

3.1.1 Características de la materia prima

La obtención de productos vegetales mínimamente procesados comienza por una buena selección de la materia prima. La misma debe recolectarse cuidadosamente, en buenas condiciones higiénicas y en óptimas condiciones de madurez. En los productos no climatéricos, como es el caso de frutillas, la calidad debe ser óptima al momento de la recolección, debiendo cosecharse cuando presentan alrededor del 75% de su superficie de color rojo o rosado. El mínimo fijado en el estándar americano es 50% de la superficie de la fruta de color rojo o rosado y 75%, para los grados superiores. La legislación argentina (res. SAGPyA 554/83) establece un mínimo de 60% de color para grado 'Elegido' y de 75%, para el grado 'Superior'. El tamaño, forma, color, firmeza, sabor y contenido de vitamina C son otros atributos que definen la calidad de esta fruta. Una frutilla de calidad es aquella totalmente roja, brillante, con sépalos y cáliz verdes, firme, jugosa, aromática y de buen sabor. Es por esto, que para caracterizar la calidad inicial de la materia prima utilizada para el mínimo procesamiento se determinaron los valores de sólidos solubles, parámetros de color, intensidad respiratoria y pH, para cada variedad. Los valores promedios, la desviación estándar y los resultados del ensayo de diferencias de medias aplicando el test de Duncan se observan en la Tabla 3.1. Los datos individuales de cada determinación, se presentan en las respectivas Tablas del Anexo 1.

Las frutillas enteras variedad *Sweet Charlie* presentaron el mayor valor de sólidos solubles (10,3 °Brix), acorde a las características de la variedad, siguiéndole *Festival* (9,2 °Brix) y *Camarosa* (8,8 °Brix). Para ésta última variedad, nuestros resultados fueron similares a los hallados por Kafkas *et al.* (2007).

La evaluación del color (parámetros L*, C* y h) de las diferentes variedades antes del procesamiento no mostró diferencias estadísticamente significativas entre las mismas, al igual que en la intensidad respiratoria.

Las tres variedades estudiadas presentaron valores de pH entre 3,4 y 3,6. Para la variedad *Camarosa* nuestros resultados, estuvieron de acuerdo con lo informado por Carballo *et al.* (2006).

Tabla 3.1 Calidad de la materia prima usada para el mínimo procesamiento

	<i>Camarosa</i>	<i>Festival</i>	<i>S. Charlie</i>
S.S (°Brix)	8,8 ± 1,0a	9,2 ± 0,3ab	10,3 ± 0,3b
Color			
L*	30,6 ± 1,8a	33,0 ± 3,4a	33,1 ± 1,9a
C*	20,4 ± 4,1a	18,8 ± 2,5a	23,7 ± 3,0a
h	18,5 ± 3,4a	20,4 ± 2,0a	19,3 ± 2,8a
RCO₂ a 25 °C (mlCO₂/kg.h)	193,8 ± 0,7a	176,7 ± 8,6a	194,1 ± 17,2a
pH	3,5 ± 0,1a	3,6 ± 0,1a	3,4 ± 0,1a

Diferentes letras en la misma fila, indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$).

Las tres variedades de frutillas presentaron aceptables índices de calidad según lo recomendado para la fruta en estudio. Para un sabor aceptable se recomienda un mínimo de 7 °Brix y/o un máximo de 0,8 % de acidez titulable (Mitcham *et al.*, 2002).

3.1.2 Efecto del mínimo procesamiento y del almacenamiento de frutillas frescas cortadas

Como se mencionó anteriormente, los vegetales frescos cortados evidencian una disminución en algunos atributos de calidad, como consecuencia del procesamiento, así lo demuestran un estudio realizados por y Gil *et al.* (2006). Con respecto al contenido de sólidos solubles, en la Figura 3.1, se presentan las reducciones observadas en el presente trabajo, para las tres variedades estudiadas. *Sweet Charlie*, fue la variedad que mayor proporción de sólidos solubles perdió como consecuencia del procesamiento. Menores pérdidas fueron registradas en las variedades *Camarosa* y *Festival*.

Luego de 14 días de almacenamiento refrigerado a 4 °C, todas las variedades mostraron una leve disminución de los sólidos solubles (entre 1,5 y 1,8 °Brix); posiblemente como una consecuencia de la respiración del producto (Figura 3.2).

Con respecto a los parámetros de color estudiados, luego del procesamiento, se produjo en las tres variedades, un aumento de la luminosidad (mayor claridad, mayor valor de L*), de la cromaticidad (mayor vivacidad del color, es decir, mayor C*) y aumento en el ángulo de tono (h) lo que indica una disminución del color rojo. Cada variedad mostró un porcentaje de cambio diferente para los tres parámetros antes mencionados (Figura 3.3).

El aumento en el ángulo de tono pudo deberse a una pérdida de pigmentos rojos por la

lixiviación y el aumento en la cromaticidad a la eliminación de tierra, arena, o residuos sobre la superficie; ambos efectos consecuencia, principalmente, del lavado. Resultados similares fueron obtenidos en el procesamiento de frutillas variedad *Seascape* lavadas con el mismo agente sanitizante y similar concentración a la utilizada en la presente tesis (Gil *et al.*, 2006).

Durante el almacenamiento, no se produjeron cambios significativos en ninguno de los parámetros estudiados (Figura 3.4).

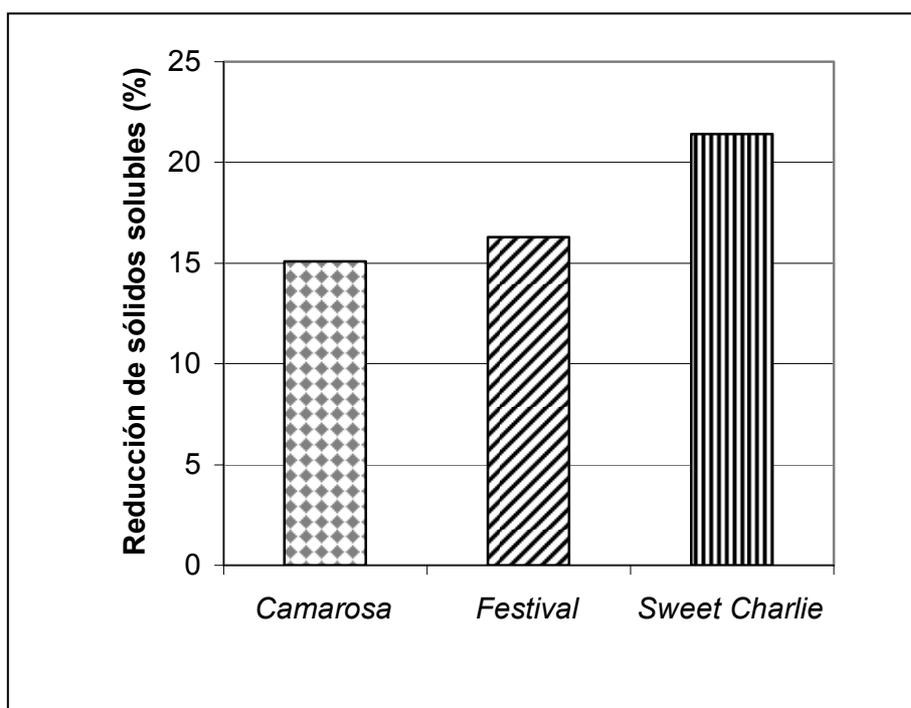


Figura 3.1 Reducción porcentual en el contenido de sólidos solubles luego del mínimo procesamiento

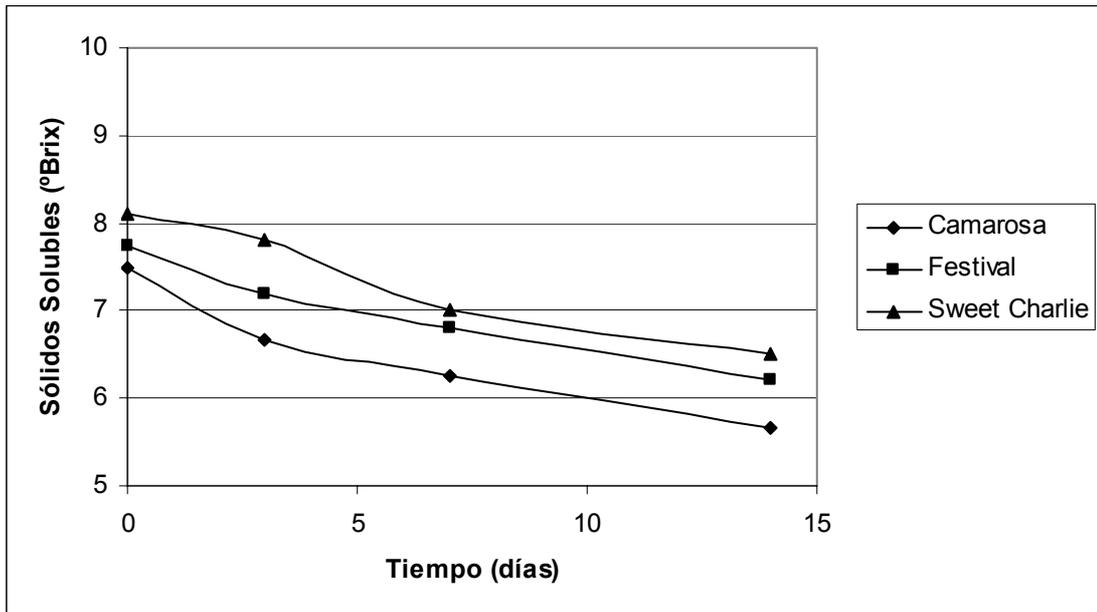


Figura 3.2 Evolución del contenido de sólidos solubles de tres variedades de frutillas frescas cortadas durante el almacenamiento refrigerado a 4 °C

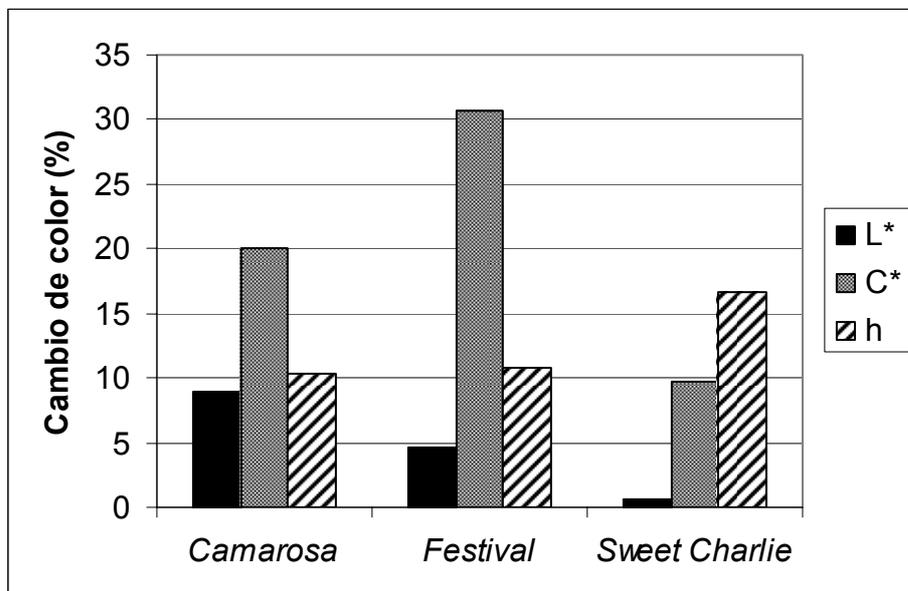


Figura 3.3 Porcentaje de cambio en los parámetros de color como consecuencia del procesamiento

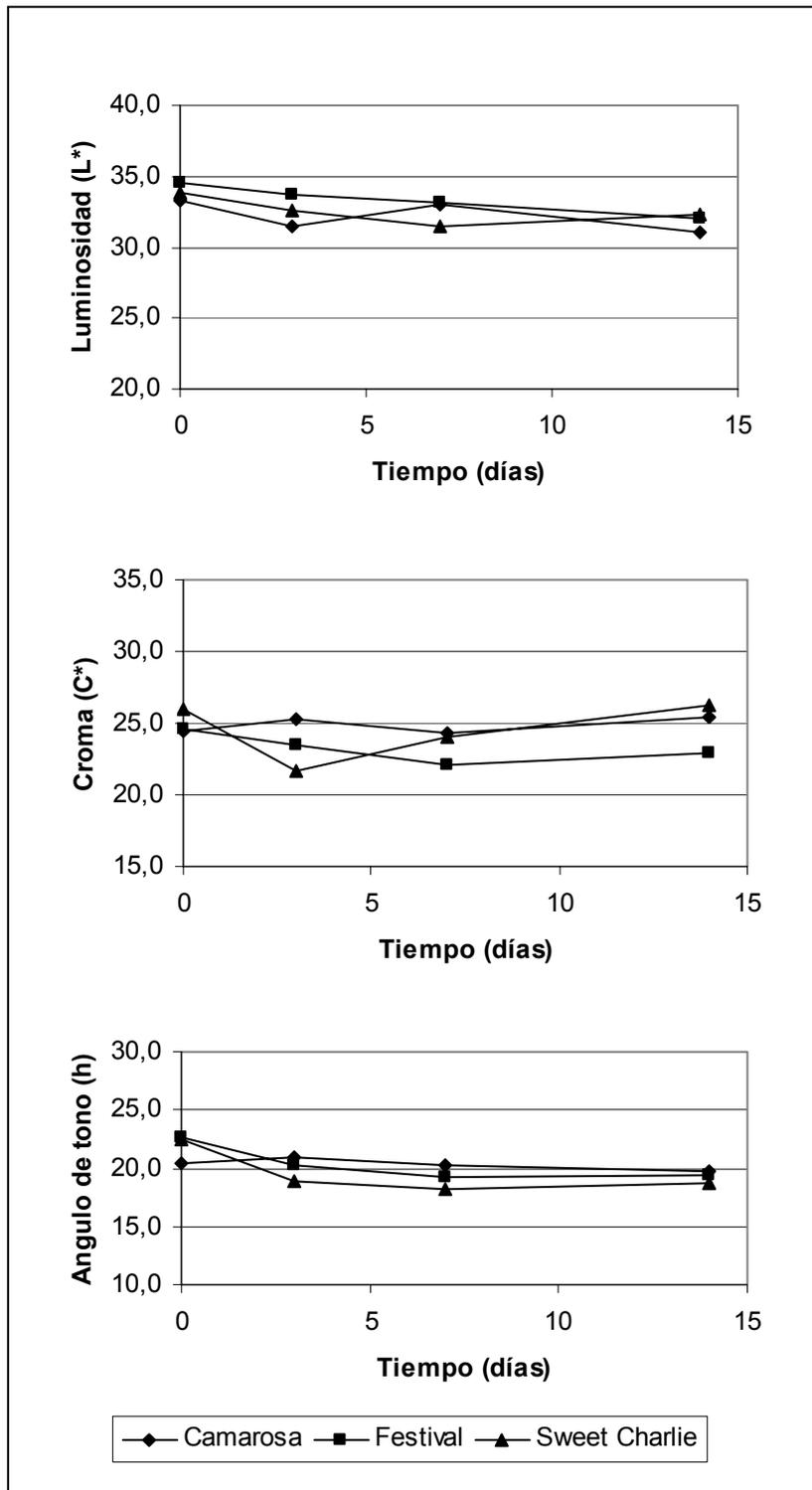


Figura 3.4 Evolución de los parámetros de color en frutillas mínimamente procesadas var. *Camarosa*, *Festival* y *Sweet Charlie* durante el almacenamiento a 4°C

El análisis sensorial en el día de procesamiento mostró calificaciones similares en apariencia general para las tres variedades y diferencias en aroma genuino, firmeza y aparición de olores extraños, calificando mejor la variedad *Camarosa* (Tabla 3.2). En el trabajo de Carballo *et al.* (2006) la variedad *Camarosa* fue valorada como la más firme, entre otras variedades como *Seascape*, *Aroma* y *Ventana*, por un panel compuesto por 40 evaluadores. Sin embargo Schulbach *et al.* (2004) reportaron que la variedad *Sweet Charlie* fue considerada la de mejor calidad sensorial, considerando el aroma y la dulzura comparándola con otras especies como *Camarosa*, *Festival* y *Mirador*.

Tabla 3.2 Calidad sensorial inicial de frutillas mínimamente procesadas

Atributo sensorial	Variedad		
	<i>Camarosa</i>	<i>Festival</i>	<i>Sweet Charlie</i>
Apariencia gral.	11,8 ± 1,5 a	11,7 ± 1,8 a	10,9 ± 2,2 a
Aroma genuino	11,0 ± 2,3 b	8,5 ± 2,7 a	9,3 ± 3,1 a
Firmeza	10,8 ± 1,5 a	8,7 ± 1,3 b	9,1 ± 2,3 b
Olores extraños	2,6 ± 1,3 a	5,5 ± 3,0 b	4,1 ± 3,0 ab

Diferentes letras en la misma fila, indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$).

Escala de 150 mm, con términos anclas: 1.5: "mala" y 13.5: "excelente" para apariencia general, 1.5: "mínimo" y 13.5: "intenso" para olores extraños y aroma genuino y 1.5: "muy blanda" y 13.5: "firme" para firmeza.

Durante el almacenamiento, la variedad *Camarosa* fue la que mantuvo mejor sus atributos de apariencia general, aroma genuino y firmeza, siendo menor el desarrollo de olores extraños (Figura 3.5a y 3.5b). Teniendo en cuenta que la apariencia comprende diversas características de calidad y es generalmente determinante de la vida útil comercial ya que el consumidor la utiliza para valorar el producto inicialmente (Beaulieu y Gorny, 2002; Fiszman, 2005), se determinaron los tiempos de vida útil en función de dicho atributo. A tal fin, se definió la vida útil de las frutillas frescas cortadas como el tiempo transcurrido hasta que el atributo "apariencia general" alcanzara el límite de aceptabilidad (calificación menor a 7,5). En base a dicho criterio, la variedad *Camarosa* fue la que presentó mejor aptitud como fresca cortada, manteniendo su calidad hasta los 14 días de almacenamiento. Sin embargo, las variedades *Festival* y *Sweet Charlie* serían también una alternativa posible, si se acepta una vida útil más corta (10 y 11 días, respectivamente).

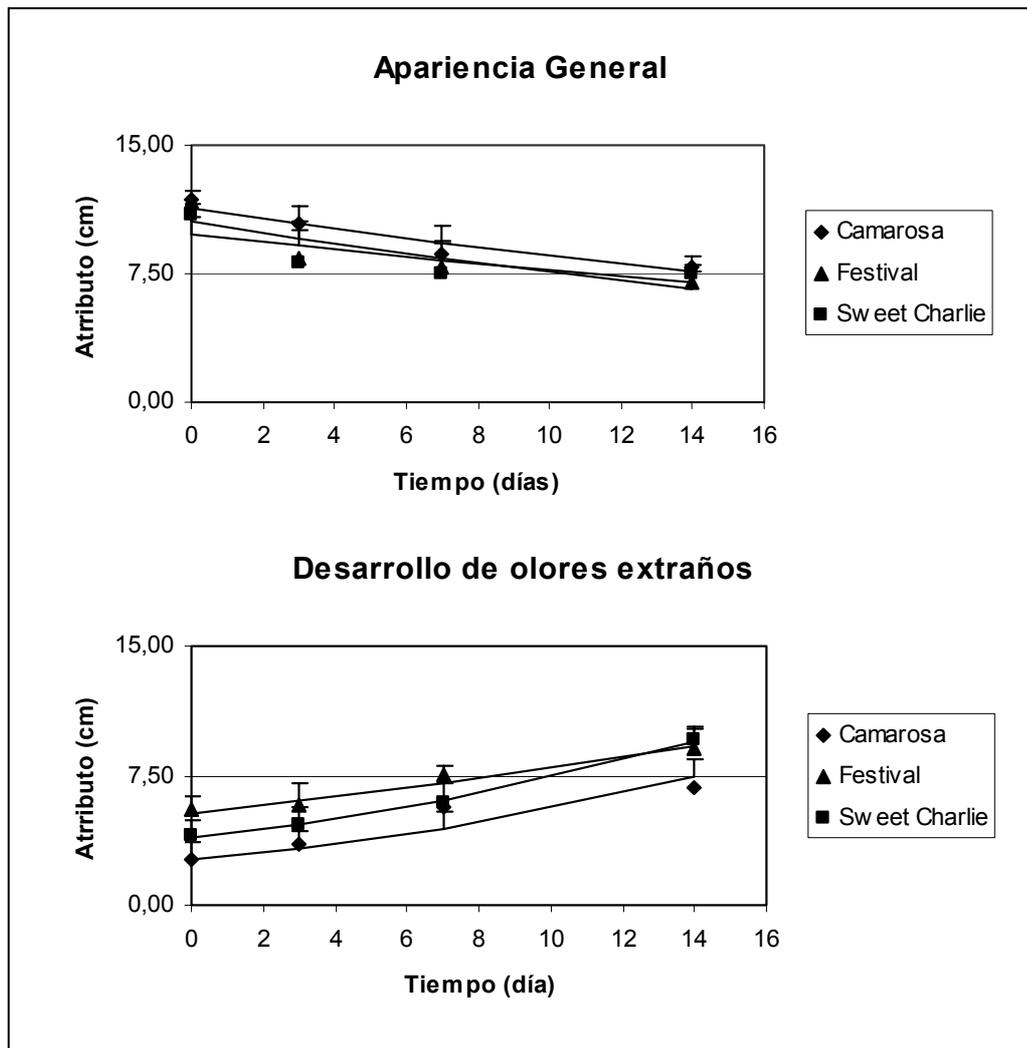


Figura 3.5a Evolución de los parámetros Apariencia General y Desarrollo de olores extraños de frutillas var. *Camarosa*, *Festival* y *Sweet Charlie* hasta los 14 días de almacenamiento a 4°C

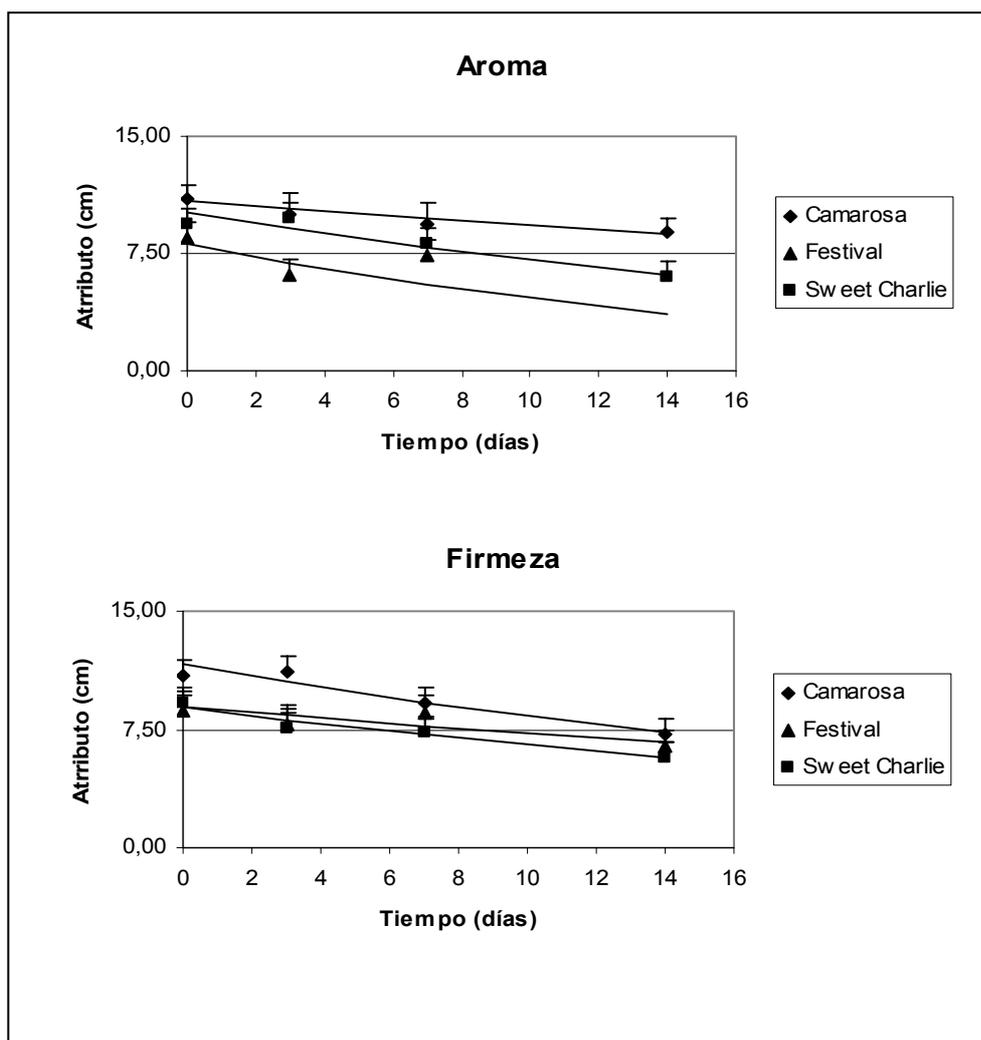


Figura 3.5b Evolución de los parámetros Aroma y Firmeza de frutillas var. *Camarosa*, *Festival* y *Sweet Charlie* hasta los 14 días de almacenamiento a 4°C

En cuanto a la intensidad respiratoria a 25 °C, luego del procesamiento, la misma se incrementó en todas las variedades ensayadas. Para la variedad *Camarosa* el incremento respecto a la fruta entera fue del 14,6 % y de un 30,1% y un 38,2% para las variedades *Festival* y *Sweet Charlie* respectivamente (Figura 3.6).

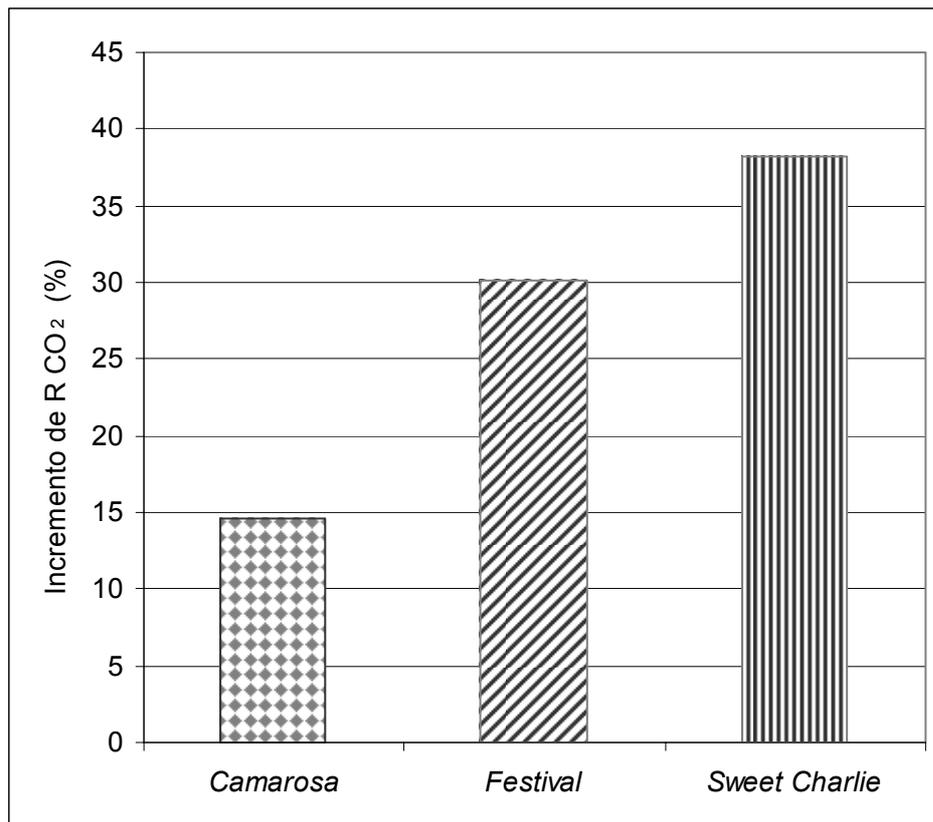


Figura 3.6 Incremento de la intensidad respiratoria por efecto del mínimo procesamiento

Analizando los resultados obtenidos, se puede concluir que la variedad *Camarosa* presentó mejor aptitud para el mínimo procesamiento, ya que registró un menor incremento en la intensidad respiratoria como consecuencia del corte, y mostró una menor disminución en el contenido de sólidos solubles. También fue *Camarosa* la variedad que al final del almacenamiento refrigerado recibió mejores calificaciones para todos los atributos sensoriales evaluados. De todos modos, se debe considerar que las tres variedades mostraron similar evolución en el contenido de sólidos solubles y parámetros de color durante el almacenamiento a 4 °C.

3.2 Ensayos de comparación de diferentes agentes sanitizantes

3.2.1 Características de la materia prima

La preparación de frutas y hortalizas mínimamente procesadas implica las operaciones de acondicionamiento, lavado, cortado, envasado y almacenamiento (Wiley, 1997). En la desinfección de estos productos, comúnmente se usa cloro, en forma de hipoclorito de sodio o de calcio (Pirovani *et al.*, 2003; Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2003). Sin embargo, la posible producción de compuestos organoclorados como los trihalometanos, que serían potencialmente cancerígenos (Fawell, 2000), han creado la necesidad de estudiar la eficacia de sanitizantes no tradicionales.

Es importante destacar que el lavado-desinfección de los productos frescos cortados no es capaz de eliminar totalmente la contaminación ni de microorganismos patógenos ni de alterantes y además, en muchos casos, la calidad sensorial se ve afectada por la severidad de los tratamientos utilizados. Resulta entonces necesario, lograr un balance entre ambos aspectos. Es por ello, que el propósito de esta etapa de la investigación fue comparar la eficacia de un agente descontaminante tradicional como el hipoclorito de sodio con otras alternativas de sanitización.

Los recuentos iniciales de microorganismos aerobios mesófilos, hongos y levaduras de frutillas variedad *Camarosa*, se presentan en la Tabla 3.3. Dichos valores están por debajo de recuentos normales encontrados en frutas enteras, los cuales oscilan entre $3,8 \cdot 10^5$ y $6,8 \cdot 10^5$ para hongos y levaduras y alrededor de $1 \cdot 10^6$ UFC/g para aerobios mesófilos totales (Beuchat, 1996).

Al igual que los recuentos microbiológicos, los parámetros de color, sólidos solubles y pH de la fruta entera utilizada en esta experiencia, se resumen en la Tabla 3.3. Los datos individuales de cada determinación, se presentan en las respectivas Tablas del Anexo 2.

En cuanto al valor de sólidos solubles, el mismo registró un valor de 7, siendo el mínimo aceptado para la especie, según lo establecido por (Mitcham *et al.*, 2002).

Tabla 3.3. Calidad inicial de la materia prima

Microorganismos	Recuentos
Aerobios Mesófilos totales (UFC/g)	54.10 ⁴
Hongos (UFC/g)	21.10 ²
Levaduras (UFC/g)	23.10 ⁴

Atributo	Valor (Promedio ± ds)
Color	
L*	31,6 ± 3,6
C*	31,8 ± 5,2
h	25,9 ± 4,2
S.S. (°Brix)	7,0 ± 0,6
pH	3,5 ± 0,2

ds (desvío estándar)

3.2.2 Efecto de las distintas soluciones de lavado sobre la calidad inicial y durante el almacenamiento refrigerado, de frutillas frescas cortadas variedad *Camarosa*

En la Tabla 3.4 se presenta el efecto de los distintos tratamientos descontaminantes sobre los recuentos de los microorganismos evaluados.

Luego del procesamiento, el recuento de los microorganismos disminuyó para todos los tratamientos de lavado. El ácido peracético fue el agente descontaminante que mostró una mayor reducción tanto en microorganismos aerobios mesófilos como en hongos y levaduras. Similares resultados fueron obtenidos por Lukasik *et al.* (2003) al evaluar la reducción de *Salmonella montevideo* y *Escherichia coli* O157: H7 en frutillas enteras lavadas con solución de hipoclorito de sodio (50 ppm a 22 °C y 43 °C) y solución de ácido peracético (100 ppm a 22 °C y 43 °C). Las frutillas lavadas con ácido peracético a 43 °C mostraron una mayor reducción en los recuentos de microorganismos antes mencionados comparativamente con el tratamiento de hipoclorito de sodio.

Tabla 3.4 Efecto de los distintos tratamientos descontaminantes sobre la calidad microbiológica de frutillas frescas cortadas

Tratamientos	Aerobios Mesófilos	Levaduras	Hongos
Totales			
Reducción (-log Nf/No)			
Agua 20 °C	2,5	0,5	1,3
Agua 43 °C	2,3	0,9	1,1
Hipoclorito de Sodio 50 ppm	2,5	1,5	1,6
Acido Peracético 100 ppm	3,5	2,8	2,3

Para todas las muestras:

N_0 recuento antes del tratamiento descontaminante

N_f recuento luego del tratamiento descontaminante.

Luego de 14 días de almacenamiento, el recuento de microorganismos fue mayor que el relevado inicialmente. Las muestras tratadas con ácido peracético, presentaron menores recuentos de microorganismos, tanto de aerobios mesófilos como de levaduras y hongos (Figura 3.7).

El efecto relativo del proceso de lavado-desinfección sobre el contenido de sólidos solubles y el pH se expone en la Tabla 3.5. El contenido de sólidos solubles disminuyó luego del procesamiento, en los cuatro tratamientos de lavado. No registrándose diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ensayados.

En lo referido al pH, se registraron diferencias estadísticamente significativas sólo en las frutillas lavadas a 43 °C, observándose un mayor valor del mismo.

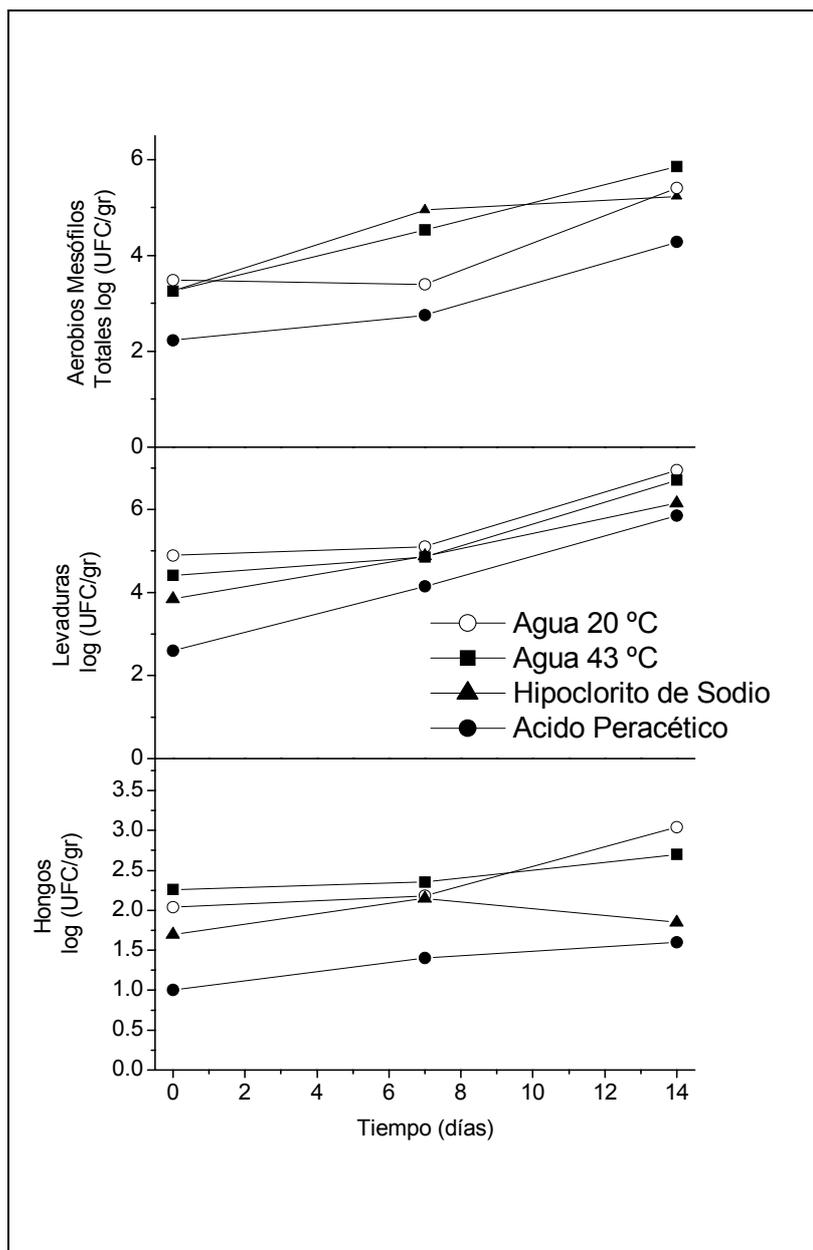


Figura 3.7 Recuento de microorganismos en frutillas frescas cortadas durante el almacenamiento refrigerado a 2,5 °C

Al final del almacenamiento (14 días a 2,5 °C) se observaron porcentajes de reducción entre el 25 y 30 % de los sólidos solubles contenidos inicialmente, sin diferencias significativas entre tratamientos (Figura 3.8). Gil *et al.* (2006) reportaron una pérdida de sólidos solubles igual al 7 % en frutillas mínimamente procesadas (variedad *Seascape*) sanitizadas con 100 ppm de hipoclorito de sodio y almacenadas a 5 °C durante 9 días.

Tabla 3.5 Efecto relativo del lavado sobre los sólidos solubles y pH

Tratamiento	Sólidos Solubles (° Brix)	pH
Agua 20 °C	6,6 ± 1,0 a (-5,7)	3,5 ± 0,1 ab (0)
Agua 43 °C	6,9 ± 1,1 a (-1,4)	3,6 ± 0,1b (+ 2,9)
Hipoclorito de Sodio	6,8 ± 0,1 a (-2,9)	3,5 ± 0.2 a (0)
Acido Peracético	6,0 ± 0,9 a (-14,3)	3,4 ± 0,1 a (-2,9)

Promedio ± desviación estándar obtenidos luego de los diferentes lavados y entre paréntesis el porcentaje de variación entre antes y después del tratamiento de lavado-desinfección

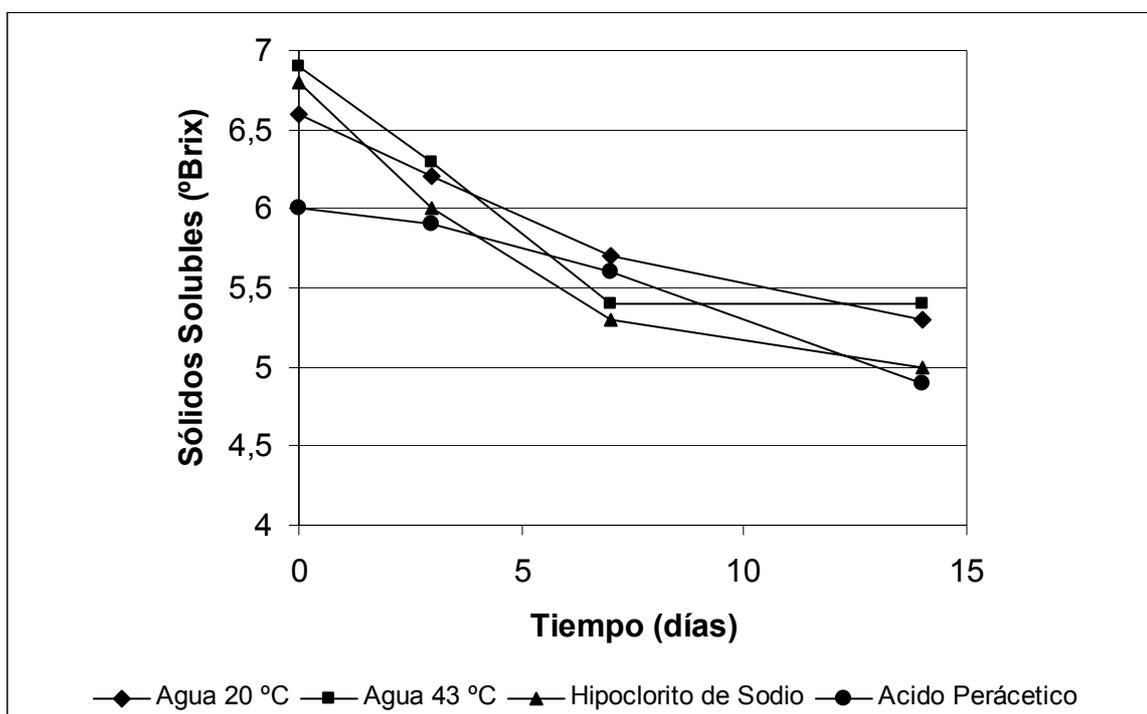


Figura 3.8 Evolución del contenido de sólidos solubles de frutillas frescas cortadas variedad *Camarosa*, sometidas a diferentes tratamientos de lavado, durante el almacenamiento refrigerado a 2,5 °C

Los cambios en los parámetros de color como consecuencia de los tratamientos de lavado se presentan en la Figura 3.9. El lavado con hipoclorito de sodio 50 ppm fue el tratamiento que más aumentó el croma, es decir la vivacidad del color. Sin embargo, el tratamiento de lavado con agua a 20 °C disminuyó el croma en un 10 %. Respecto a la pérdida del color rojo, se puede observar que el mayor aumento del ángulo de tono se produce con las frutillas tratadas con hipoclorito de sodio y agua a 43 °C en un porcentaje similar. En cambio, el lavado con agua a 20°C y el realizado con ácido peracético 100 ppm produjeron incluso un aumento de la tonalidad roja. El incremento del color rojo ocurrido en las frutas lavadas con ácido peracético podría explicarse en que el pH de dicha solución fue el menor de todos (aprox 4,8) y es sabido que las antocianinas en general intensifican su color rojo a pH ácidos.

Durante el almacenamiento refrigerado no hubo cambios en el ángulo de tono ni en la luminosidad de las frutillas sometidas a los diferentes lavados, (no mostradas). Sólo se observó una leve pérdida de la cromaticidad en las muestras lavadas con agua a 43°C, con hipoclorito de sodio 50 ppm y ácido peracético 100 ppm al cabo de los primeros 3 días de almacenamiento (Figura 3.10).

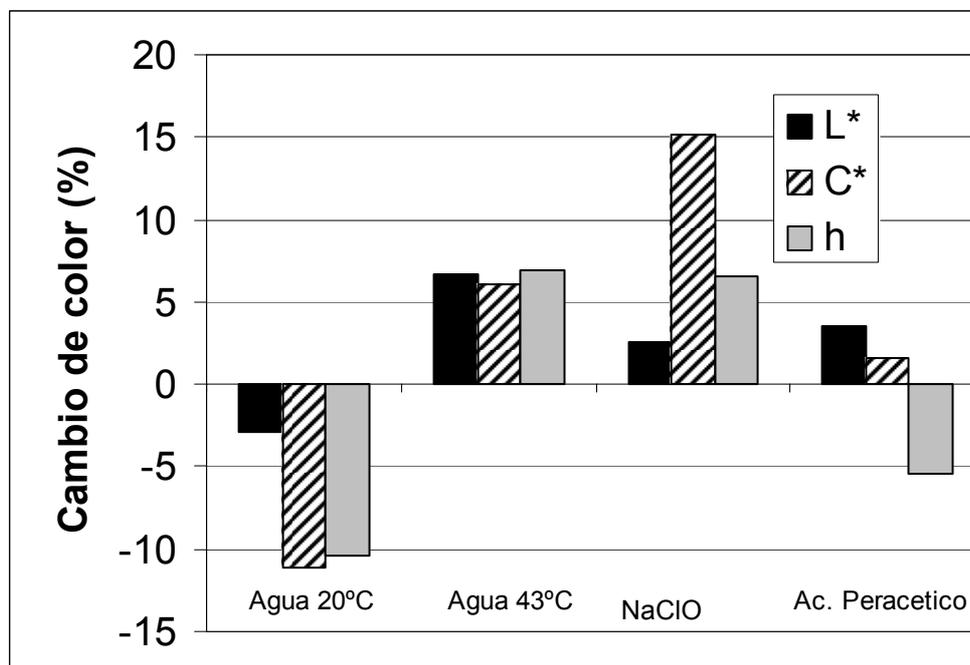


Figura 3.9 Cambios en los parámetros de color de frutillas var. *Camarosa* como consecuencia de distintos tratamientos de lavado durante el mínimo procesamiento.

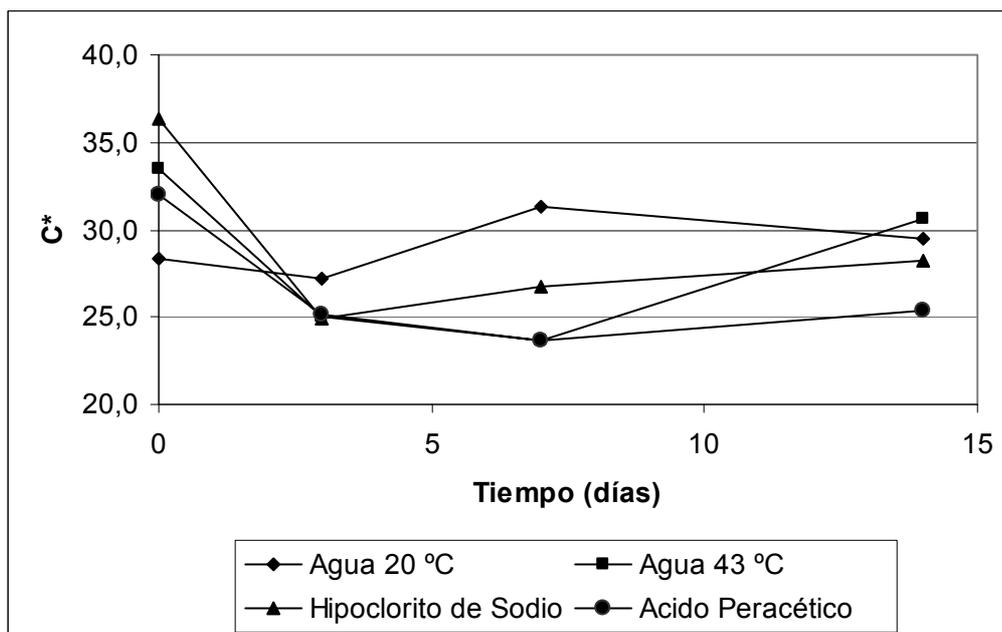


Figura 3.10 Evolución del croma (C*) de frutillas variedad *Camarosa* frescas cortadas durante el almacenamiento a 2,5°C

Los distintos tratamientos descontaminantes, no arrojaron diferencias estadísticas significativas sobre los parámetros sensoriales, luego del procesamiento (Tabla 3.6).

La evolución de los atributos sensoriales mostró para todos los casos una disminución de la apariencia general y del aroma y un incremento de los olores extraños durante el transcurso del almacenamiento. Sin embargo, no se observaron diferencias entre los distintos tratamientos (Figura 3.11). Aguayo *et al.* (2006) reportaron que el atributo apariencia disminuyó de 8,5 a 3,3 (escala hedónica de 9 puntos) en frutillas frescas cortadas variedad *Camarosa* no sometidas a tratamiento de lavado (utilizadas como control para evaluar los cambios producidos en frutillas frescas cortadas tratadas con 1-methylciclopronano, cloruro de calcio y/o atmósfera modificadas).

Tabla 3.6 Efecto de los diferentes tratamientos descontaminantes sobre los atributos sensoriales luego del procesamiento

Tratamiento	Apariencia General	Olores Extraños	Aroma Genuino	Firmeza
Agua 20 °C	12,5 ± 10,9 a	1,6 ± 0,1 a	10,9 ± 3,0 a	11,2 ± 1,7 a
Agua 43 °C	11,6 ± 2,0 a	1,6 ± 0,2 a	10,6 ± 3,8 a	11,8 ± 1,5 a
Hipoclorito de Sodio	11,8 ± 0,5 a	1,6 ± 0,2 a	11,2 ± 2,0 a	12,2 ± 1,4 a
Acido Peracético	11,9 ± 0,2 a	1,7 ± 0,2 a	11,3 ± 3,2 a	10,6 ± 0,9 a

Diferentes letras en la misma fila, indican diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$).

Luego del análisis de los resultados obtenidos, se pudo concluir que los cuatro tratamientos de lavado disminuyeron el contenido de sólidos solubles. El tratamiento con ácido peracético fue el que produjo una mayor reducción de los mismos (14 %). Por el contrario, las frutillas lavadas con agua a 43 °C y solución de hipoclorito de sodio registraron una pérdida de sólo el 1,4 % y el 2,9 % respectivamente. En las frutillas lavadas con ácido peracético se observó además un aumento en la acidez, registrando menores valores de pH con respecto a la fruta entera. Al final del almacenamiento, el contenido de sólidos solubles se redujo entre un 25 y 30%.

En cuanto a los parámetros de color, luego del mínimo procesamiento, se intensificó el color rojo en las frutillas tratadas con ácido peracético, pero las lavadas con hipoclorito de sodio, aumentaron su croma, intensificando la vivacidad del tono.

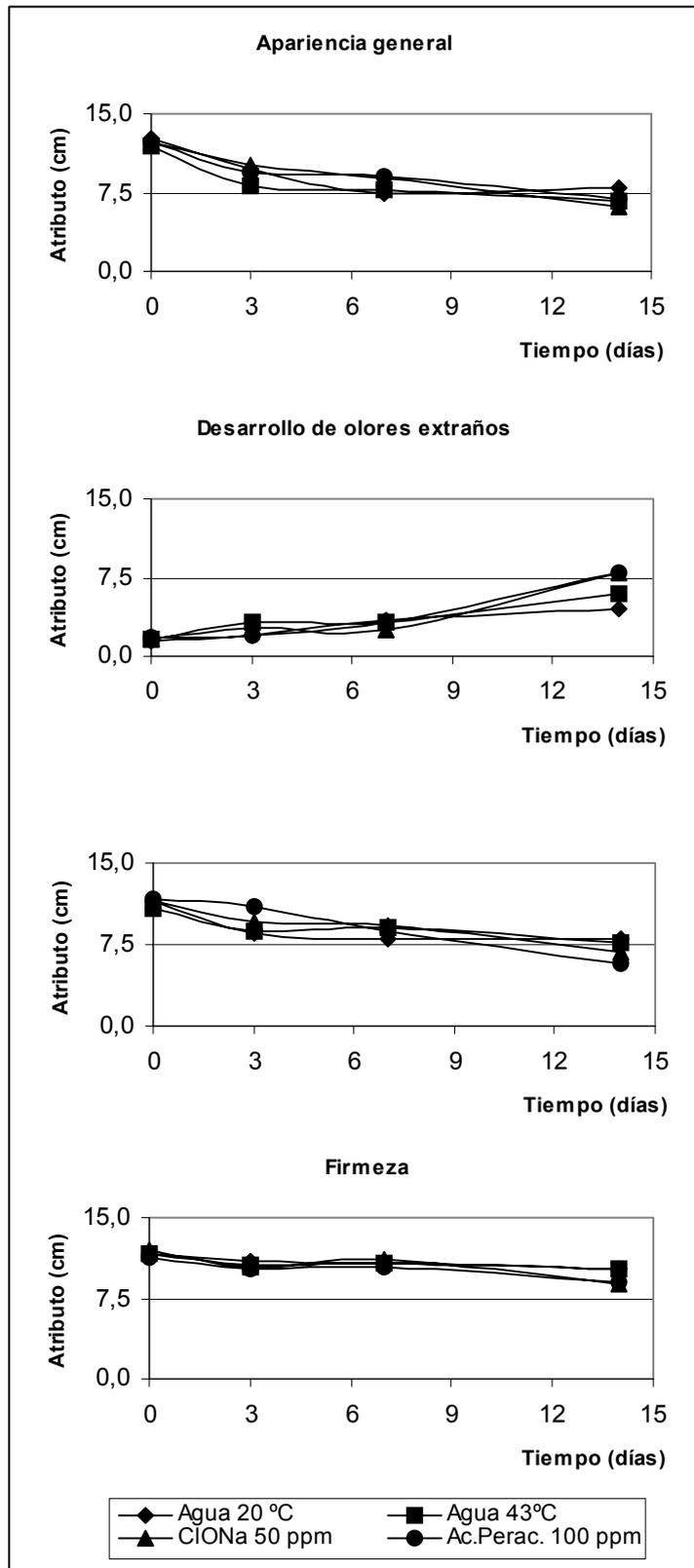


Figura 3.11 Evolución de los atributos sensoriales de frutillas frescas cortadas var. *Camarosa* durante el almacenamiento a 2,5°C durante 14 días

Como consecuencia del mínimo procesamiento, el recuento de todos los microorganismos disminuyó para los cuatro tratamientos de lavado ensayados. Las mayores reducciones se obtuvieron en las frutillas lavadas con ácido peracético 100 ppm. Las frutas lavadas con solución de ácido peracético 100 ppm e hipoclorito de sodio 50 ppm fueron las que arrojaron menores recuentos de todos los microorganismos estudiados al cabo de 14 días de almacenamiento refrigerado a 2,5 °C.

Con respecto a la calidad sensorial, se concluye que los cuatro tratamientos de lavado ensayados afectan en forma similar la calidad de las frutillas frescas cortadas.

Por lo antes expuesto, y tratando de lograr el mejor “balance” entre calidad e inocuidad se eligió al tratamiento de hipoclorito de sodio 50 ppm – 2 minutos como la alternativa a ser usada en la etapa de lavado – desinfección.

3.3 Ensayos de almacenamiento a distintas temperaturas

3.3.1 Características de la materia prima

Tal como se describió en la sección de materiales y métodos, las frutillas, variedad *Camarosa*, utilizadas en esta etapa, fueron recolectadas en el establecimiento del Sr. Marcelo Mosconi, ubicado en Desvío Arijón. Los frutos recolectados en el mes de Octubre de 2006 fueron de madurez intermedia (entre un 75 y 80 % de superficie roja); en cambio las frutillas utilizadas en el mes de Noviembre del mismo año, fueron totalmente maduras (100 % de superficie roja).

3.3.2 Evolución de los parámetros sensoriales a lo largo del almacenamiento

En la Tabla 3.7 se exponen los tiempos y las condiciones de almacenamiento para las muestras maduras y de madurez intermedia.

Por tratarse de un ensayo de evaluación sensorial el tiempo de conservación se extendió hasta que uno o más de los panelistas sugerían que las muestras se tornaban inaceptable en algún parámetro, generalmente el desarrollo de olores extraños.

Tabla 3.7 Tiempos y condiciones de almacenamiento para frutillas frescas cortadas con dos grados de madurez

Temperatura (°C)	Tiempos de Almacenamiento (días)	
	Madurez intermedia	Maduras
A	14	8
B	13	8
C	6	8
D	3	4

Madurez intermedia A = 0,5 °C; B = 3 °C; C = 7 °C ; D = 12 °C

Maduras A = 0,5 °C; B = 3 °C; C = 6 °C; D = 15 °C.

Los valores experimentales promedio de las evaluaciones sensoriales a lo largo del almacenamiento se presentan en las Tablas 3.8 a 3.11.

Tabla 3.8 Valores experimentales promedio de los atributos sensoriales de frutillas frescas cortadas de madurez intermedia

Atributo / Días	Temperatura (°C)			
	0,5	3	7	12
Apariencia general				
0	10,9	10,9	10,9	10,9
2	10,3	10,2	7,9	8,5
3	8,6	9,7	6,9	5,9
6	7,6	7,3	6,1	
8	6,7	7,8		
13	6,6	6,2		
14	6,7			
Aroma genuino				
0	10,6	10,6	10,6	10,6
2	9,2	7,5	5,6	8,5
3	7,9	6,6	4,5	4,3
6	6,9	4,4	2,5	
8	5,0	7,3		
13	6,8	4,5		
14	5,0			
Firmeza				
0	11,3	11,3	11,3	11,3
2	10,6	10,9	10,7	10,7
3	10,2	10,4	9,4	9,3
6	10,3	10,3	9,3	
8	9,3	10,3		
13	9,2	9,8		
14	9,0			
Sabor genuino				
0	5,5	5,5	5,5	5,5
2			5,4	5,9
3	6,3	5,9	4,4	3,0
6	6,0	5,2	4,1	
8	4,6	5,3		
13	4,6	2,9		
14	4,3			

Tabla 3.9 Valores experimentales promedio de los defectos sensoriales de fresas frescas cortadas de madurez intermedia

Defectos/ Días	Temperatura (°C)			
	0,5	3	7	12
Oscurecimiento				
0	1,5	1,5	1,5	1,5
2	6,2	6,0	7,7	5,9
3	6,2	5,1	8,5	9,3
6	6,0	7,4	9,1	
8	7,2	7,5		
13	9,1	8,5		
14	8,0			
Olores extraños				
0	0,9	0,9	0,9	0,9
2	2,0	2,6	5,3	3,8
3	3,2	3,4	8,7	10,1
6	5,8		9,3	
8	6,7	4,6		
13	5,1	6,8		
14	6,9			
Sabores extraños				
0	1,1	1,1	1,1	1,1
2	2,5	3,0	4,9	5,3
3	4,2	5,0	7,7	7,8
6	5,0	5,1		
8	5,7	3,8		
13	7,7	8,3		
14	7,2			

Tabla 3.10 Valores experimentales promedio de los atributos sensoriales de frutillas frescas cortadas maduras

Atributo / Días	Temperatura (°C)			
	0,5	3	6	15
Apariencia general				
0	12,5	12,5	12,5	12,5
1	11,3	11,1	10,4	9,9
4	10,2	9,3	8,1	3,7
5	9,8	8,6	7,1	
6	8,0	8,0	7,1	
8	8,3	6,5	6,1	
Aroma genuino				
0	12,6	12,6	12,6	12,6
1	11,3	6,9	6,1	5,9
4				1,4
5	8,4	6,0	3,3	
6	7,1	4,1	4,2	
8	7,7	3,7	4,1	
Firmeza				
0	8,3	8,3	8,3	8,3
1	6,5	6,2	6,1	6,3
4				1,6
5	7,8	7,3	6,7	
6	7,6	7,1	6,6	
8	7,2	5,4	6,0	
Sabor genuino				
0	9,4	9,4	9,4	9,4
1	7,4	7,4	7,1	5,9
4				1,5
5	7,0	6,9	4,4	
6	5,5	5,9	4,5	
8	5,0	4,5	3,8	

Tabla 3.11 Valores experimentales promedio de los defectos sensoriales de frutillas frescas cortadas maduras

Defectos/ Días	Temperatura (°C)			
	0,5	3	6	15
Oscurecimiento				
0	0,6	0,6	0,6	0,6
1	2,2	3,7	3,4	4,9
4	3,3	4,2	5,7	7,8
5	4,4	4,5	6,4	
6	4,2	4,4	5,3	
8	5,8	5,5	6,5	
Olores extraños				
0	1,0	1,0	1,0	1,0
1	2,3	5,9	6,4	6,2
4	3,8	5,4	6,5	11,9
5	4,1	6,1	7,4	
6	6,5	8,9	8,9	
8	5,5	8,8	8,9	
Sabores extraños				
0	1,3	1,3	1,3	1,3
1	2,2	4,3	3,7	4,4
4				12,0
5	3,9	3,5	7,1	
6	4,7	3,2	4,1	
8	4,6	6,5	7,0	

3.3.3 Porcentajes de cambios totales de los parámetros sensoriales y del contenido de sólidos solubles

En las Tablas 3.12, 3.13 y 3.14 se presentan los porcentajes de cambios, totales o globales después del almacenamiento con respecto a los parámetros sensoriales y los sólidos solubles de frutillas mínimamente procesadas, de diferentes estados madurativos y almacenadas a distintas temperaturas.

Los cambios en la apariencia general del producto fueron de alrededor del 30 % para las distintas condiciones de almacenamiento, en las frutas de maduración intermedia y aproximadamente del 30 al 60 % para las frutas maduras.

El atributo sensorial que sufrió menor variación, respecto a su calificación inicial, fue la firmeza (excepto para las frutillas maduras almacenadas a 15 °C). Mayores reducciones en éste atributo fueron reportados por Gil *et al.* (2006) quienes registraron una disminución del 40 % en firmeza en frutillas mínimamente procesadas variedad *Seascape* almacenadas durante 9 días a 5 °C. Los parámetros sensoriales oscurecimiento, aroma genuino, sabores extraños y olores extraños registraron los mayores porcentajes de cambio. En general y fundamentalmente a la temperatura máxima de almacenamiento, los cambios fueron mayores en las frutillas frescas cortadas de mayor grado de madurez (excepto para el defecto oscurecimiento).

Tabla 3.12 Cambios en las características sensoriales de frutillas frescas cortadas de madurez intermedia expuestas a diferentes condiciones de almacenamiento

Almacenamiento	Porcentajes de cambio						
	Atributos			Defectos			
	Apariencia general	Aroma genuino	Firmeza	Sabor genuino	Oscurecimiento	Olores extraños	Sabores extraños
0,5 °C -14 días	-28,0	-37,3	-15,3	-8,0	+43,3	+40,0	+40,0
3 °C - 13 días	-31,3	-40,7	-10,0	-17,3	+46,7	+39,3	+48,0
7 °C - 6 días	-32,0	-54,0	-13,3	-9,4	+50,7	+56,0	+44,0
12 °C - 3 días (*)	-32,0	-42,0	-13,3	-16,7	+52,0	+61,3	+44,7

(*) el defecto sabores extraños fue evaluado hasta el día 3 para la temperatura de 7 °C

Tabla 3.13 Cambios en las características sensoriales de frutillas frescas cortadas maduras expuestas a diferentes condiciones de almacenamiento

Almacenamiento	Porcentajes de cambio						
	Atributos				Defectos		
	Apariencia general	Aroma genuino	Firmeza	Sabor genuino	Oscurecimiento	Olores extraños	Sabores extraños
0,5 °C - 8 días	-28,0	-32,7	-7,3	-29,3	+34,7	+30,0	+22,0
3 °C - 8 días	-40,0	-59,3	-19,3	-32,7	+32,7	+52,0	+34,7
6 °C - 8 días	-42,7	-56,7	-15,3	-37,3	+39,3	+52,7	+38,0
15 °C - 4 días	-58,7	-74,7	-44,7	-52,7	+48,0	+72,7	+71,3

En cuanto a los sólidos solubles, luego del almacenamiento hubo una disminución de los mismos. Las mayores reducciones se registraron en las frutillas con 100 % de superficie roja almacenadas a las temperaturas superiores (6 y 15 °C). Las frutillas almacenadas a 0,5 °C, sufrieron una menor pérdida de los mismos, en ambos estados de madurez. La depleción de los sólidos solubles de las muestras almacenadas a las mayores temperaturas, puede deberse a una mayor actividad respiratoria de la fruta, comparativamente con las respectivas muestras almacenadas a 0,5 °C, donde la tasa respiratoria es menor, y esto permitió conservar los carbohidratos en el tejido. Ayala-Zavala *et al.* (2004) también reportaron una menor disminución en el contenido de sólidos solubles en frutillas enteras variedad *Chandler*, almacenadas a 0 °C comparándolas con muestras almacenadas a 5 °C y 10 °C.

Tabla 3.14 Cambios en el contenido de sólidos solubles de frutillas frescas cortadas de dos estados de madurez, expuestas a diferentes condiciones de almacenamiento

Temperatura (°C)	Porcentajes de cambio	
	Madurez intermedia ^a	Maduras ^b
A	-26,7	-27,8
B	-29,3	-35,4
C	-37,3	-45,6
D	-34,7	-32,4

^a Madurez intermedia A = 0,5 °C; B = 3 °C; C = 7 °C; D = 12 °C.

^b Maduras A = 0,5 °C; B = 3 °C; C = 6 °C; D = 15 °C.

3.3.4 Determinación del orden de reacción

Para encontrar las cinéticas de deterioro de frutillas frescas cortadas se ajustaron los datos experimentales (presentados en las Tablas 3.8 a 3.11) a las siguientes ecuaciones, aplicando análisis de regresión lineal:

$$Q = Q_0 \pm K_{(T)} \cdot t \quad \text{ó} \quad \ln Q = \ln Q_0 \pm K_{(T)} \cdot t$$

A través del análisis de regresión lineal se determinó el orden y las constantes de las diferentes reacciones de deterioro. Para elegir el orden del modelo se tuvieron en cuenta como criterios de bondad de ajuste el coeficiente de determinación (R^2) de las ecuaciones de orden cero ($n=0$) y primer orden ($n=1$) para los parámetros sensoriales (Tablas 3.15 y 3.16) y para el contenido de sólidos solubles (Tabla 3.17 y 3.18); la significación ($p < 0,05$) de la regresión lineal en el ANOVA (ver anexo N° 3) y el porcentaje de cambio de los atributos (Tablas 3.12; 3.13 y 3.14).

Tabla 3.15 Coeficientes de determinación (R^2) de las regresiones para las características sensoriales de frutillas frescas cortadas de madurez intermedia almacenadas a distintas temperaturas

Temp (°C)	Orden	Atributos				Defectos		
		Apariencia general	Aroma genuino	Firmeza	Sabor genuino	Oscurecimiento	Olores extraños	Sabores extraños
0,5	n = 0	0,8043	0,6876	0,8753	0,6447	0,6813	0,6932	0,9230
	n = 1	0,8296	0,6680	0,8852	0,7484	0,5042	0,6556	0,7516
3	n = 0	0,9077	0,5480	0,8459	0,7440	0,7181	0,9531	0,7560
	n = 1	0,9235	0,5558	0,8576	0,3813	0,5435	0,7591	0,6372
7	n = 0	0,8366	0,8687	0,7810	0,5265	0,6843	0,8040	0,9895
	n = 1	0,8862	0,9803	0,7801	0,8177	0,6099	0,6949	0,9880
12	n = 0	0,9512	0,8622	0,8359	0,8275	0,9865	0,8481	0,9980
	n = 1	0,9083	0,7894	0,8195	0,4771	0,9916	0,9936	0,9788

Tabla 3.16 Coeficientes de determinación (R^2) de las regresiones para las características sensoriales de frutillas frescas cortadas maduras, almacenadas a distintas temperaturas

Temp. (°C)	Orden	Atributos				Defectos		
		Apariencia general	Aroma genuino	Firmeza	Sabor genuino	Oscurecimiento	Olores extraños	Sabores extraños
0,5	n = 0	0,9063	0,8691	0,9640	0,9620	0,9513	0,8469	0,9226
	n = 1	0,8903	0,8511	0,9546	0,9448	0,7867	0,8297	0,9133
3	n = 0	0,9909	0,9575	0,8226	0,9803	0,7288	0,7357	0,8075
	n = 1	0,9887	0,9633	0,7752	0,9377	0,5601	0,6001	0,9496
6	n = 0	0,9365	0,8152	0,9940	0,9267	0,7679	0,7263	0,7031
	n = 1	0,9704	0,7538	0,9959	0,9499	0,6161	0,5670	0,8158
15	n = 0	0,9976	0,8540	0,9973	0,9540	0,8515	0,9349	0,9984
	n = 1	0,9963	0,9892	0,9927	0,9999	0,6447	0,7251	0,8935

Tabla 3.17 Coeficientes de determinación (R^2) de las regresiones para el contenido de sólidos solubles de frutillas frescas cortadas de madurez intermedia, almacenadas a distintas temperaturas

Temperatura (°C)	Orden	R^2
0,5	n = 0	0,9897
	n = 1	0,9952
3	n = 0	0,5275
	n = 1	0,5441
7	n = 0	0,7670
	n = 1	0,8284
12	n = 0	0,5164
	n = 1	0,5227

Tabla 3.18 Coeficientes de determinación (R^2) de las regresiones para el contenido de sólidos solubles de frutillas frescas cortadas maduras, almacenadas a distintas temperaturas

Temperatura (°C)	Orden	R^2
	n = 0	0,7812
0,5	n = 1	0,8024
	n = 0	0,8597
3	n = 1	0,8875
	n = 0	0,9030
6	n = 1	0,9152
	n = 0	0,9857
15	n = 1	0,9949

Para modelar los cambios en los parámetros sensoriales se adoptó una cinética de orden cero, ya que se lograron mejores ajustes (mayores R^2) con este orden (68% para las muestras de madurez intermedia y 71 % para las muestras maduras) y además en aquellos casos donde no fue así, los porcentajes de cambio de los parámetros eran generalmente menores al 50 % y esto implica que la representación por una cinética de orden cero resulta suficiente (Singh, 1999). En cambio, para modelar el contenido de sólidos solubles en el tiempo, se usó una cinética de primer orden, ya que siempre mostró un mejor ajuste (Tabla 3.18). Todo esto está de acuerdo con lo observado por otros investigadores que sugirieron que los procesos de deterioro de la calidad de los alimentos almacenados bajo condiciones ambientales controladas pueden describirse con funciones de velocidad de orden cero ó primer orden (Saguy y Karel, 1980; Taoukis *et al.*, 1997).

3.3.5 Determinación de la constante de reacción y cálculo de la E_a para cada característica sensorial y contenido de sólidos solubles

Los atributos sensoriales apariencia general, aroma genuino, firmeza y sabor genuino de las muestras almacenadas a las mayores temperaturas, decaen más rápidamente que las almacenadas a 0,5 °C. Esto concuerda con el mayor valor obtenido de la constante de

velocidad (K) para las frutillas en ambos estados de madurez (Tabla 3.19 y 3.20). De los atributos evaluados, para las muestras maduras, se puede concluir que el atributo Firmeza es el que presenta “mayor sensibilidad” a la temperatura, mientras que los atributos Aroma y Sabor genuino y el defecto Oscurecimiento, registran una menor energía de activación. En las muestras de madurez intermedia, el atributo Aroma genuino (dentro de los atributos evaluados) y los defectos Oscurecimiento y aparición de Olores extraños, fueron los parámetros más “sensibles” en función de la temperatura, registrando un mayor valor en la energía de activación (Tabla 3.19 y 3.20).

Finalmente, se puede inferir que las consecuencias de la variación en las temperaturas de almacenamiento serán más notorias en el atributo Firmeza, frente a los demás parámetros, para las muestras de frutillas maduras; mientras que la aparición de Olores extraños lo será para las frutillas de madurez intermedia.

El contenido de los sólidos solubles decayó más rápidamente en las muestras almacenadas a las temperaturas más altas, lo que se refleja en los valores de las constantes de velocidad obtenidas, también podemos mencionar que la temperatura afectó de igual manera la depleción de éste atributo, para ambos estados de madurez. Esto queda demostrado con los valores de energía de activación exhibidos (Tabla 3.21).

En función de los valores de K obtenidos, se pudo predecir la evolución de las características sensoriales, tanto atributos como defectos, para ambos estados de madurez (Figuras 3.12 a 3.15)

Tabla 3.19 Constante de reacción (K) y funcionalidad con la temperatura (Ea) de atributos sensoriales de frutillas frescas cortadas con dos grados de madurez.

Atributo	Temperatura (°C) ^a	Madurez intermedia	Maduras
		K ± error estándar (cm.día ⁻¹)	
Apariencia general	A	0,2961 ± 0,0653	0,5410 ± 0,0870
	B	0,3736 ± 0,0596	0,7115 ± 0,0339
	C	0,7676 ± 0,2399	0,7696 ± 0,1002
	D	1,5843 ± 0,3588	2,1519 ± 0,1059
	E_a (KJ. mol⁻¹)	96,2	62,5
	R²	0,9896	0,9762
Aroma genuino	A	0,3180 ± 0,0959	0,6794 ± 0,1864
	B	0,3596 ± 0,1633	1,1860 ± 0,1767
	C	1,2853 ± 0,3534	1,1566 ± 0,3893
	D	1,950 ± 0,7794	2,4909 ± 1,0297
	E_a (KJ. mol⁻¹)	111,3	54,0
	R²	0,9193	0,934
Firmeza	A	0,1465 ± 0,0247	0,1297 ± 0,018
	B	0,1024 ± 0,0218	0,3234 ± 0,104
	C	0,3480 ± 0,1303	0,2902 ± 0,016
	D	0,6142 ± 0,2722	1,6422 ± 0,0854
	E_a (KJ. mol⁻¹)	94,7	108,34
	R²	0,8289	0,9484
Sabor genuino	A	0,1178 ± 0,0475	0,5643 ± 0,0793
	B	0,2020 ± 0,0736	0,6004 ± 0,0602
	C	0,2533 ± 0,0874	0,7376 ± 0,1467
	D	0,6857 ± 0,7670	1,8513 ± 0,4067
	E_a (KJ. mol⁻¹)	92,2	57,6
	R²	0,9598	0,9638

^a Madurez intermedia A = 0,5 °C; B = 3 °C; C = 7 °C ; D = 12 °C .

Maduras A = 0,5 °C; B = 3 °C; C = 6 °C; D = 15 °C .

Tabla 3.20 Constante de reacción (K) y funcionalidad con la temperatura (Ea) de defectos sensoriales de frutillas frescas cortadas con dos grados de madurez

Atributo	Temperatura (°C)^a	Madurez intermedia	Maduras
		K ± error estándar (cm.día⁻¹)	
Oscurecimiento	A	0,3667 ± 0,1122	0,5938 ± 0,0672
	B	0,4509 ± 0,1412	0,4754 ± 0,1450
	C	1,1627 ± 0,5584	0,6596 ± 0,1812
	D	2,5428 ± 0,2969	1,6214 ± 0,6769
	E_a (KJ. mol⁻¹)	113,2	52,3
	R²	0,9797	0,8588
Olores extraños	A	0,3632 ± 0,1080	0,6163 ± 0,1310
	B	0,4101 ± 0,0525	0,8191 ± 0,2454
	C	1,3840 ± 0,4832	0,823 ± 0,2527
	D	2,8357 ± 1,200	2,533 ± 0,6685
	E_a (KJ. mol⁻¹)	123,54	63,9
	R²	0,9551	0,9556
Sabores extraños	A	0,4246 ± 0,0551	0,4476 ± 0,0916
	B	0,4458 ± 0,1266	0,5717 ± 0,1973
	C	2,1571 ± 0,227	0,6755 ± 0,3103
	D	2,2143 ± 0,090	2,6414 ± 0,1054
	E_a (KJ. mol⁻¹)	105,2	82,1
	R²	0,8186	0,9722

^a Madurez intermedia A = 0,5 °C; B = 3 °C; C = 7 °C ; D = 12 °C .
 Maduras A = 0,5°C; B = 3 °C; C = 6 °C; D = 15 °C .

Tabla 3.21 Constantes de reacción (K) y funcionalidad con la temperatura (Ea) del contenido de sólidos solubles de frutillas frescas cortadas con dos grados de madurez

Temperatura (°C) ^a	Madurez intermedia	Maduras
	K ± error estándar (día ⁻¹)	
A	0,0218 ± 0,001	0,0296 ± 0,006
B	0,0166 ± 0,007	0,0414 ± 0,006
C	0,0255 ± 0,005	0,0609 ± 0,008
D	0,0507 ± 0,028	0,0972 ± 0,007
E_a (KJ. mol⁻¹)	52,7	52,1
R²	0,7586	0,9456

^a Madurez intermedia A = 0,5 °C; B = 3 °C; C = 7 °C ; D = 12 °C.
 Maduras A = 0,5 °C; B = 3 °C; C = 6 °C; D = 15 °C.

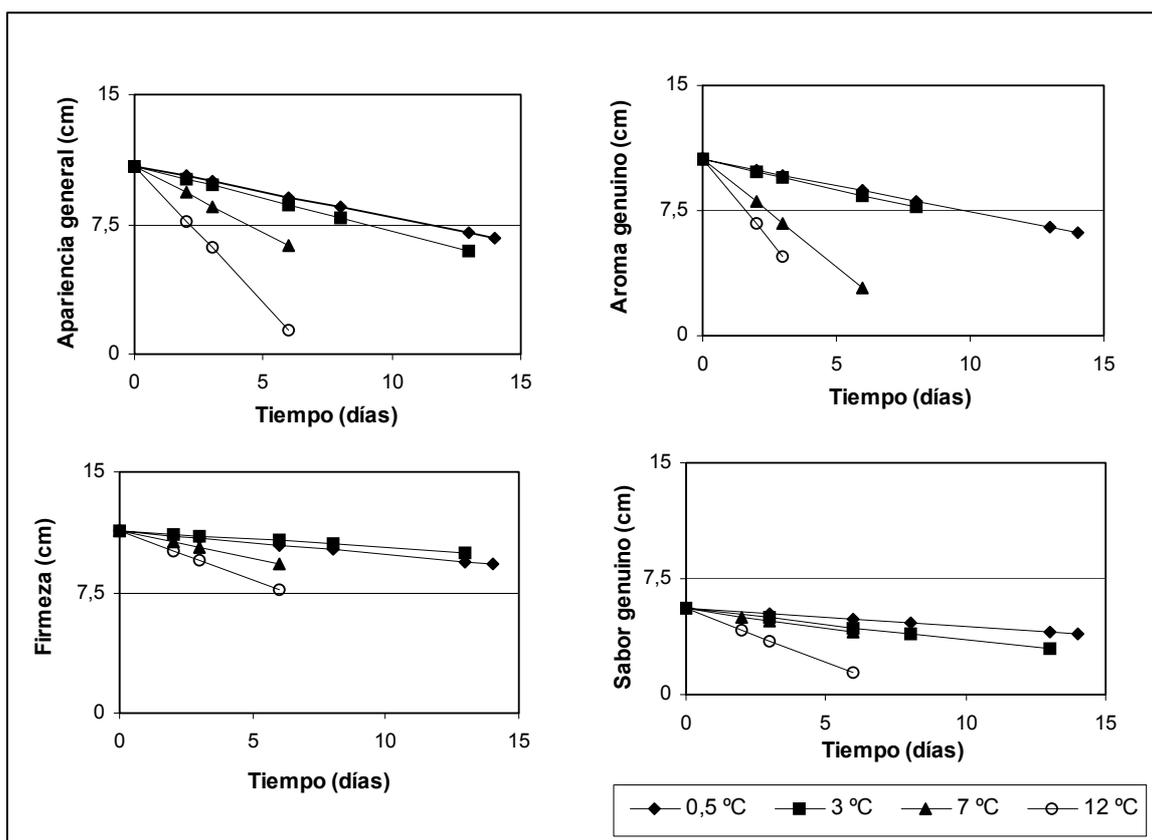


Figura 3.12 Valores predichos de los atributos sensoriales de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia durante el almacenamiento a distintas temperaturas

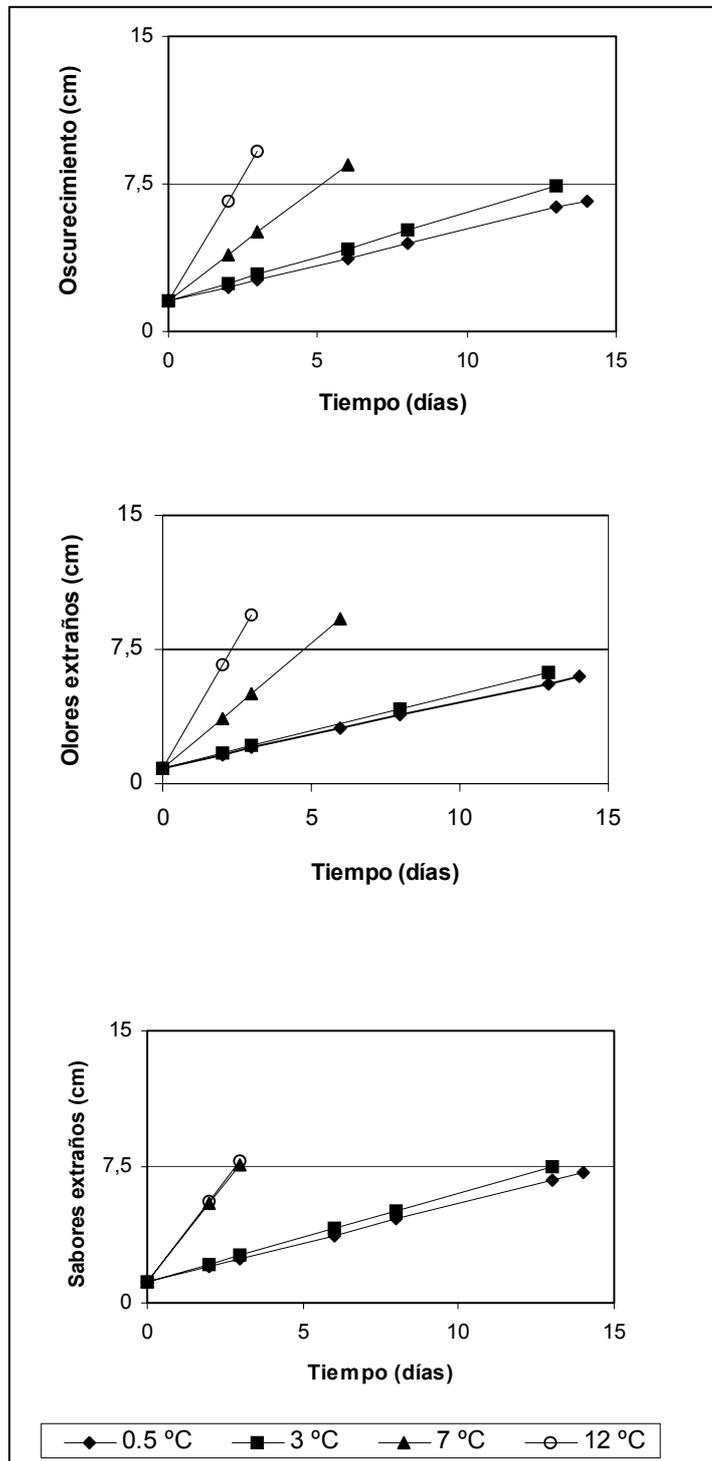


Figura 3.13 Valores predichos de los defectos sensoriales de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia durante el almacenamiento a distintas temperaturas

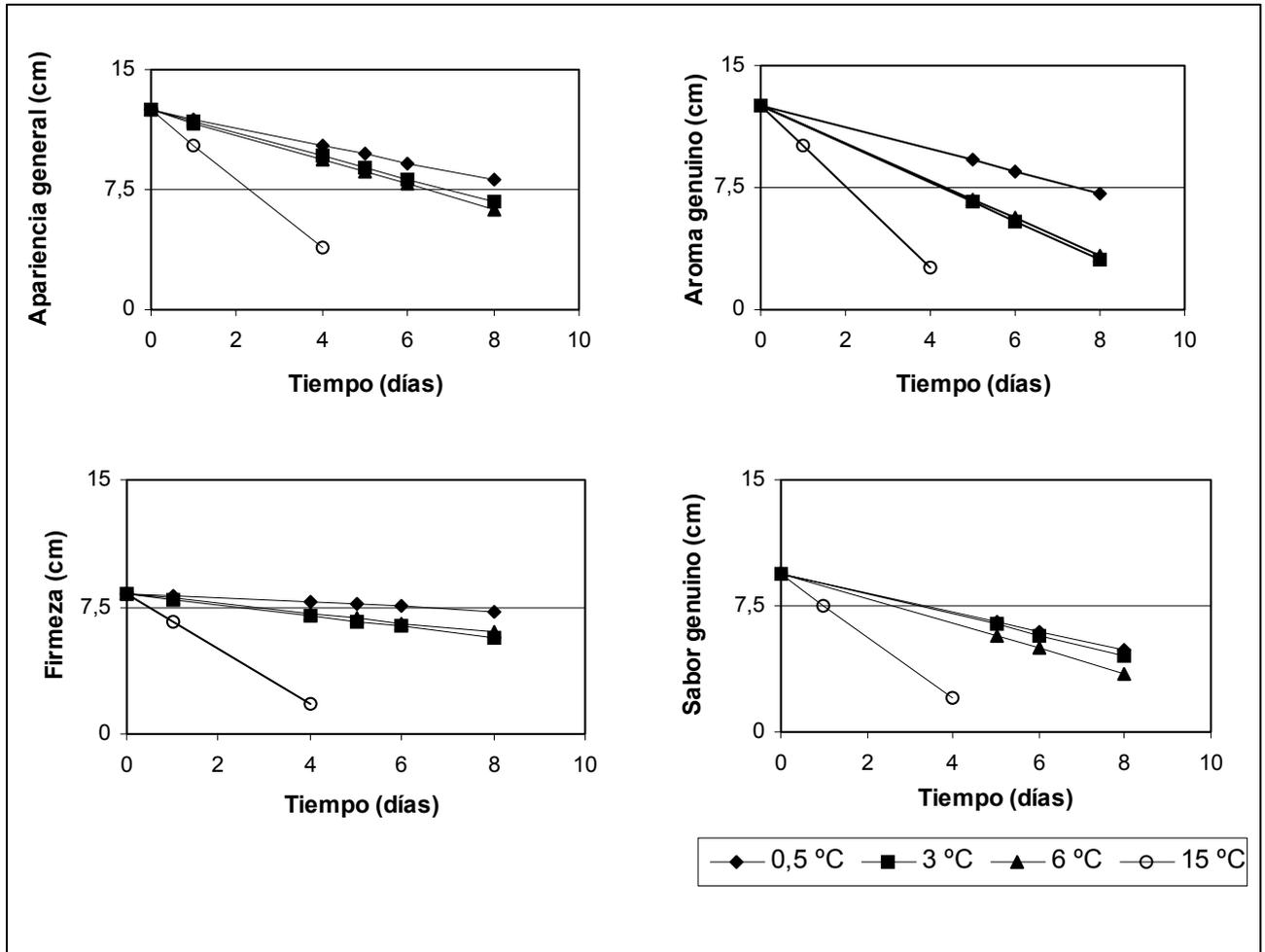


Figura 3.14 Valores predichos de los atributos sensoriales de frutillas mínimamente procesadas maduras durante el almacenamiento a distintas temperaturas

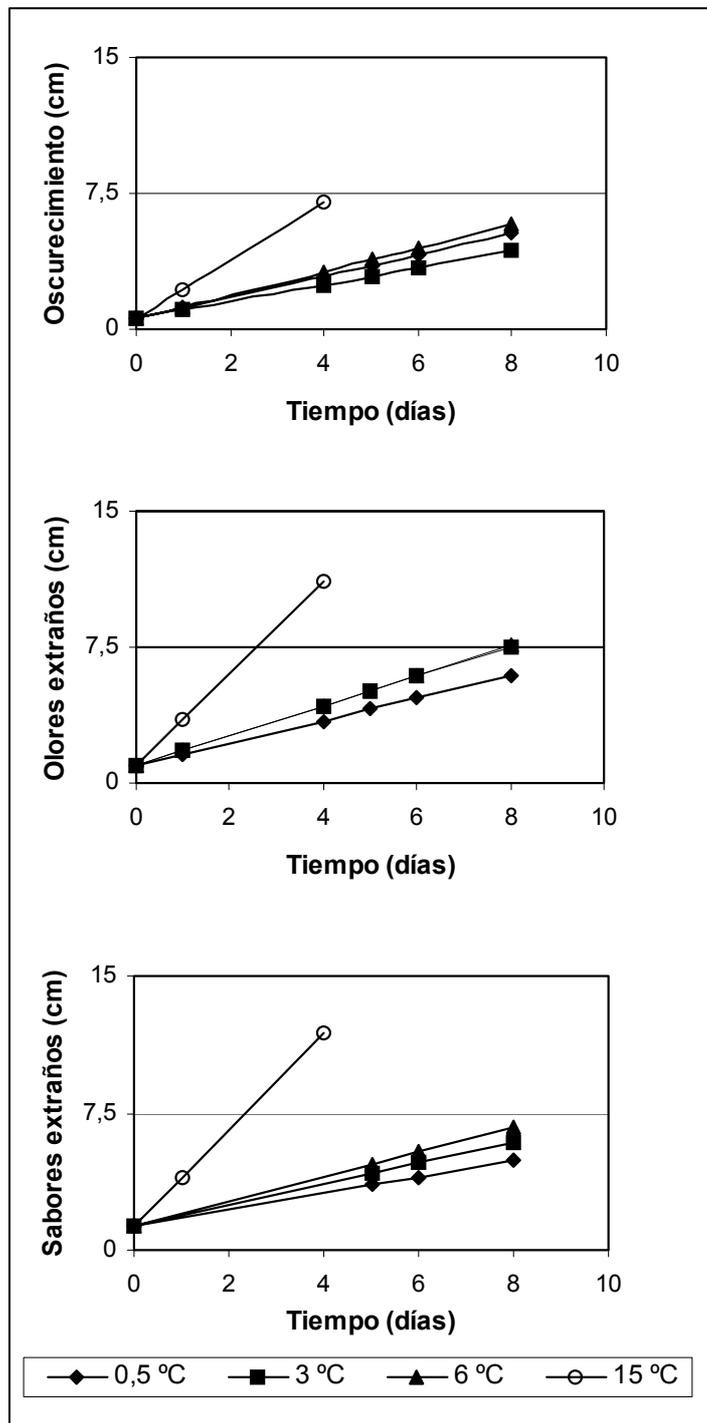


Figura 3.15 Valores predichos de los defectos sensoriales de frutillas mínimamente procesadas maduras durante el almacenamiento a distintas temperaturas

3.3.6 Predicción de tiempos de almacenamiento hasta alcanzar el “punto de corte” en función de la temperatura

Los modelos de deterioro obtenidos para cada parámetro sensorial permiten estimar tiempos de almacenamiento del producto para condiciones de calidad preestablecidas (Tablas 3.22 y 3.23).

Se asumió como límite de aceptación de calidad (punto de corte) para cada atributo la mitad de la escala sensorial utilizada en los ensayos, tal como ya lo han presentado otros autores (Barriga *et al.*, 1991; Piagentini *et al.*, 1997, 2004, 2005; Jacxsens *et al.*, 2002). A partir de esto, se determinó el tiempo de almacenamiento refrigerado hasta alcanzar una calificación inferior a 7.5 para “Apariencia general”, “Aroma genuino”, “Firmeza” y “Sabor genuino” o superior a 7.5 para los defectos “Oscurecimiento” y “Aparición de Olores y Sabores extraños”.

Para cada atributo, temperatura y calidad inicial del producto (Tablas 3.22 y 3.23), se calculó el tiempo de almacenamiento según

$$t_s = (Q_c - Q_o) / k_o e^{-E_a/R.T}$$

Donde: Q_c = valor del atributo en el punto de corte, Q_o = valor inicial del atributo

k_o = factor preexponencial, E_a = energía de activación, R = constante de los gases y

T = temperatura (K).

El atributo “Sabor genuino” de frutillas de madurez intermedia, calificó inicialmente por debajo de 7,5, esto significa un valor inferior al límite de aceptación de calidad preestablecido. Por ello estas frutas estarían “descalificadas” inicialmente en función de este atributo, antes de comenzar el almacenamiento.

Tabla 3.22 Tiempo de almacenamiento hasta alcanzar el punto de corte en frutillas de

Parámetro	Q₀	Tiempo (días)			
		0 °C	5 °C	10 °C	15 °C
Apariencia general	10,9	13,3	6,2	3,0	1,5
Aroma genuino	10,6	11,5	4,8	2,0	0,9
Firmeza	11,3	37,4	17,7	8,8	4,3
Sabor genuino	5,6	nc	nc	nc	nc
Oscurecimiento	1,5	19,8	8,1	3,4	1,5
Olores extraños	0,9	22,9	8,6	3,3	1,3
Sabores extraños	1,1	16,6	7,2	3,2	1,5

madurez intermedia

nc: no corresponde por valor inicial < 7,5

Tabla 3.23 Tiempo de almacenamiento hasta alcanzar el punto de corte en frutillas maduras

Parámetro	Q₀	Tiempo (días)			
		0 °C	5 °C	10 °C	15 °C
Apariencia general	12,5	10,2	6,2	3,9	2,4
Aroma genuino	12,6	6,9	4,5	3,0	2,0
Firmeza	8,3	6,0	2,6	1,1	0,5
Sabor genuino	9,4	4,0	2,5	1,6	1,1
Oscurecimiento	0,6	13,6	9,3	6,5	4,6
Olores extraños	1,0	11,9	7,2	4,4	2,7
Sabores extraños	1,3	16,4	8,6	4,6	2,5

A los fines de interpretar más claramente la información volcada en las Tablas 3.22 y 3.23, se grafica en las Figuras 3.16 y 3.17, el tiempo de almacenamiento hasta alcanzar el punto de corte en función de la temperatura.

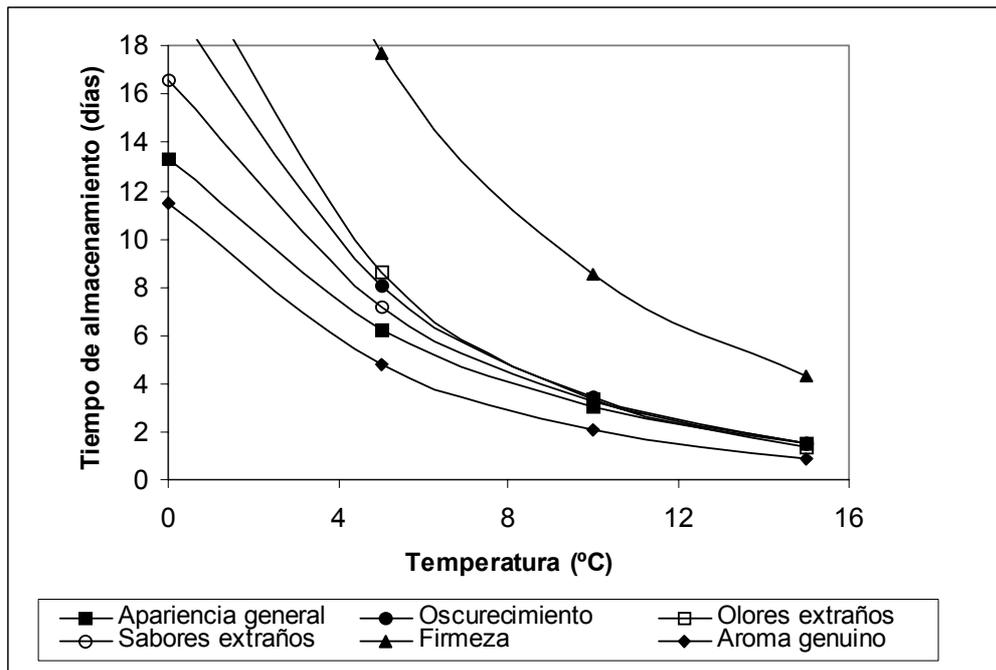


Figura 3.16 Tiempo de almacenamiento para los parámetros sensoriales de frutillas frescas cortadas de madurez intermedia

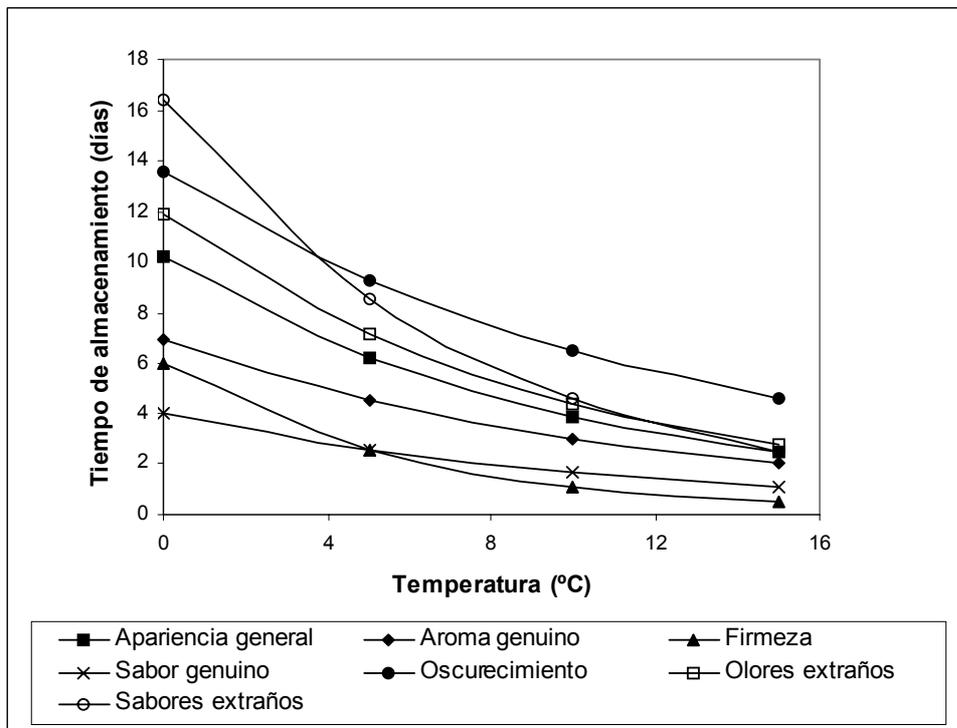


Figura 3.17 Tiempo de almacenamiento para los parámetros sensoriales de frutillas frescas cortadas maduras

Teniendo en cuenta el atributo Apariencia general, se puede estimar un tiempo de almacenamiento hasta alcanzar el “punto de corte” a 5 °C igual a seis días tanto para las frutas de madurez intermedia como para las de mayor estado madurativo. Esto resultó similar a lo reportado por Gil *et al.* (2006) quienes sugirieron que el tiempo de vida útil de frutillas frescas cortadas variedad *Seascape* almacenadas a 5 °C fue menor a nueve días.

Para la mayoría de los parámetros analizados la mayor diferencia entre los dos estados de madurez, se encontró a la temperatura de 0 °C donde el tiempo de almacenamiento fue significativamente mayor en las muestras de madurez intermedia, excepto en el defecto “Sabores extraños”, donde se estima un almacenamiento de 16 días para ambos estados de madurez.

La Firmeza no es un parámetro condicionante del tiempo de almacenamiento en las frutillas de madurez intermedia; sin embargo ésta situación se revierte en las frutillas frescas cortadas maduras. En este último caso, la Firmeza y el Sabor constituyen los principales atributos condicionantes del almacenamiento.

En cuanto a los defectos sensoriales: Oscurecimiento, Olores extraños y Sabores extraños podemos concluir que los mismos, no representan un condicionante del tiempo de almacenamiento a bajas temperaturas para ambos estados de madurez.

3.3.7 Evolución de los parámetros de color de frutillas frescas cortadas para dos estados de madurez durante el almacenamiento a distintas temperaturas

Luego del mínimo procesamiento, tanto las muestras de madurez intermedia como las frutillas de mayor estado de madurez registraron similares valores en el ángulo de tono ($h = 25,5$ y $26,0$ respectivamente).

Con respecto al croma, las frutillas maduras, mostraron un mayor valor del parámetro ($31,2$ vs $25,8$) de las frutillas con madurez intermedia, lo que implica mayor “vivacidad” del tono.

En lo referido a la luminosidad, las frutillas de madurez intermedia registraron un mayor valor en el parámetro ($31,7$) resultando más claras (mayor L^*) mientras que en las muestras de frutillas frescas cortadas maduras el valor de L^* fue de $28,9$ mostrando frutas algo más oscuras.

Al final del almacenamiento, no se observaron diferencias estadísticamente significativas en los tres parámetros estudiados (L^* , C^* y h) para ambos índices de madurez como así tampoco para las distintas temperaturas de almacenamiento (Figuras 3.18). Ayala-Zavala *et al.* (2004) tampoco reportaron diferencias estadísticamente significativas, en los parámetros de color en muestras de frutillas enteras variedad *Chandler*, almacenadas a 0 °C, 5 °C y 10 °C.

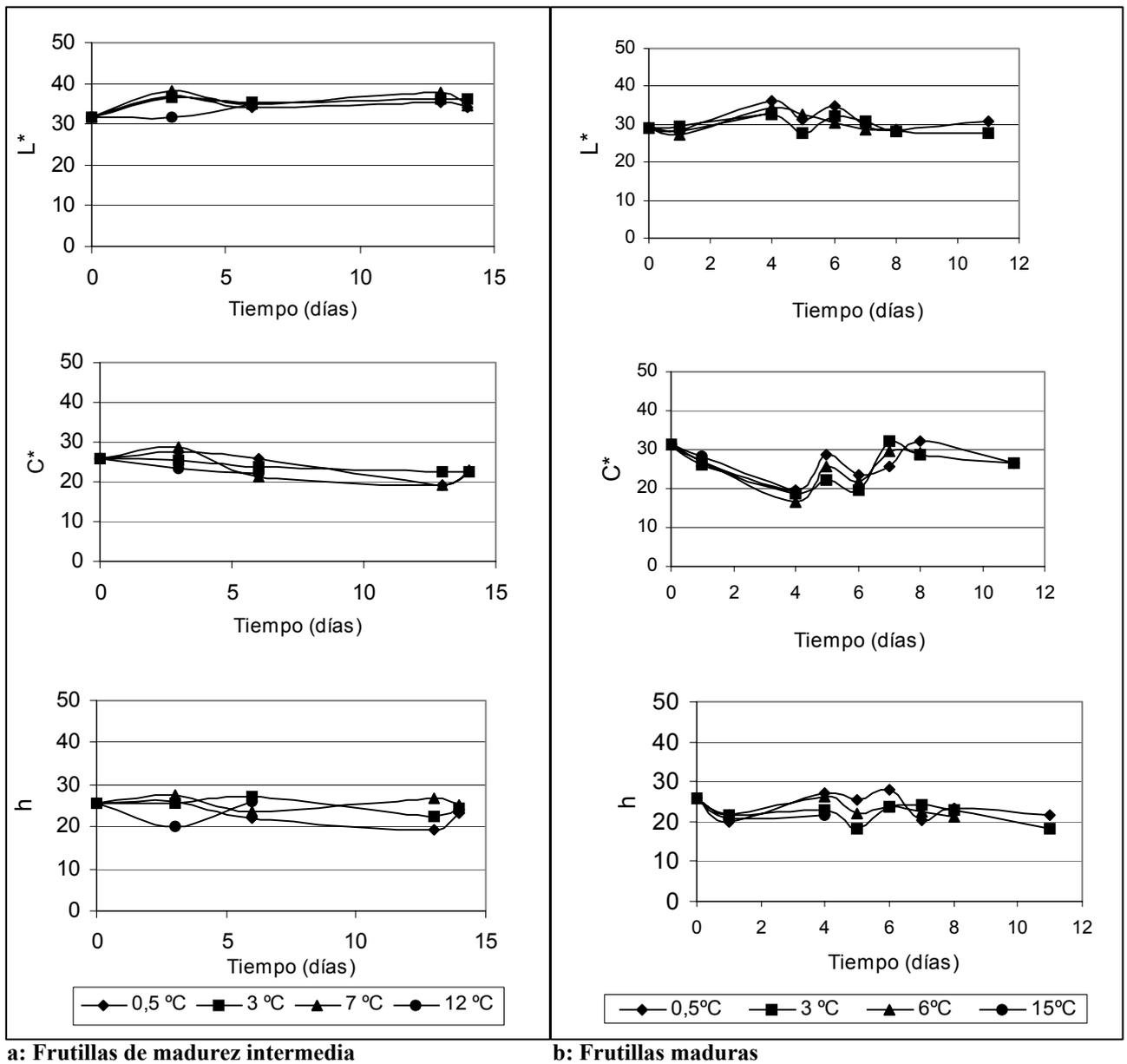


Figura 3.18 Evolución de los parámetros de color de frutillas mínimamente procesadas de dos estados de madurez (a: frutillas de madurez intermedia, b: frutillas maduras) durante el almacenamiento a distintas temperaturas

En vista de estos resultados, no fue posible modelar la evolución en el tiempo de los cambios de color, y menos aún el efecto de la temperatura sobre los mismos.

Intentando justificar las causas de estos resultados podría argumentarse que la variabilidad propia del producto podría “enmascarar” las diferencias de color. Sin embargo, la ausencia de tendencias claras en la evolución, tanto por efecto del tiempo transcurrido, como de la temperatura pareciera mejor atribuirla al hecho de que tratándose de frutos no climatéricos, los cambios de color posteriores a la cosecha son mínimos, con más razón en el rango de temperaturas ensayadas.

4. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos propuestos en la presente tesis y a los resultados obtenidos en las tres etapas experimentales, se exponen las siguientes conclusiones:

Si bien la variedad *Sweet Charlie* presentó inicialmente un valor algo mayor en el contenido de sólidos solubles frente a las variedades *Festival* y *Camarosa*, fue aquella variedad la que mayor porcentaje de sólidos solubles perdió como consecuencia del mínimo procesamiento, siendo *Camarosa* quien registró un menor porcentaje en la pérdida de los mismos. Al final del almacenamiento, las tres variedades sufrieron una merma en el contenido de sólidos solubles, entre 1,5 y 1,8 °Brix.

Inicialmente, las tres variedades estudiadas, no presentaron diferencias estadísticamente significativas en el valor de la intensidad respiratoria. Sin embargo, *Camarosa* fue la variedad que registró un menor incremento de este parámetro, como consecuencia del corte.

Con respecto a los parámetros de color, las frutas enteras de las tres variedades estudiadas, no registraron diferencias estadísticamente significativas. Luego del mínimo procesamiento, la variedad *Sweet Charlie*, fue la que registró un mayor aumento en el parámetro h (lo cual indica, una mayor disminución en el color rojo). Al final del almacenamiento refrigerado, no se registraron diferencias estadísticamente significativas entre las tres variedades ensayadas para los tres parámetros estudiados (L^* , h y C^*).

El análisis sensorial en el día de procesamiento mostró calificaciones similares en el atributo Apariencia general para las tres variedades y diferencias en los atributos Aroma genuino y Firmeza y en el defecto aparición de Olores extraños, calificando mejor la variedad *Camarosa*. Al final del almacenamiento refrigerado (14 días a 4 °C), *Camarosa*, fue la variedad que mejores calificaciones obtuvo.

Por lo antes expuesto, se puede concluir que la variedad *Camarosa*, es la que presenta mejor aptitud para el mínimo procesamiento.

En los ensayos para la determinación de una alternativa apropiada para el proceso de lavado, se usaron frutillas variedad *Camarosa*. Los tratamientos de lavado ensayados (100 ppm de ácido peracético, 50 ppm de hipoclorito de sodio y agua a 20 y 43 °C, todos aplicados durante 2 minutos, con agitación) produjeron una reducción en el contenido de los sólidos solubles de 14,3; 2,9; 5,7 y 1,4 %, respectivamente.

En las frutillas lavadas con solución de ácido peracético se observó, además, un aumento en la acidez, registrando menores valores de pH con respecto a la fruta entera. Al final del almacenamiento, se observaron reducciones entre el 25 % y el 30 % en el contenido de sólidos solubles para todos los tratamientos ensayados.

Luego del lavado, el recuento de microorganismos aerobios mesófilos, hongos y levaduras disminuyó para los cuatro tratamientos ensayados. El lavado con ácido peracético e hipoclorito de sodio permitió alcanzar menores recuentos de todos los microorganismos estudiados en frutillas frescas cortadas al cabo de 14 días de almacenamiento refrigerado a 2,5 °C.

Respecto al color, el lavado con solución de hipoclorito de sodio, produjo un aumento del parámetro C*, indicador de tonos más vívidos en las frutillas, mientras que el tratamiento con agua a 20 °C y con ácido peracético ocasionó un aumento en la tonalidad roja. Al final del almacenamiento, no hubo cambios significativos en los tres parámetros estudiados, para todos los tratamientos ensayados.

Con respecto a la calidad sensorial, se concluye que los cuatro tratamientos de lavado ensayados, afectan en forma similar la calidad de las frutillas frescas cortadas.

La evaluación de los atributos sensoriales mostró para todos los casos una disminución de la Apariencia general y del Aroma genuino y un incremento en la aparición de Olores extraños.

Por todas las conclusiones antes expuestas, y tratando de lograr el mejor “balance” entre calidad e inocuidad se eligió al tratamiento de hipoclorito de sodio 50 ppm – 2 minutos como la alternativa a ser usada en la etapa de lavado – desinfección. Investigaciones futuras podrían orientarse a nuevos ensayos disminuyendo la concentración de ácido peracético y/o el tiempo de exposición a la solución de lavado.

Todos los atributos sensoriales elegidos para describir el deterioro de frutillas frescas cortadas, y el contenido de sólidos solubles, sufrieron cambios durante el almacenamiento, respaldando de ésta manera, su validez como indicadores de la pérdida de calidad del producto. Los parámetros de color no fueron afectados significativamente por las diferentes temperaturas de almacenamiento.

Tanto en los parámetros sensoriales como en el contenido de sólidos solubles, los mayores cambios se produjeron en las frutillas almacenadas a las temperaturas más elevadas. La evolución de los atributos y defectos sensoriales en función del tiempo pudo ser modelada

aplicando cinéticas de orden cero. En cambio, el contenido de sólidos solubles, con cinéticas de primer orden. La dependencia de las constantes de reacción con la temperatura mostró un buen ajuste con la ecuación de Arrhenius.

Las frutillas de madurez intermedia no resultaron convenientes para ser utilizadas como mínimamente procesadas, ya que el atributo Sabor genuino fue calificado inicialmente por el panel sensorial, por debajo del punto de aceptabilidad preestablecido.

Las frutillas maduras, resultaron ser la mejor opción para ser utilizadas como materia prima de producto “fresco cortado”. Sin embargo, se pudo determinar que los atributos Firmeza y Sabor genuino constituyeron un factor condicionante para el tiempo de almacenamiento. En este sentido futuras investigaciones deberían estar orientadas a minimizar la pérdida de firmeza y realzar el sabor tanpreciado y característico de esta especie.

5. BIBLIOGRAFIA

Aguayo, E., Jansasi thorn, R. y Kader, A.A. (2006). Combined effects of 1-methylcycloprone, calcium chloride dip, and/or atmospheric modification on quality changes in fresh-cut strawberries. *Postharvest Biology and Technology*. 40: 269-278.

Ahvenainen, R. (1996). New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruits and vegetables. *Trends in Food Science Technology*. 71: 179-187.

Allende, A. y Artés, F. (2003). UV-C radiation as a novel technique for keeping quality of fresh processed *Lollo rosso* lettuce. *Food Research International*. 36: 739-746.

Anónimo (2005). Se recupera la producción de frutilla. Suplemento “Región Centro”. Diario El Litoral, 10 de Marzo. Página 19.

Ayala-Zavala, J.F., Wang, S.Y., Wang, C.Y. and González-Aguilar, G.A. 2004. Effect of Storage Temperatures on Antioxidant. Capacity and Aroma Compounds in Strawberry Fruit. *Food Science and Technology (Lebensm-Wiss u-Technol.)* 37: 687-695

Bari, M.L., Sabina, Y., Isobe, S., Ueruma, T. y Isshiki, K. (2003). Effectiveness of electrolyzed acidic water in killing *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella enteritidis* and *Listeria monocytogenes* on the surface of tomatoes. *Journal of Food Protection*. 66: 542-548.

Barriga, M.I., Tracy, G., Willemot, C. y Simard, R.E. (1991). Microbial changes in shredded iceberg lettuce stored under controlled atmosphere. *Journal of Food Science*. 56: 1586-1588.

Beaulieu, J.C. y Gorny, J.R. (2002). Fresh cut fruits. En: *The Commercial Storage of Fruits, Vegetables and Florist and Nursery Stocks*. USDA Agricultural Handbook 66. Gross, K., Wang, C.Y. y Salveit, M.E. (editores).

Benitez, C. y Scandol, M. (2005). Se amplia el mapa de la frutilla. Diario El Litoral. Suplemento campo Litoral”, 19 de Noviembre.

Beuchat, L.R. (1996). Pathogenic microorganisms associated with fresh produce. *Journal of Food Protection*. 59: 204-216

Buck, J.W., Walcott, R.R. y Beuchat, L.R. (2003). Recent trends in microbiological safety of fruits and vegetables. Online. *Plant Health Progress* doi:10.1094/PHP-2003-0121-01-RV.

Carballo, S., Scalone, M y Borthagaray, M. (2006). Calidad de Consumo en Frutillas. Programa Nacional de Horticultura. Serie de Actividades de Difusión N° 443. INIA, Las Brujas. Uruguay.

Castro, L., Gonçalves, O., Texeira, J.A. y Vicente, A.A. (2002). Comparative study of *Selva* and *Camarosa* strawberries for the commercial market. *Journal of Food Science*. 67: 2132-2137.

Cordenunsi, B.R., Genovese, M.I., Oliveira do Nascimento, J.R., Hassimotto, N.M.A., Dos Santos, R.J. y Lajolo, M.F. (2004). Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. *Food Chemistry*. 91:113-121.

Dao, T. (1966). Taking a closer look at phytochemicals. *VHL Family Forum*. 4(1): 1-3.

Day, B.P.F. (1997). High oxygen modified atmosphere packaging: A novel approach for fresh prepared produce packaging. En: Packaging Yearbook 1996, Blakistone, B. (editor). NFPA (National Food Processors Association). 55-65 p.

Del-Valle, V., Hernandez-Muñoz, P., Guarda, A. y Galotto, M.J. (2004). Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Food Chemistry*. 91:751-756.

Dimitri, M.J. (1999). Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Ed. ACME. Buenos Aires. 1161 p.

Droby, S., Wisniewski, M., El Ghaouth, A. y Wilson, C. (2003). Influence of food additives on the control of postharvest rots of apple and peach and efficacy of the yeast-based biocontrol product aspire. *Postharvest Biology and Technology*. 27:127-135.

Fawell, J. (2000). Risk assessment case study-choroform and related substances. *Food Chemistry and Toxicology*. 38: 91-95.

Ferreira, R., Viña, S., Mugridge, A. y Chaves, A. (2007). Growth and ripening season effects and antioxidant capacity of strawberry cultivar *Selva*. *Scientia Horticulturae*. 112:27-32

Fizman, S. (2005). Análisis sensorial aplicado a la evaluación de las frutas y hortalizas cortadas. En: Nuevas Tecnologías de Conservación de Productos Vegetales Frescos Cortados. González-Aguilar, G.A., Gardea, A.A. y Cuamea-Navarro, F. (editores) CIAD, AC, México. 523-538.

Foley, D., Euper, M., Caporaso, F. y Prakash, A. (2004). Irradiation and chlorination effectively reduce *Escherichia coli* O157: H7 inoculated on cilantro (*Coriandrum sativum*) without negatively affecting quality. *Journal of Food Protection*. 62: 2092-2098.

García, E. y Barret, D.M. (2003). Preservative treatments for fresh-cut fruits and vegetables. En: *Fresh-cut fruits and vegetables* Ciencia, Technology and Market. O. Lamikanra (Ed.), CRC Press, 267-303.

Garrett, E.H., Gorny, J.R., Beuchat, L.N., Farber, J.N., Harris, L.J., Parish, M.E., Suslow, T.V. y Busta, F.F. (2003). Microbiological Safety of Fresh and Fresh-Cut Produce: Description of the Situation and Economic Impact. *Comprehensive Reviews. Food Science and Food Safety*. Vol. 2 Chapter I.

Gil, M.I. y Tomás-Barberán, F.A. (2005). El uso del Ozono en la conservación. En: *Nuevas Tecnologías de Conservación de Productos Vegetales Frescos Cortados*. González-Aguilar, G.A., Gardela, A.A. y Cuamea-Navarro, F. (editores) CIAD, AC, México. 402-412.

Gil, M.I., Aguayo, E. y Kader, A.A. (2006). Quality and nutrient retention in fresh-cut versus whole fruits during storage. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 54: 4284-4296.

González-Aguilar, G.A., Wang, C.Y. y Buta, J.G. (2001). Use of UV-C irradiation to prevent decay and maintain postharvest quality of ripe *Tommy Atkins* mangos. *International Journal of Food Science and Technology*. 36 (7): 775-782.

González-Aguilar, G.A., Wang, C.Y. y Buta, J.G. (2004). UV-C irradiation prevents breakdown and chilling injury of peaches during cold storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 84 (5): 415-422.

González-Aguilar, G.A., Gardea, A.A. y Cuamea-Navarro, F. (eds.) (2005). *Nuevas Tecnologías de Conservación de Productos Vegetales Frescos Cortados*, CIAD, AC, México. 558 p.

González, R.J., Allende, A., Ruíz-Cruz, S. y Luo, Y. (2005). Sanitizantes Utilizados. En: *Nuevas Tecnologías de Conservación de Productos Vegetales Frescos Cortados*. González-Aguilar, G.A., Gardela, A.A., Cuamea-Navarro, F. (editores) CIAD, AC, México. 563-586 p.

Gorny, J.R. (1996). Fresh cut produce preparation. En: *Fresh-cut produce: maintaining quality and safety. Postharvest Horticulture Series*. N° 10. Davis, CA: Postharvest Outreach Program. Department of Pomology, University of California, pp. 7.2-7.7.

Gorny, J.R., Hess-Pierce, B y Kader, A. (1999). Quality changes in fresh-cut peach and nectarines slices as affected by cultivar, storage atmosphere and chemical treatments. *Journal of Food Science*. 64: 429-432.

Gorny, J.R., Cifuentes, R., Hess-Pierce, B. y Kader, A. (2000). Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by cultivar, ripeness stage, fruit size, and storage regime. *Journal of Food Science*. 65: 541–544.

Haagen-Smit, A.J., Kirchner, J.G., Prater, A.N. y Deasy, C.L. (1945). Chemical studies of pineapple (*Ananas sativa* Lindl). I. The volatile flavor and odor constituents of pineapple. *Journal of the American Chemical Society*. 67: 1646-1652.

Hilgren, J.D. y Salverda, J.A. (2000). Antimicrobial efficacy of a peroxyacetic/octanoic acid mixture in fresh-cut-vegetable process waters. *Journal of Food Science*. 8: 1376-1379.

Jacxsens, L.; Devlieghere, F. y Debevere, J. 2002. Temperature dependence of shelf life as affected by microbial proliferation and sensory quality of equilibrium modified atmosphere packaged fresh produce. *Postharvest Biology and Technology* 26, 59-73.

Kafkas, E., Kosar, M., Paydas, S., Kafkas, S. y Baser, K.H.C. (2007). Quality characteristics of strawberry genotypes at different maturation stages. *Food Chemistry*. 100: 1129-1236.

López, M., Lavilla, M., Riba, M. y Vendrell, M. (1998). Comparison of volatile compounds in two seasons in apples: *Golden delicious* and *Granny smith*. *Journal of Food Quality*. 21:155-166.

Lukasik., J., Bradley, M.L., Scott, T.M., Dea, M. Koo, A., Hsu, W.Y. Bartz, J.A. y Farrah, S. (2003). Reducción de Poliovirus 1, Bacteriophages, *Salmonella montevideo*, ad *Esterichia coli* O157:H7 on Strwberries by Physical and Disinfectant Washes. *Journal of Food Protection*. 66: 188-193.

Marquenie, D., Michiels, C.W., Van Impe, J.F., Schrevens, E. y Nicolai, B.N. (2003). Pulsed white light in combination with UV-C and heat to reduce storage rot of strawberry. *Postharvest Biology and Technology*. 28: 455-461.

Mitcham, E.J., Crisosto, C.H. y Kader, A.A. (2002). Fresa (Frutilla): Recomendaciones para Mantener la Calidad Postcosecha. Postharvest Technology Research & Information Center, Department of Plant Sciences, University of California.
<http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Fresa.shtml> (último acceso: 10/10/2007).

Moreno, J., Chiralt, A., Escriche, I. y Serra, J.A. (2000). Effect on blanching/osmotic dehydration combined methods on quality and stability of minimally processed strawberries. *Food Research Internacional*. 33: 609-616.

Morris, J.R., Sistrunk, W.A., Sims, C.A. y Main, G.L. (1985). *Effects of cultivar, postharvest storage, preprocessing dip treatments and style of pack on the processing quality of strawberries*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 110: 172-177.

Morris, J.R (1990). Fruit and vegetables harvest mechanization. *Food Technology*. 44: 97-100.

Olias, J.M., Sanz, C y Pérez, A.G. (1995). Acondicionamiento post-recolección del fresón de Huelva para consumo en fresco. Caja Rural de Huelva (Ed). Huelva, España.

Pelayo, C., Ebeler, S.E y Kader, A.A. (2002). Postharvest life and flavor quality of three strawberry cultivars kept at 5°C in air or air + 20 kPa CO₂. *Postharvest Biology and Technology*. 27: 171-183.

Piagentini, A.M.; Pirovani, M.E.; Güemes D.R.; Di Pentima, J. H. y Tessi, M. A. (1997). Survival and growth of *Salmonella hadar* on minimally processed cabbage as influenced by storage abuse conditions. *Journal of Food Science*. 62: 616-618.

Piagentini, A.M.; Pirovani, M.E.; Güemes D.R (2004). Cinética de deterioro de la calidad de repollo fresco cortado. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 4: 169-176.

Piagentini, A.M., Méndez, J.C., Güemes D.R. y Pirovani M.E. (2005). Modeling changes of sensory attributes for individual and mixed fresh-cut leafy vegetables. *Postharvest Biology and Technology*. 38(3): 202-212.

Pirovani, M.E., Güemes, D.R. y Piagentini, A.M. (2003). Fresh-cut spinach quality as influenced by spin drying parameters. *Journal of Food Quality*. 26: 231-242.

Ragaert, P., Devlieghere, S., Loss, J., Van Langenhove, H., Foubert, I., Vanrolleghem, P.A. y Debevere, J. (2006). Role of yeast proliferation in the quality degradation of strawberry during refrigerated storage. *International Journal of Food Microbiology*. 108: 42-50.

Resolución N° 554/83. Ministerio de Economía de la República Argentina. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación.

Rij, R.E. y Forney, C.F. (1995). Phytotoxicity of vapor phase hydrogen peroxide to Thompson seedless grapes and *Botrytis cinerea* spores. *Crop. Protection*. 14: 131-135.

Rodríguez-Felix, A. Rivera-Dominguez, M. y González Aguilar, G.A. (2005). Uso de Atmósferas Modificadas y Controladas. En: Nuevas Tecnologías de Conservación de

Productos Vegetales Frescos Cortados. González-Aguilar, G.A., Gardela, A.A., Cuamea-Navarro, F. (editores) CIAD, AC, México. 447-474 p.

Romero F., Riquelme, F., Pretel, T., Martínez, G., Serrano, M., Martínez, A., Lozano, P., Segura, P. y Luna, P. (1996). Nuevas tecnologías de conservación de frutas y hortalizas: atmósferas modificadas. Ed. Mundi Prensa, Madrid, España.

Rosen, J.C. y Kader, A.A. (1989). Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pear and strawberry fruits. *Journal of Food Science*. 54: 656-659.

Saguy, I. y Karel, M. (1980). Modeling of quality deterioration during food processing and storage. *Food Technology*. 34(2): 78-85.

Sapers, G.M., Miller, R.L., Miller, F.C., Cooke, P.H y Choi, S.W. (1994). Enzymatic browning control in minimally processed mushrooms. *Journal of Food Science*. 59: 1042-1047.

Sapers, G.M., Miller, R.L. y Simmons, G. (1995). Effects of hydrogen peroxide treatment. On: Fresh-cut fruits and vegetables. IFT Annual Meeting: Book of Abstracts.

Sapers, G.M. (2001). Efficacy of washing and sanitizing methods for disinfection of fresh fruit and vegetable products. *Food Technology and Biotechnology*. 39: 305-311.

Sapers, G.M. (2003). Washing and sanitizing raw materials for minimally processed fruit and vegetable products. En: *Microbial Safety of Minimally Processed Food*. Novak J.S., Sapers, G.M. y Juneja, V.K. (eds.), CRC Press, Boca Raton. Florida. pp. 221-253.

Schulbach, K.F., Rouseff, R.L. y Sims, C.A. (2004). Relating descriptive sensory analysis to gas chromatography/olfactometry ratings of fresh strawberries using partial least squares regression. *Journal of Food Science*. 69(7): 273-277.

Seeram, N.P., Rupo Lee, H., Scheuller, S. y Heber, D. (2006). Identification of phenolic compounds in strawberries by liquid chromatography electrospray ionization mass spectroscopy. *Food Chemistry*. 97: 1-11.

Selma, M.V., Beltrán, D., Tudela, J.A. y Gil, M.I. (2004). Ozono and peroxiacetic acid control microbial growth on fresh cut potato. International Conference of the International Fresh-cut Produce Association. Reno.

Shewfelt, R.L. (1987). Quality of minimally processed fruits and vegetables. *Journal of Food Quality*. 10: 143-156

- Singh, R. (1999). Scientific principles of shelf life evaluation. En: Shelf life evaluation of foods. CMD Man y AA Jones (editores). Aspen Publishers.
- Soliva-Fortuny, R.C., Biosca-Biosca, N., Grigelmo-Miguel, N. y Martín-Belloso, O. (2002a). Browning polyphenol oxidase activity and headspace gas composition during storage of minimally processed pears using modified atmosphere packaging. *Journal of the Science Food and Agriculture* 82: 1490-1496.
- Soliva-Fortuny, R.C., Oms, G. y Martín-Belloso, O. (2002b). Effects of ripeness on the storage atmosphere and color and textural properties of minimally processed apple slices. *Journal of Food Science*. 67(5): 1958-1963.
- Soliva-Fortuny, R.C. y Martín-Belloso, O. (2003). New advances in extending the shelf-life of fresh-cut fruits: a review. *Trends in Food Science and Technology*. 14: 341-353.
- Taoukis, P., Labuza, T.P. y Saguy, I. (1997). Kinetics of food deterioration and shelf-life prediction. En: *The Handbook of Food Engineering Practice*. Valentas, K.J., Rotstein, E. y Singh, P. (eds.). CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 361-403.
- Watada, A.E. (1997). Quality Maintenance of Fresh-cut Fruits and Vegetables. *Food and Biotechnology*. 4:229-233.
- Watada, A.E. y Qi, L. (1999). Quality of fresh-cut produce. *Postharvest Biology and Technology*. 10: 89-97.
- Watada, A.E.; Ko, N.P. y Minott, D.A. (1996). Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharvest Biology and Technology*. 9:115-125.
- Wiley, R.C. (1997). Métodos de conservación de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas.. En: Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Ed. Acribia S.A. Zaragoza, España. 65-124.
- Williner, M.R., Pirovani, M.E. y Güemes, D.R. (2003). Ellagic acid content in strawberries of different cultivars and ripening stages. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83: 842-845.
- Zheng, y., Wang, S., Wang, C., Zheng, W. (2007). Changes in strawberry phenolics, anthocyanins and antioxidants capacity in response to high oxygen treatments. *LWT*. 40:49-57

6. AGRADECIMIENTOS

A mi Directora Mag. María Elida Pirovani y Codirector: Ing. Qco. Daniel Raúl Güemes por su acompañamiento, dedicación y paciencia.

A la Mag. Andrea Piagentini; a Mariela Matalloni, a Gabriela Marchiano, y a la Mag. Alim. Rosa Salinas, por su colaboración en las etapas experimentales.

A los integrantes del área de Microbiología de Alimentos, del Panel de Evaluación Sensorial y personal del Taller del Instituto de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Química.

A mi familia, por su apoyo y cariño incondicional.

7. ANEXOS

7.1 ANEXO 1

Datos de los ensayos de comparación de la aptitud
para el mínimo procesamiento de tres variedades
de frutillas

Experiencia 1: Octubre - Noviembre 2004

Experiencia 2: Noviembre - Diciembre 2004

Tabla A.1. Sólidos Solubles y pH de tres variedades de frutillas antes del procesamiento

Variedad	Experiencia	SS	pH
<i>Camarosa</i>	1	10	3,5
		8	3,5
		8,2	3,5
	2	8	3,5
		8,6	3,4
		10,2	3,4
Promedio		8,8	3,5
ds		1,0	0,1
<i>Festival</i>	1	9,2	3,6
		9,2	3,7
		9,8	3,7
	2	9	3,5
		9,2	3,4
		9	3,4
Promedio		9,2	3,6
ds		0,3	0,1
<i>Sweet Charlie</i>	1	10,8	3,5
		10,2	3,2
		10,2	3,4
	2	10	3,3
		10,2	3,4
		10,2	3,4
Promedio		10,3	3,4
ds		0,3	0,1

ds (desviación estándar)

Tabla A.2. Parámetros de color de tres variedades de frutillas
antes del procesamiento

Variedad	Experiencia	L*	C*	h
<i>Camarosa</i>	1	31,7	26,8	19,8
		30,2	19,7	17,3
		29,8	20,0	18,2
		28,1	27,4	22,3
		28,9	14,4	15,4
	2	34,8	20,5	25,9
		30,7	20,3	17,9
		30,4	17,2	15,1
		30,7	20,3	17,9
		30,4	17,2	15,1
Promedio		30,6	20,4	18,5
ds		1,8	4,1	3,4
<i>Festival</i>	1	37,4	21,4	24,0
		36,1	19,5	19,7
		35,7	16,2	20,6
		31,3	18,1	23,5
		33,2	19,5	18,5
	2	28,4	14,5	18,1
		29,8	18,3	21,7
		33,7	20,5	19,4
		36,0	17,4	20,1
		28,2	22,8	18,7
Promedio		33,0	18,8	20,4
ds		3,4	2,5	2,0
<i>Sweet Charlie</i>	1	34,6	23,5	20,1
		30,0	20,7	14,9
		34,4	21,0	18,3
		32,9	28,1	21,8
		33,7	25,1	21,4
Promedio		33,1	23,7	19,3
ds		1,9	3,0	2,8

ds (desviación estándar)

Tabla A.3. Intensidad respiratoria de tres variedades de frutillas enteras a 25 °C

Variedad	R CO ₂ (mlCO ₂ /kg.h)
<i>Camarosa</i>	194,3
	193,3
Promedio	193,8
ds	0,7
<i>Festival</i>	170,6
	182,7
Promedio	176,7
ds	8,6
<i>Sweet Charlie</i>	182,0
	206,3
Promedio	194,1
ds	17,2

ds (desviación estándar)

Tabla A.4. Intensidad respiratoria de tres variedades de frutillas mínimamente procesadas a 25 °C

Variedad	R CO ₂ (mlCO ₂ /kg.h)
<i>Camarosa</i>	202,0
	241,9
Promedio	222,0
ds	28,2
<i>Festival</i>	228,6
	230,9
Promedio	229,8
ds	1,6
<i>Sweet Charlie</i>	267,1
	269,6
Promedio	268,3
ds	1,8

ds (desviación estándar)

Tabla A.5. Contenido de sólidos solubles y pH luego del procesamiento

Variedad	SS	pH
<i>Camarosa</i>	8	3,5
	7	3,5
	7,2	3,5
	7,2	3,5
	7,6	3,4
	8	3,4
Promedio	7,5	3,5
ds	0,4	0,1
<i>Festival</i>	7,8	3,6
	7,6	3,6
	7,6	3,6
	7,6	3,4
	8	3,4
	7,8	3,5
Promedio	7,7	3,5
ds	0,2	0,1
<i>Sweet Charlie</i>	8,8	3,5
	7,8	3,2
	8	3,4
	8,2	3,4
	8	3,2
	8	3,3
Promedio	8,1	3,3
ds	0,4	0,1

ds (desviación estándar)

Tabla A.6. Evolución de los sólidos solubles y el pH de 3 variedades de frutillas mínimamente procesadas durante el almacenamiento refrigerado

Variedad	Experiencia	Día de Exp.	SS	pH	
<i>Camarosa</i>	1	0	8	3,5	
			7	3,5	
			7,2	3,5	
	2			7,2	3,5
				7,6	3,4
				8	3,4
	Promedio ds			7,5	3,5
				0,4	0,1
		1	3	7,2	3,5
				6,4	3,5
				6,8	3,5
		2			7
6,6					3,4
6					3,2
Promedio ds				6,7	3,4
				0,4	0,1
		1	7	5,6	3,7
				7	3,6
				6,2	3,4
		2			6,8
	6				3,5
	6				3,6
	Promedio ds			6,3	3,4
				0,5	0,1
		1	14	6	3,7
				6	3,6
				6	3,8
		2			5,2
5,2					3,8
5,6					3,8
Promedio ds				5,7	3,8
				0,4	0,1
<i>Festival</i>		1	0	7,8	3,6
				7,6	3,6
				7,6	3,6
		2			7,6
	8				3,4
	7,8				3,5
	Promedio ds			7,7	3,5
				0,4	0,1

	1	3	7,2	3,6
			7,2	3
			7,2	3,6
	2		7	3,34
			7,2	3,6
			7,2	3,5
Promedios			7,2	3,4
			0,1	0,2
	1	7	7,2	3,7
			6	3,7
			6,2	3,7
	2		7	3,6
			7,2	3,5
			7	3,5
Promedios			6,8	3,6
			0,4	0,1
	1	14	5,8	3,8
			5,5	3,8
			5,2	3,8
	2		6,8	3,7
			7	3,7
			7	3,6
Promedios			6,2	3,7
			0,7	0,1
<i>Sweet Charlie</i>	1	0	8,8	3,5
			7,8	3,2
			8	3,4
	2		8,2	3,4
			8	3,2
			8	3,3
Promedios			8,1	3,3
			0,4	0,1
	1	3	8,2	3,6
			7,6	3,2
			7	3,5
	2		8	3,5
			7,9	3,5
			8	3,4
Promedios			7,8	3,5
			0,4	0,1
	1	7	7	3,4
			7,2	3,7
			7	3,6
	2		6,8	3,4

			7	3,7
			6,9	3,4
Promedio			7,0	3,5
ds			0,1	0,2
	1	14	6,7	3,6
			6,8	3,7
			6,3	3,7
	2		6,5	3,6
			6,3	3,8
			6,4	3,8
Promedio			6,5	3,7
ds			0,2	0,1

ds (desviación estándar)

Tabla A.7. Parámetros de color luego del procesamiento

Variedad	Experiencia	L*	C*	h
<i>Camarosa</i>	1	36,7	25,5	23,2
		35,7	31,1	21,0
		34,8	29,9	18,4
		28,0	22,3	21,9
		36,9	27,3	21,4
		31,3	23,4	24,0
		34,8	26,6	20,1
	2	34,9	22,0	20,5
		31,2	25,0	18,4
		33,2	23,0	22,3
		33,0	18,9	20,9
		29,8	25,6	16,7
		32,3	17,7	16,3
		Promedio		33,3
ds		2,7	3,9	2,4
<i>Festival</i>	1	37,6	23,0	22,6
		39,1	24,1	25,9
		37,9	17,8	15,6
		36,8	21,6	15,1
		40,7	23,9	21,1
		39,1	30,1	26,7
		29,3	25,1	22,1
	2	35,7	31,8	26,1
		31,4	25,5	23,6
		35,9	18,7	27,5
		33,7	28,0	21,3
		31,4	25,9	23,8
		29,4	25,4	19,7
		32,4	31,8	23,0
Promedio		34,5	24,6	22,6
ds		3,8	4,3	3,7
<i>Sweet Charlie</i>	1	32,4	22,7	23,9
		37,2	19,9	25,4
		35,9	30,8	24,0
		31,3	20,1	16,1
		32,1	26,1	22,5
		32,8	23,2	23,5
		36,4	30,3	28,6
		33,0	22,7	19,9

	2	30,2	24,1	15,4
		38,3	31,6	28,5
		33,2	29,1	23,3
		35,5	26,9	23,3
		34,2	30,4	23,7
		31,2	25,4	17,1
		29,1	24,1	17,1
		38,0	28,4	27,8
Promedio		33,8	26,0	22,5
ds		2,8	3,8	4,3

ds (desviación estándar)

Tabla A. 8.1. Parámetros de color de la variedad *Camarosa* mínimamente procesada durante el almacenamiento refrigerado

Variedad	Experiencia	Día Exp.	L*	C*	h				
<i>Camarosa</i>	1	0	36,7	25,5	23,2				
			35,7	31,1	21,0				
			34,8	29,9	18,4				
			28,0	22,3	21,9				
			36,9	27,3	21,4				
	2			31,3	23,4	24,0			
				34,8	26,6	20,1			
				34,9	22,0	20,5			
				31,2	25,0	18,4			
				33,2	23,0	22,3			
				33,0	18,9	20,9			
				29,8	25,6	16,7			
				32,3	17,7	16,3			
				Promedios			33,3	24,5	20,4
							2,7	3,9	2,4
	1	3	33,9	21,6	16,7				
			30,0	23,7	18,8				
			30,3	25,4	19,3				
			31,5	31,2	22,4				
			23,2	22,5	17,2				
	2			32,4	31,4	20,5			
				30,3	30,9	23,9			
				28,5	28,4	22,9			
				31,2	24,5	29,4			
				37,7	30,8	25,5			
				29,5	16,1	11,1			
				34,3	24,5	28,3			
				32,9	22,3	17,7			
				34,6	24,9	23,8			
				30,8	20,2	13,1			
32,8	26,5	24,2							
Promedios			31,5	25,3	20,9				
			3,2	4,4	5,1				
1	7		34,3	29,0	20,8				
			33,6	26,6	23,1				
			31,7	25,4	23,8				
			31,6	28,1	18,9				
			32,9	26,5	18,6				
			27,4	28,0	20,9				
			33,1	28,3	23,1				

			32,4	24,5	20,5
	2		35,4	28,8	25,7
			35,3	22,1	16,6
			30,7	20,3	22,3
			33,9	22,7	14,9
			33,5	17,8	17,7
			34,9	19,7	15,4
			31,9	19,9	15,7
			36,6	21,1	25,2
Promedio			33,1	24,3	20,2
ds			2,2	3,8	3,5
	1	14	27,1	23,7	16,7
			27,9	23,3	15,9
			36,2	28,2	25,0
			29,9	24,2	17,5
			27,8	28,9	21,7
			30,5	22,3	16,6
			25,2	21,9	17,9
			30,2	24,9	13,9
	2		30,3	31,7	26,4
			33,9	29,3	23,5
			34,4	21,9	16,9
			29,6	22,7	16,4
			32,7	19,9	14,1
			33,1	30,1	25,1
			38,8	32,1	31,7
			29,1	22,2	17,4
Promedio			31,0	25,5	19,8
ds			3,6	3,9	5,1

ds (desviación estándar)

Tabla A. 8.2. Parámetros de color de la variedad *Festival* mínimamente procesada durante el almacenamiento refrigerado

Variedad	Experiencia	Día Exp.	L*	C*	h	
<i>Festival</i>	1	0	37,6	23,0	22,6	
			39,1	24,1	25,9	
			37,9	17,8	15,6	
			36,8	21,6	15,1	
			40,7	23,9	21,1	
			39,1	30,1	26,7	
			29,3	25,1	22,1	
			35,7	31,8	26,1	
			31,4	25,5	23,6	
	2			35,9	18,7	27,5
				33,7	28,0	21,3
				31,4	25,9	23,8
				29,4	25,4	19,7
				32,4	31,8	23,0
				29,7	20,1	21,1
				32,0	20,7	26,8
				34,5	24,6	22,6
				3,8	4,3	3,7
				Promedios	1	3
32,5	26,2	23,6				
34,4	21,8	16,3				
34,3	25,2	24,3				
38,0	25,1	19,7				
34,7	26,1	22,4				
37,8	24,4	20,9				
35,2	25,2	23,7				
30,9	19,5	17,3				
2			32,2		25,1	17,3
			28,2		20,4	18,7
			32,3		18,8	19,0
			35,2		18,3	16,2
			29,4		22,0	17,0
			37,3		30,3	26,4
			31,8		19,4	15,3
			33,7		23,5	20,2
			2,9		3,6	3,7
			Promedios		1	7
39,1	21,5	17,8				
33,9	20,7	17,0				
32,7	20,2	21,0				

			34,0	22,4	23,2
			33,1	25,5	23,4
			34,1	22,7	14,4
	2		32,5	29,5	22,9
			31,9	20,4	15,7
			31,6	25,5	19,8
			35,2	20,3	16,4
			29,4	22,7	19,1
			33,8	20,5	19,3
			29,9	17,8	14,5
			29,5	21,1	15,1
Promedio			33,1	22,0	19,3
ds			2,6	2,9	4,3
	1	14	31,2	19,3	17,7
			28,9	21,1	17,4
			35,9	20,7	19,3
			31,6	22,3	22,0
			35,8	20,6	15,3
			33,5	20,3	16,3
			27,5	22,9	21,8
			37,9	20,1	22,0
	2		31,3	25,5	18,6
			29,1	17,2	14,9
			30,7	22,5	18,7
			30,0	21,8	18,8
			31,9	26,4	20,6
			30,9	29,0	18,7
			33,2	28,5	20,4
			33,7	27,4	27,4
Promedio			32,1	22,8	19,4
ds			2,9	3,6	3,7

ds (desviación estándar)

Tabla A. 8.3. Parámetros de color de la variedad *Sweet Charlie* mínimamente procesada durante el almacenamiento refrigerado

Variedad	Experiencia	Día Exp.	L*	C*	h	
<i>Sweet Charlie</i>	1	0	32,4	22,7	23,9	
			37,2	19,9	25,4	
			35,9	30,8	24,0	
			31,3	20,1	16,1	
			32,1	26,1	22,5	
			32,8	23,2	23,5	
			36,4	30,3	28,6	
			33,0	22,7	19,9	
			30,2	24,1	15,4	
	2			38,3	31,6	28,5
				33,2	29,1	23,3
				35,5	26,9	23,3
				34,2	30,4	23,7
				31,2	25,4	17,1
				29,1	24,1	17,1
				38,0	28,4	27,8
				33,8	26,0	22,5
				2,8	3,8	4,3
Promedio ds	1	3	30,8	19,3	20,9	
			30,5	21,4	16,2	
			31,7	22,9	23,6	
			35,5	22,0	19,4	
			33,8	22,1	16,9	
			31,8	24,8	18,7	
			30,6	26,6	18,1	
			34,5	22,3	21,5	
			34,3	19,1	18,1	
	2			35,8	17,3	19,1
				32,2	27,1	20,2
				33,7	22,2	16,6
				32,2	20,2	17,3
				30,7	22,0	19,8
				33,4	20,3	16,2
				30,7	17,9	20,2
				32,6	21,7	18,9
				1,8	2,8	2,1
Promedio ds	1	7	31,7	24,3	18,4	
			32,0	19,8	10,5	
			29,2	22,3	16,1	
			32,9	29,5	22,2	

			32,0	24,5	20,5
			32,5	27,4	20,5
			32,2	29,3	21,9
			32,5	26,4	17,0
	2		32,0	18,2	14,5
			27,1	18,3	14,0
			30,3	24,0	19,0
			30,5	17,5	13,9
			29,5	23,3	18,9
			34,4	26,7	20,6
			32,1	25,6	22,0
			33,7	28,4	20,6
Promedio			31,5	24,1	18,2
ds			1,8	4,0	3,5
	1	14	34,1	28,5	22,6
			32,4	33,7	24,2
			28,3	23,8	18,6
			29,8	24,8	16,3
			38,4	27,7	19,1
			30,2	28,1	18,9
			32,9	27,8	19,6
			32,2	31,3	24,0
	2		29,4	22,0	15,2
			32,6	26,0	18,5
			31,9	21,3	14,9
			31,8	22,3	15,8
			34,9	24,8	17,7
			33,5	25,6	18,0
			29,6	21,3	12,6
			35,2	30,2	23,5
Promedio			32,3	26,2	18,7
ds			2,6	3,7	3,4

ds (desviación estándar)

Tabla A.9. Calidad sensorial de tres variedades de frutillas en el día del procesamiento

Variedad	Exp.	Panelista	Ap. Gral	Olores extraños	Aroma	Firmeza
<i>Camarosa</i>	1	1	12,5	1,9	12,8	10,7
		2	10,7	4,8	10,4	10,4
		3	13,3	1,6	11,9	11,0
		4	7,5	1,5	12,2	12,6
		5	13,3	2,6	12,0	12,3
		6	13,0	2,1	12,8	12,0
	2	1	11,6	1,6	12,4	10,8
		2	12,0	4,3	7,5	10,7
		3	11,6	2,1	11,9	7,5
		4	11,7	2,3	5,4	9,1
		5	11,8	5,2	9,8	9,6
		6	12,4	1,5	12,6	12,6
Promedio ds			11,8 1,5	2,6 1,3	11,0 2,3	10,8 1,5
<i>Festival</i>	1	1	13,4	2,1	12,2	8,9
		2	11,7	5,9	5,9	6,8
		3	11,8	4,7	8,7	8,1
		4	10,1	2,3	4,8	6,9
		5	12,9	7,5	9,5	8,0
		6	10,9	5,9	11,3	10,1
	2	1	13,5	1,7	12,1	9,5
		2	12,2	10,5	6,3	7,5
		3	13,5	2,4	7,5	8,8
		4	8,0	5,6	5,6	9,0
		5	9,2	10,2	7,5	9,0
		6	12,7	7,5	11,3	11,3
Promedio ds			11,7 1,8	5,5 3,0	8,5 2,7	8,7 1,3
<i>Sweet Charlie</i>	1	1	11,9	1,5	12,9	9,9
		2	10,4	7,5	10,3	4,9
		3	13,5	1,5	11,0	11,4
		4	8,4	2,0	8,7	7,5
		5	10,2	6,8	8,5	9,9
		6	12,0	2,2	12,8	11,4
	2	1	12,7	1,5	12,2	9,0
		2	11,5	9,6	4,8	6,2
		3	12,8	1,5	7,5	10,8
		4	6,4	4,0	3,3	7,5
		5	8,3	7,5	8,1	9,1
		6	12,8	3,2	12,1	12,3
Promedio ds			10,9 2,2	4,1 3,0	9,3 3,1	9,1 2,3

Tabla A. 10. Evolución de los atributos sensoriales de tres variedades de frutillas mínimamente procesadas durante el almacenamiento refrigerado

Variedad	Exp.	Día	Panelista	Ap. Gral	Off-Odors	Aroma	Firmeza
<i>Camarasa</i>	1	0	1	12,5	1,9	12,8	10,7
			2	10,7	4,8	10,4	10,4
			3	13,3	1,6	11,9	11,0
			4	7,5	1,5	12,2	12,6
			5	13,3	2,6	12,0	12,3
			6	13,0	2,1	12,8	12,0
	2		1	11,6	1,6	12,4	10,8
			2	12,0	4,3	7,5	10,7
			3	11,6	2,1	11,9	7,5
			4	11,7	2,3	5,4	9,1
			5	11,8	5,2	9,8	9,6
			6	12,4	1,5	12,6	12,6
Promedios			11,8	2,6	11,0	10,8	
			1,5	1,3	2,3	1,5	
<i>Festival</i>	1	0	1	13,4	2,1	12,2	8,9
			2	11,7	5,9	5,9	6,8
			3	11,8	4,7	8,7	8,1
			4	10,1	2,3	4,8	6,9
			5	12,9	7,5	9,5	8,0
			6	10,9	5,9	11,3	10,1
	2		1	13,5	1,7	12,1	9,5
			2	12,2	10,5	6,3	7,5
			3	13,5	2,4	7,5	8,8
			4	8,0	5,6	5,6	9,0
			5	9,2	10,2	7,5	9,0
			6	12,7	7,5	11,3	11,3
Promedios			11,7	5,5	8,5	8,7	
			1,8	3,0	2,7	1,3	
<i>Sweet Charlie</i>	1	0	1	11,9	1,5	12,9	9,9
			2	10,4	7,5	10,3	4,9
			3	13,5	1,5	11,0	11,4
			4	8,4	2,0	8,7	7,5
			5	10,2	6,8	8,5	9,9
			6	12,0	2,2	12,8	11,4
	2		1	12,7	1,5	12,2	9,0
			2	11,5	9,6	4,8	6,2
			3	12,8	1,5	7,5	10,8
			4	6,4	4,0	3,3	7,5
			5	8,3	7,5	8,1	9,1
			6	12,8	3,2	12,1	12,3

Promedio ds				10,9	4,1	9,3	9,1
				2,2	3,0	3,1	2,3
<i>Camarasa</i>	1	3	1	10,3	3,7	8,9	11,9
			2	9,4	2,7	7,5	11,5
			3	13,1	1,5	10,9	12,2
			4	7,5	1,5	7,5	12,7
			5	11,2	2,2	13,0	12,7
			6	11,5	3,6	12,5	12,6
	2		1	12,2	3,9	11,7	12,1
			2	9,2	6,0	9,1	11,6
			3	10,4	3,4	10,7	11,0
			4	6,2	2,3	7,5	7,5
			5	12,4	2,4	12,8	11,4
			6	11,8	2,6	12,6	12,7
Promedio ds				10,4	3,0	10,4	11,6
				2,1	1,2	2,2	1,4
<i>Festival</i>	1	3	1	8,6	5,2	9,8	7,6
			2	10,4	6,8	4,7	11,1
			3	8,2	5,1	5,5	8,3
			4	6,4	2,3	1,5	7,7
			5	7,5	6,1	5,9	7,0
			6	8,2	5,1	5,5	8,3
	2		1	11,4	4,7	9,6	7,5
			2	7,5	9,5	5,7	8,5
			3	10,8	2,0	9,4	12,3
			4	7,0	1,5	4,6	7,0
			5	8,8	8,2	6,9	5,9
			6	9,6	9,9	7,5	6,3
Promedio ds				8,7	5,5	6,4	8,1
				1,6	2,8	2,4	1,9
<i>Sweet Charlie</i>	1	3	1	10,5	2,9	11,6	7,5
			2	10,7	7,5	11,0	9,4
			3	11,2	1,5	12,1	12,3
			4	7,5	2,0	7,5	7,5
			5	10,2	2,7	12,1	8,2
			6	10,3	3,2	12,0	7,5
	2		1	7,5	5,8	7,5	7,5
			2	6,3	8,3	7,5	9,4
			3	7,5	2,0	11,6	3,9
			4	6,4	2,9	7,5	6,2
			5	5,0	8,3	8,8	6,9
			6	8,9	7,5	9,1	5,2
Promedio ds				8,5	4,6	9,8	7,6
				2,1	2,7	2,0	2,1

<i>Camarasa</i>	1	7	1	8,8	3,4	10,9	9,1
			2	10,4	4,6	8,9	7,5
			3	11,9	1,5	12,4	12,1
			4	7,5	2,5	7,5	11,0
			5	11,6	3,0	12,6	12,3
			6	9,9	5,8	11,0	10,9
	2		1	7,5	5,4	8,2	10,5
			2	8,9	7,5	8,7	7,5
			3	7,2	7,4	9,0	7,8
			4	7,5	5,0	9,0	9,8
			5	4,5	9,6	9,2	6,7
			6	7,5	9,3	10,2	4,7
	Promedios			8,6	5,4	9,8	9,1
			2,1	2,6	1,6	2,3	
<i>Festival</i>	1	7	1	7,5	3,5	6,5	10,3
			2	10,5	7,5	4,5	10,8
			3	8,7	4,3	7,2	9,8
			4	6,8	2,2	5,6	9,6
			5	9,8	5,6	9,5	7,5
			6	8,7	2,8	10,0	10,9
	2		1	6,1	11,7	4,3	7,5
			2	7,5	12,0	4,1	7,5
			3	7,1	10,7	4,1	7,4
			4	6,5	10,4	1,8	8,0
			5	6,2	13,5	1,5	8,0
			6	9,0	6,1	9,0	6,2
	Promedios			7,9	7,5	5,7	8,6
			1,4	4,0	2,8	1,6	
<i>Sweet Charlie</i>	1	7	1	5,1	7,3	6,7	6,3
			2	9,3	9,4	7,5	10,2
			3	7,1	8,2	7,4	7,4
			4	6,5	7,6	6,8	6,8
			5	6,8	12,9	2,4	6,8
			6	8,0	4,1	11,3	6,9
	2		1	7,5	3,2	10,8	5,3
			2	9,2	3,8	4,1	9,4
			3	7,8	3,6	9,1	7,3
			4	7,5	3,0	7,5	8,1
			5	6,8	4,4	10,8	6,4
			6	8,0	3,5	12,5	7,5
	Promedios			7,5	5,9	8,1	7,4
			1,1	3,1	3,0	1,4	
<i>Camarasa</i>	1	14	1	7,5	5,2	9,9	7,5
			2	6,9	4,5	11,9	7,5

			3	9,5	2,7	7,5	7,5
			4	7,0	2,0	9,2	8,4
			5	7,5	6,6	10,0	7,5
			6	8,4	5,6	11,0	3,9
	2		1	9,9	7,5	7,5	7,5
			2	8,4	4,5	7,5	10,1
			3	7,9	9,3	7,8	7,34
			4	6,2	11,4	7,5	7,5
			5	7,5	12,6	7,5	4,1
			6	7,5	10,7	8,9	7,5
Promedio				7,9	6,9	8,8	7,2
ds				1,1	3,5	1,5	1,7
<i>Festival</i>	1	14	1	4,6	8,9	4,6	6,3
			2	9,1	7,5	9,0	5,5
			3	7,5	10,3	10,8	8,15
			4	6,4	9,2	8,1	6,97
			5	3,5	8,7	8,4	6,5
			6	7,5	10,8	7,5	8,4
	2		1	5,4	6,4	6,8	5,98
			2	5,5	9,7	5,3	3,4
			3	9,4	11,0	4,8	8,5
			4	7,5	8,9	6,8	5,89
			5	9,8	7,5	8,8	6,35
			6	7,5	10,0	8,4	5,2
Promedio				7,0	9,1	7,4	6,4
ds				2,0	1,4	1,9	1,5
<i>Sweet Charlie</i>	1	14	1	7,5	2,7	9,1	7,5
		14	2	6,5	10,4	6,4	7,5
			3	7,5	10,4	3,1	6,3
			4	7,8	8,8	6,7	6,6
			5	9,9	9,5	7,5	8,7
			6	7,5	11,0	7,5	2,9
	2		1	4,2	9,9	4,9	4,9
			2	7,5	9,0	6,4	3,4
			3	7,5	10,4	3,1	6,3
			4	7,1	10,4	5,3	4,9
			5	6,9	10,8	5,7	5,2
			6	9,5	11,8	6,6	4,6
Promedio				7,4	9,6	6,0	5,7
ds				1,4	2,3	1,8	1,7

ds (desviación estándar)

7.2 ANEXO 2

Datos de los ensayos de comparación de diferentes agentes sanitizantes

Experiencia 1: Septiembre 2005

Experiencia 2: Octubre 2005

Experiencia 3: Noviembre 2005

Tabla A.11 Recuentos microbiológicos de frutillas enteras variedad *Camarosa*

Tratamiento	Microorganismos aerobios mesófilos totales Log UFC/g	Hongos Log UFC/g	Levaduras Log UFC/g
Agua 20 °C	3,3	2,0	4,9
Agua 43 °C	3,5	2,3	4,4
Hipoclorito de Sodio	3,3	1,7	3,9
Acido Peracético	2,2	1,0	2,6

Tabla A.12. Sólidos Solubles y pH de frutillas enteras variedad *Camarosa*

Experiencia		SS	pH
	1	6,4	3,7
	1	6,6	3,7
	1	8,5	3,5
	2	6,8	3,4
	2	7	3,4
	2	6,8	3,4
	3	7,0	3,6
	3	7,0	3,7
	3	7,0	3,6
Promedio		7,0	3,5
ds		0,6	0,2

Tabla A.13 Parámetros de color de frutillas enteras variedad *Camarosa*

Experiencia	L*	C*	H
1	26,1	22,2	21,7
1	29,4	30,8	23,4
1	29,8	22,5	27,4
1	27,3	28,9	24,7
1	30,1	32,5	28,3
1	27,1	33,1	27,0
1	27,5	38,1	30,3
1	29,5	32,1	23,4
2	32,3	37,2	29,7
2	33,3	36,0	28,6
2	29,7	31,5	25,7
2	40,2	38,9	30,3
2	34,8	38,9	28,2
2	39,3	42,8	29,9
2	33,5	30,9	23,3
2	32,1	27,6	19,0
3	30,3	23,0	26,3
3	28,5	30,9	15,5
3	34,5	29,3	30,8
3	32,2	30,6	26,4
3	29,5	27,8	18,8
3	34,9	32,7	32,3
3	32,2	31,0	22,8
3	33,5	33,3	27,6
Promedio	31,6	31,8	25,9
ds	3,6	5,2	4,2

ds (desviación estándar)

Tabla A.14. Calidad sensorial de frutillas variedad *Camarosa* en el día del procesamiento

Experiencia	Tratamiento	Panelista	Ap.	Olores extraños	Aroma	Firmeza
			General			
1	1	D	13,5	1,5	13,5	12,2
1	1	M	13,5	1,5	12,5	12,7
1	1	A	nd	nd	nd	nd
1	1	G	nd	nd	nd	nd
1	2	D	12,4	1,5	13,0	12,9
1	2	M	13,5	1,5	13,5	12,7
1	2	A	nd	nd	nd	nd
1	2	G	nd	nd	nd	nd
1	3	D	9,4	1,5	12,8	12,9
1	3	M	13,5	1,5	12,5	13,5
1	3	A	nd	nd	nd	nd
1	3	G	nd	nd	nd	nd
1	4	D	10,2	1,5	13,5	11,6
1	4	M	13,3	1,5	13,5	10,9
1	4	A	nd	nd	nd	nd
1	4	G	nd	nd	nd	nd
2	1	D	13,1	1,5	12,8	10,9
2	1	M	13,3	1,5	7,5	9,6
2	1	A	12,2	nd	nd	7,5
2	1	G	nd	nd	nd	nd
2	1	AB	9,2	nd	7,2	12,1
2	1	MA	nd	nd	nd	nd
2	1	S	9,9	1,8	7,5	10,1
2	2	D	12,4	1,5	12,7	12,1
2	2	M	12,6	1,5	7,3	9,6
2	2	A	12,1	nd	nd	6,3
2	2	G	nd	nd	nd	nd
2	2	AB	5,5	nd	5,0	12,7
2	2	MA	nd	nd	nd	nd
2	2	S	8,3	2,3	6,7	12,9
2	3	D	13,5	1,5	13,5	11,3
2	3	M	13,3	1,5	9,6	10,7
2	3	A	12,8	nd	nd	10,0
2	3	G	nd	nd	nd	nd
2	3	AB	9,1	nd	6,9	11,6
2	3	MA	nd	nd	nd	nd
2	3	S	12,3	2,3	9,1	12,7
2	4	D	13,5	1,5	13,5	11,3
2	4	M	13,3	1,5	7,5	9,6
2	4	A	12,1	nd	nd	6,3

2	4	G	nd	nd	nd	nd
2	4	AB	9,8	2,1	7,5	12,0
2	4	MA	nd	nd	nd	nd
2	4	S	11,7	2,3	7,5	10,7

¹ Agua 20 °C
nd: No determinado

² Agua 43 °C

³ Hipoclorito de Sodio

⁴ Acido Peracético

Tabla A.15. Recuentos microbiológicos de frutillas variedad *Camarosa* mínimamente procesadas durante el almacenamiento refrigerado a 2,5 °C

Tiempo (días)	Tratamiento	Microorganismos aerobios mesófilos totales log UFC/g	Hongos log UFC/g	Levaduras Log UFC/g
0	Agua 20 °C	3,3	2,0	4,9
0	Agua 43 °C	3,5	2,3	4,4
0	Hipoclorito de Sodio	3,3	1,7	3,9
0	Acido Peracético	2,2	1,0	2,6
7	Agua 20 °C	4,5	2,2	5,1
7	Agua 43 °C	2,2	2,4	4,9
7	Hipoclorito de Sodio	5,0	2,2	4,9
7	Acido Peracético	2,8	1,4	4,2
14	Agua 20 °C	5,9	3,0	6,9
14	Agua 43 °C	5,4	2,7	6,7
14	Hipoclorito de Sodio	5,2	1,9	6,2
14	Acido Peracético	4,3	1,6	5,9

Tabla A.16. Evolución de los sólidos solubles y el pH de frutillas variedad *Camarosa* mínimamente procesadas durante el almacenamiento refrigerado a 2,5 °C

Tratamiento	Experiencia	Día de Exp	SS (° Brix)	pH
Agua 20 °C	1	0	5,0	3,6
	1	0	5,4	3,6
	1	0	6,0	3,4
	2	0	8,0	3,6
	2	0	8,0	3,5
	2	0	7,0	3,4
	3	0	6,2	3,6
	3	0	7,0	3,6
	3	0	7,0	3,5
Promedio			6,6	3,5
ds			1,0	0,1
	1	3	5,0	3,5
	1	3	6,0	3,5
	1	3	5,0	3,6
	2	3	8,0	3,3
	2	3	8,0	3,4
	2	3	7,0	3,5
	3	3	5,2	3,7
	3	3	5,0	3,8
	3	3	7,0	3,9
Promedio			6,2	3,6
ds			1,3	0,2
	1	7	4,0	3,9
	1	7	5,0	3,3
	1	7	6,0	3,4
	2	7	7,0	3,4
	2	7	7,0	3,5
	2	7	6,2	3,5
	3	7	6,0	3,8
	3	7	5,0	3,6
	3	7	5,0	3,8
Promedio			5,7	3,6
ds			1,0	0,2
	1	14	4,2	3,7
	1	14	4,8	3,7
	1	14	5,0	3,7
	2	14	6,5	3,6
	2	14	6,4	3,6
	2	14	6,0	3,7
	3	14	5,0	3,6

	3	14	5,0	3,8
	3	14	5,0	3,8
Promedio			5,3	3,7
ds			0,8	0,1
Agua 43 °C	1	0	6,8	3,6
	1	0	6,0	3,6
	1	0	5,2	3,6
	2	0	7,0	3,6
	2	0	9,0	3,5
	2	0	7,0	3,4
	3	0	6,0	3,8
	3	0	7,0	3,7
	3	0	8,0	3,8
Promedio			6,9	3,6
ds			1,1	0,1
	1	3	5,0	3,7
	1	3	5,8	3,6
	1	3	5,8	3,4
	2	3	7,2	3,4
	2	3	7,0	3,4
	2	3	7,6	3,5
	3	3	6,2	3,5
	3	3	6,5	3,5
	3	3	6,0	3,5
Promedio			6,3	3,5
ds			0,8	0,1
	1	7	3,9	3,6
	1	7	5,0	3,8
	1	7	4,9	3,6
	2	7	6,8	3,4
	2	7	6,2	3,5
	2	7	6,8	3,5
	3	7	6,0	3,4
	3	7	4,0	3,6
	3	7	5,0	3,4
Promedio			5,4	3,5
ds			1,1	0,1
	1	14	4,2	3,8
	1	14	5,0	3,9
	1	14	4,0	3,9
	2	14	7,0	3,5
	2	14	6,0	3,5
	2	14	6,0	3,5
	3	14	6,0	3,5

	3	14	5,0	3,6
	3	14	5,0	3,6
Promedio			5,4	3,6
ds			1,0	0,2
Hipoclorito de Sodio	1	0	7,0	3,5
	1	0	6,0	3,6
	1	0	6,0	3,1
	2	0	6,8	3,6
	2	0	7,5	3,5
	2	0	7,0	3,4
	3	0	8,0	3,4
	3	0	6,0	3,7
	3	0	7,0	3,5
Promedio			6,8	3,5
ds			0,7	0,2
	1	3	5,0	3,5
	1	3	5,2	3,5
	1	3	5,2	3,6
	2	3	7,0	3,6
	2	3	6,0	3,5
	2	3	6,2	3,4
	3	3	6,0	3,4
	3	3	7,0	3,6
	3	3	6,0	3,4
Promedio			6,0	3,5
ds			0,7	0,1
	1	7	4,9	3,6
	1	7	4,6	3,4
	1	7	4,0	3,7
	2	7	6,0	3,5
	2	7	6,0	3,6
	2	7	7,0	3,7
	3	7	6,0	3,4
	3	7	4,0	3,9
	3	7	5,0	3,8
Promedio			5,3	3,6
ds			1,0	0,2
	1	14	4,2	3,7
	1	14	4,9	3,8
	1	14	4,0	3,5
	2	14	6,2	3,7
	2	14	6,0	3,6
	2	14	6,0	3,8
	3	14	4,5	3,8

	3	14	4,5	3,8
	3	14	5,0	3,7
Promedio			5,0	3,7
ds			0,8	0,1
Acido Peracético	1	0	5,8	3,3
	1	0	5,0	3,7
	1	0	5,0	3,6
	2	0	7,0	3,6
	2	0	7,0	3,4
	2	0	7,0	3,5
	3	0	5,0	3,4
	3	0	6,0	3,3
	3	0	6,0	3,3
Promedio			6,0	3,4
ds			0,9	0,1
	1	3	5,0	3,5
	1	3	5,8	3,6
	1	3	5,0	3,6
	2	3	6,0	3,5
	2	3	6,0	3,5
	2	3	7,0	3,6
	3	3	6,5	3,4
	3	3	5,8	3,4
	3	3	6,0	3,4
Promedio			5,9	3,5
ds			0,6	0,1
	1	7	4,4	3,8
	1	7	5,0	3,7
	1	7	6,0	3,6
	2	7	6,2	3,6
	2	7	6,2	3,5
	2	7	6,0	3,7
	3	7	6,0	3,4
	3	7	4,8	3,6
	3	7	6,0	3,7
Promedio			5,6	3,6
ds			0,7	0,1
	1	14	3,2	3,5
	1	14	4,2	3,8
	1	14	5,0	3,6
	2	14	5,0	3,8
	2	14	6,0	3,8
	2	14	6,0	3,8
	3	14	5,0	3,6

	3	14	5,0	3,9
	3	14	5,0	3,8
Promedio			4,9	3,7
ds			0,9	0,1

ds (desviación estándar)

Tabla A.17.1 Parámetros de color de la variedad *Camarosa* mínimamente procesada lavadas con Agua 20 °C durante el almacenamiento refrigerado a 2,5 °C

Experiencia	Día	L*	C*	h
1	0	28,0	28,0	20,0
1	0	29,2	26,8	20,8
1	0	31,4	31,6	22,2
1	0	27,4	29,7	20,9
1	0	27,8	31,2	25,3
1	0	30,9	29,7	28,4
1	0	23,6	28,5	21,0
2	0	31,6	28,6	26,8
2	0	36,0	21,3	25,7
2	0	31,9	28,2	18,4
2	0	28,4	25,2	17,2
2	0	33,2	25,3	24,2
2	0	26,4	27,9	22,8
2	0	36,6	22,1	21,1
3	0	30,3	23,0	26,3
3	0	28,5	30,9	15,5
3	0	34,5	29,3	30,8
3	0	32,2	30,6	26,4
3	0	29,5	27,8	18,8
3	0	34,9	32,7	32,3
3	0	32,2	31,0	22,8
3	0	33,5	33,3	27,6
Promedio		30,8	28,3	23,4
ds		3,3	3,3	4,4
1	3	33,8	29,0	20,9
1	3	32,5	23,0	20,4
1	3	38,4	28,6	26,2
1	3	39,1	30,5	30,3
1	3	36,3	34,4	24,3
1	3	34,0	30,6	26,8
1	3	38,7	31,6	27,5
1	3	29,7	23,3	19,6
2	3	32,5	16,7	20,7
2	3	26,0	16,2	21,9
2	3	36,3	27,4	35,6
2	3	34,0	21,2	25,9
2	3	33,5	26,0	21,2
2	3	37,1	25,7	26,0
2	3	38,6	22,0	29,3
2	3	34,2	26,9	21,2
3	3	37,2	31,4	28,3

	3	3	33,1	34,5	26,0
	3	3	30,6	32,9	27,2
	3	3	42,9	29,3	33,6
	3	3	41,6	32,7	34,8
	3	3	30,5	23,7	24,4
	3	3	45,2	27,8	39,4
Promedios			35,5	27,2	26,6
			4,5	5,1	5,4
	1	7	34,3	28,2	24,5
	1	7	28,6	32,0	22,7
	1	7	37,5	28,6	24,4
	1	7	30,7	30,9	22,9
	1	7	38,8	29,0	25,5
	1	7	29,7	31,0	25,0
	1	7	33,9	32,3	24,9
	1	7	32,4	23,1	16,8
	2	7	35,5	37,2	42,7
	2	7	34,2	38,1	47,4
	2	7	33,1	36,1	43,8
	2	7	29,8	27,5	47,4
	2	7	28,9	36,8	43,8
	2	7	23,1	38,9	38,9
	2	7	32,7	36,6	40,0
	2	7	33,5	37,1	43,2
	3	7	40,9	26,1	28,2
	3	7	35,0	30,9	23,3
	3	7	31,1	28,3	23,0
	3	7	33,9	19,6	22,9
	3	7	34,9	28,6	28,8
	3	7	34,5	27,6	28,6
	3	7	35,9	37,0	31,4
	3	7	36,6	31,5	32,1
Promedios			33,3	31,4	31,3
			3,7	5,1	9,4
	1	14	31,9	27,5	20,2
	1	14	29,4	24,2	17,4
	1	14	39,9	33,8	28,0
	1	14	37,7	31,3	31,6
	1	14	34,4	27,7	21,5
	1	14	32,3	25,8	20,2
	1	14	43,7	42,5	40,9
	1	14	41,4	35,9	37,0
	2	14	29,0	26,6	23,5
	2	14	31,6	23,6	21,8

	2	14	33,3	31,0	25,9
	2	14	37,7	29,3	32,4
	2	14	36,5	35,0	31,9
	2	14	33,5	29,6	30,7
	2	14	36,7	28,5	30,6
	2	14	32,3	25,0	24,1
	3	14	29,0	25,0	24,1
	3	14	31,6	39,2	29,6
	3	14	33,3	29,4	28,2
	3	14	37,7	30,1	30,8
	3	14	36,5	28,5	34,6
	3	14	33,5	25,3	18,9
	3	14	36,7	26,3	21,5
	3	14	32,3	26,4	22,0
— Promedio			34,7	29,5	27,0
ds			3,8	4,8	6,2

ds (desviación estándar)

Tabla A.17.2. Parámetros de color de la variedad *Camarosa* mínimamente procesada lavadas con Agua 43 °C durante el almacenamiento refrigerado a 2,5 °C

Experiencia	Día	L*	C*	H
1	0	31,6	37,1	28,0
1	0	29,9	32,9	25,0
1	0	33,5	33,1	26,8
1	0	27,7	27,7	19,7
1	0	34,9	36,1	24,6
1	0	31,0	32,0	23,9
1	0	36,4	35,2	30,4
2	0	32,3	37,2	29,7
2	0	34,9	33,1	23,7
2	0	34,2	24,9	26,9
2	0	38,0	34,9	29,7
2	0	37,2	32,8	30,6
2	0	40,7	41,7	34,4
2	0	35,1	34,6	30,1
3	0	33,6	31,2	24,9
3	0	30,4	25,7	25,2
3	0	34,6	37,1	28,3
3	0	31,9	33,8	26,2
3	0	33,6	33,8	26,4
3	0	34,9	33,4	31,7
3	0	35,1	34,9	29,9
3	0	33,5	34,5	30,2
3	0	30,6	32,7	30,3
Promedios		33,7	33,5	27,7
		2,9	3,7	3,3
1	3	32,5	22,3	26,1
1	3	36,8	32,2	25,0
1	3	34,7	31,7	23,8
1	3	33,6	25,4	20,8
1	3	30,9	32,6	23,5
1	3	31,5	19,8	17,0
1	3	39,4	26,6	27,9
1	3	28,1	23,0	19,3
1	3	35,9	26,8	28,5
1	3	28,1	23,2	22,7
2	3	34,2	26,9	21,2
2	3	30,8	19,7	23,6
2	3	38,0	15,9	27,8
2	3	34,6	13,1	21,2
2	3	29,4	23,0	19,4

	2	3	35,5	23,5	21,7
	3	3	35,6	24,4	29,8
	3	3	37,3	30,0	23,8
	3	3	37,1	28,2	17,6
	3	3	30,9	35,2	25,9
	3	3	27,2	21,6	27,7
	3	3	28,6	31,2	26,1
	3	3	33,8	24,7	18,1
	3	3	25,5	14,4	17,7
	3	3	31,2	30,4	18,7
	3	3	28,5	24,6	19,5
Promedios			32,7	25,0	22,9
			3,8	5,6	3,8
	1	7	36,4	31,4	27,0
	1	7	37,7	29,6	26,6
	1	7	31,5	30,3	24,4
	1	7	32,9	26,1	20,1
	1	7	34,5	23,2	20,4
	1	7	32,0	17,6	14,4
	1	7	37,5	21,9	21,4
	1	7	35,3	18,9	21,0
	2	7	33,2	27,2	24,0
	2	7	32,3	25,6	23,2
	2	7	34,3	16,6	14,9
	2	7	33,0	19,1	18,1
	2	7	29,2	22,1	27,4
	2	7	27,4	20,1	19,6
	2	7	32,7	18,6	15,8
	2	7	29,2	17,6	14,4
	3	7	32,4	25,6	27,5
	3	7	34,1	22,5	18,6
	3	7	39,7	20,6	27,8
	3	7	40,5	25,7	19,9
	3	7	42,3	32,0	33,2
	3	7	29,7	27,5	22,8
	3	7	37,5	25,2	22,9
	3	7	32,7	22,5	21,9
Promedios			34,1	23,6	22,0
			3,7	4,6	4,8
	1	14	40,5	36,2	42,2
	1	14	38,7	34,9	42,5
	1	14	35,0	34,8	37,5
	1	14	33,9	32,9	39,9
	1	14	36,9	30,8	42,5

1	14	33,3	30,2	39,3
1	14	33,5	36,7	36,2
1	14	31,1	37,6	40,0
2	14	32,3	25,0	24,1
2	14	32,9	39,2	29,6
2	14	33,7	29,4	28,2
2	14	33,4	30,1	30,8
2	14	36,5	28,5	34,6
2	14	33,0	25,3	18,9
2	14	33,6	26,3	21,5
2	14	32,2	26,4	22,0
3	14	32,3	25,0	24,1
3	14	32,9	39,2	29,6
3	14	33,7	29,4	28,2
3	14	33,4	30,1	30,8
3	14	36,5	28,5	34,6
3	14	33,0	25,3	18,9
3	14	33,6	26,3	21,5
3	14	32,2	26,4	22,0
Promedio		34,1	30,6	30,8
ds		2,2	4,7	8,0

ds (desviación estándar)

Tabla A.17.3. Parámetros de color de la variedad *Camarosa* mínimamente procesada lavadas con solución de Hipoclorito de Sodio 50 ppm durante el almacenamiento refrigerado a 2,5 °C

Experiencia	Día	L*	C*	H
1	0	30,4	41,9	30,8
1	0	32,2	40,4	31,7
1	0	37,0	43,5	34,1
1	0	34,6	40,5	32,0
1	0	33,4	35,9	27,0
1	0	29,5	35,1	22,7
1	0	29,8	38,1	28,2
2	0	28,5	34,5	27,0
2	0	39,0	40,5	30,5
2	0	40,1	35,7	32,4
2	0	29,8	23,6	21,7
2	0	25,1	22,9	15,3
2	0	32,6	32,0	21,4
2	0	31,6	35,1	24,5
3	0	32,5	35,4	24,2
3	0	36,3	34,8	25,6
3	0	30,5	40,4	31,8
3	0	32,2	38,9	33,5
3	0	29,8	39,4	31,4
3	0	31,7	35,3	25,2
3	0	32,6	37,9	30,2
3	0	29,8	36,7	29,3
3	0	33,7	36,0	25,6
3	0	34,3	39,1	27,1
Promedio		32,4	36,4	27,6
ds		3,4	4,9	4,6
1	3	31,2	16,0	15,8
1	3	29,8	13,9	22,1
1	3	33,5	24,0	29,4
1	3	32,2	21,6	28,6
1	3	31,8	23,2	16,6
1	3	35,4	30,6	27,7
1	3	33,5	25,6	18,9
1	3	33,3	26,5	21,4
1	3	39,4	24,4	29,0
2	3	37,1	28,2	17,6
2	3	34,8	27,8	19,7
2	3	34,4	26,1	19,9
2	3	33,4	31,0	20,6

	3	3	36,2	23,9	26,2
	3	3	36,1	17,4	17,0
	3	3	33,2	30,0	22,5
	3	3	31,6	23,3	24,3
	3	3	33,6	18,2	18,7
	3	3	35,2	24,3	25,0
	3	3	34,8	29,6	27,7
	3	3	33,8	30,9	24,8
	3	3	31,5	32,4	26,1
Promedio			33,9	24,9	22,7
ds			2,2	5,1	4,4
	1	7	38,0	26,7	24,8
	1	7	33,8	28,5	22,9
	1	7	26,5	33,2	25,0
	1	7	25,7	26,1	20,2
	1	7	35,4	29,2	22,2
	1	7	30,2	31,1	25,9
	1	7	31,8	30,9	24,8
	1	7	29,9	30,6	25,0
	1	7	37,1	27,0	28,9
	2	7	40,3	27,0	28,9
	2	7	33,4	25,7	23,9
	2	7	40,5	31,8	29,5
	2	7	37,5	26,7	30,8
	2	7	43,5	34,3	35,9
	2	7	35,5	23,4	26,6
	2	7	41,6	27,1	26,0
	2	7	36,7	23,1	25,7
	3	7	39,0	25,4	27,2
	3	7	34,6	22,5	26,9
	3	7	33,5	18,5	19,8
	3	7	31,5	20,3	21,4
	3	7	35,6	19,5	26,4
Promedio			35,1	26,8	25,8
ds			4,6	4,3	3,7
	1	14	41,5	29,8	32,3
	1	14	35,6	35,7	29,9
	1	14	36,6	30,6	23,8
	1	14	36,8	26,4	24,2
	1	14	37,9	26,4	20,9
	1	14	36,1	26,5	23,9
	1	14	39,4	33,8	24,7
	1	14	30,5	32,2	24,5
	3	14	33,3	26,1	25,2

	3	14	31,5	24,0	26,0
	3	14	36,3	23,3	24,9
	3	14	37,3	26,8	28,4
	3	14	32,7	26,0	29,0
Promedio			35,8	28,3	26,0
ds			3,1	3,8	3,1

ds (desviación estándar)

Tabla A.17.4. Parámetros de color de la variedad *Camarosa* mínimamente procesada lavadas con solución de Acido Peracético 100 ppm durante el almacenamiento refrigerado a 2,5 °C

Experiencia	Día	L*	C*	H
1	0	33,3	36,0	28,6
1	0	29,7	31,5	25,7
1	0	40,2	39,0	30,3
1	0	34,8	38,9	28,2
1	0	39,3	42,8	30,0
1	0	33,5	31,0	23,3
1	0	32,1	27,6	18,8
2	0	28,7	27,0	17,7
2	0	33,1	38,3	28,0
2	0	28,2	26,5	19,5
2	0	32,8	33,0	25,0
2	0	32,1	30,0	24,7
2	0	32,2	26,4	21,0
2	0	29,9	18,2	14,0
3	0	33,1	30,0	26,3
3	0	30,8	30,6	25,8
3	0	32,8	31,5	25,5
3	0	32,4	33,2	31,0
3	0	34,8	34,5	23,9
3	0	33,2	32,7	24,1
3	0	32,2	32,7	23,8
3	0	32,2	29,8	25,0
3	0	30,9	36,1	22,8
promedio		32,7	32,1	24,5
ds		2,8	5,3	4,2
1	3	33,9	29,8	26,8
1	3	37,2	17,3	25,9
1	3	32,8	23,0	21,6
1	3	38,1	26,9	29,6
1	3	33,7	27,8	34,6
1	3	34,4	22,3	23,6
1	3	26,6	19,2	16,6
1	3	33,7	29,3	31,9
1	3	36,7	28,2	23,8
1	3	36,2	19,7	20,6
2	3	33,6	18,2	18,7
2	3	38,3	29,4	27,7
2	3	40,2	27,1	29,0
2	3	33,6	14,2	21,0

	2	3	31,8	20,2	19,3
	2	3	43,8	23,6	29,5
	2	3	41,4	23,0	28,4
	3	3	36,9	21,0	23,0
	3	3	39,4	31,9	28,3
	3	3	36,9	29,4	25,6
	3	3	35,4	33,1	28,3
	3	3	38,3	32,4	33,5
	3	3	33,4	31,8	33,5
	3	3	32,2	25,6	24,0
Promedio ds			35,8	25,2	26,0
			3,6	5,4	4,9
	1	7	38,2	27,0	25,2
	1	7	36,8	22,2	21,0
	1	7	36,6	31,3	24,6
	1	7	35,8	29,4	25,2
	1	7	39,6	21,8	29,2
	1	7	35,8	16,5	22,1
	1	7	38,9	21,4	24,6
	1	7	32,0	25,0	19,9
	2	7	33,9	25,0	22,6
	2	7	33,5	25,9	22,7
	2	7	36,5	23,8	24,8
	2	7	30,2	19,1	22,7
	2	7	43,4	33,0	33,4
	2	7	41,3	28,5	31,5
	2	7	34,8	17,1	17,2
	2	7	34,4	14,2	13,6
	3	7	31,2	24,8	24,7
	3	7	28,6	24,2	22,0
	3	7	30,8	25,4	23,8
	3	7	35,2	24,6	23,1
	3	7	31,7	23,7	23,3
	3	7	36,5	12,7	21,2
	3	7	31,6	28,9	25,1
Promedio ds			35,1	23,7	23,6
			3,7	5,2	4,1
	1	14	36,2	31,8	25,6
	1	14	30,4	28,2	25,1
	1	14	30,8	27,0	19,9
	1	14	30,6	24,9	17,3
	1	14	32,9	30,3	22,3
	1	14	34,8	23,9	19,4
	1	14	39,9	26,0	25,0

1	14	36,0	28,0	22,6
3	14	34,0	20,3	27,2
3	14	34,6	20,2	26,6
3	14	36,5	17,0	23,4
3	14	36,3	26,0	25,8
3	14	36,5	26,9	27,9
3	14	28,6	17,9	23,8
3	14	34,7	31,0	25,5
3	14	32,5	27,2	27,4
Promedio		34,1	25,4	24,0
ds		3,0	4,5	3,1

ds (desviación estándar)

Tabla A.18. Evolución de los atributos sensoriales de frutillas variedad *Camarosa* mínimamente procesadas durante el almacenamiento refrigerado a 2,5°C (exp. 1)

Día	Tratamiento	Panelista	Ap. General	Olores extraños	Aroma	Firmeza
0	1	D	13,5	1,5	13,5	12,2
0	1	M	13,5	1,5	12,5	12,7
0	1	A	nd	nd	nd	nd
0	1	G	nd	nd	nd	nd
3	1	D	9,5	2,7	9,3	12,1
3	1	M	nd	nd	nd	nd
3	1	A	7,5	nd	nd	11,8
3	1	G	13,4	1,5	10,5	7,0
3	1	D	nd	nd	nd	nd
7	1	D	nd	nd	nd	nd
7	1	M	1,7	2,1	11,5	11,8
7	1	A	6,2	nd	Nd	10,3
7	1	G	10,4	2,0	7,5	11,4
14	1	D	5,7	7,6	7,5	10,2
14	1	M	7,5	3,2	5,4	11,9
14	1	A	10,6	nd	Nd	11,9
14	1	G	8,6	2,1	7,3	9,1
0	2	D	12,4	1,5	13,0	12,9
0	2	M	13,5	1,5	13,5	12,7
0	2	A	nd	nd	Nd	nd
0	2	G	nd	nd	Nd	nd
3	2	D	9,5	4,5	9,3	11,0
3	2	M	nd	nd	Nd	nd
3	2	A	6,3	nd	Nd	10,7
3	2	G	12,9	3,3	11,0	7,6
7	2	D	nd	nd	Nd	nd
7	2	M	9,8	3,1	11,4	12,4
7	2	A	7,3	nd	Nd	7,5
7	2	G	10,1	2,0	11,3	11,4
14	2	D	7,5	3,8	8,8	9,5
14	2	M	4,8	10,2	7,5	6,9
14	2	A	8,1	nd	Nd	7,5
14	2	G	8,6	1,7	6,6	9,1
0	3	D	9,4	1,5	12,8	12,9
0	3	M	13,5	1,5	12,5	13,5
0	3	A	nd	nd	Nd	nd
0	3	G	nd	nd	Nd	nd
3	3	D	12,5	3,0	12,7	12,1

3	3	M	nd	nd	Nd	nd
3	3	A	8,4	nd	Nd	8,8
3	3	G	12,9	2,8	11,9	6,2
7	3	D	nd	nd	Nd	nd
7	3	M	12,8	3,1	11,4	12,4
7	3	A	5,2	nd	Nd	12,3
7	3	G	10,4	2,0	11,6	12,0
14	3	D	7,5	10,5	5,0	10,8
14	3	M	4,8	10,2	7,5	10,7
14	3	A	5,1	nd	Nd	9,1
14	3	G	8,6	7,5	7,3	6,0
0	4	D	10,2	1,5	13,5	11,6
0	4	M	13,3	1,5	13,5	10,9
0	4	A	nd	nd	Nd	nd
0	4	G	nd	nd	Nd	nd
3	4	D	12,5	1,6	13,5	12,1
3	4	M	nd	nd	Nd	nd
3	4	A	6,9	nd	Nd	12,3
3	4	G	12,9	1,7	10,4	5,3
7	4	D	nd	nd	Nd	nd
7	4	M	10,3	3,7	11,4	12,4
7	4	A	6,5	nd	Nd	11,4
7	4	G	10,1	3,2	6,8	10,3
14	4	D	7,5	10,5	5,0	10,8
14	4	M	4,8	10,2	5,3	7,5
14	4	A	5,7	nd	Nd	4,7
14	4	G	8,6	6,9	5,3	7,5

¹ Agua 20 °C

² Agua 43 °C

³ Hipoclorito de Sodio

⁴ Acido Peracético

nd: No determinado

Tabla A.19. Evolución de los atributos sensoriales de frutillas variedad *Camarosa* mínimamente procesadas durante el almacenamiento refrigerado a 2,5°C (exp. 2)

Día	Tratamiento	Panelista	Ap. General	Olores extraños	Aroma	Firmeza
0	1	D	13,1	1,5	12,8	10,9
0	1	M	13,3	1,5	7,5	9,6
0	1	A	12,2	nd	Nd	7,5
0	1	G	nd	nd	Nd	nd
0	1	AB	9,2	nd	7,2	12,1
0	1	MA	nd	nd	Nd	nd
0	1	S	9,9	1,8	7,5	10,1
3	1	D	8	1,9	11,4	9,5
3	1	M	11,3	1,8	9,6	11,3
3	1	A	11,0	4,3	7,5	8,2
3	1	G	nd	nd	Nd	nd
3	1	AB	nd	nd	Nd	nd
3	1	MA	nd	nd	Nd	nd
3	1	S	7,0	1,5	7,5	12,0
7	1	D	8,1	8,3	8,6	7,9
7	1	M	6,6	3,5	6,2	12,2
7	1	A	7,5	5,5	6,0	7,5
7	1	G	6,6	1,7	8,9	11,0
7	1	AB	3,2	6,0	3,3	10,5
7	1	MA	3,9	4,5	11,0	12,7
7	1	S	6,4	3,9	5,8	12,0
14	1	D	11,8	2,4	10,7	7,5
14	1	M	10,9	1,9	10,2	11,6
14	1	A	7,5	2,5	9,2	11,0
14	1	G	nd	nd	Nd	nd
14	1	AB	5,9	nd	8,6	10,6
14	1	MA	7,1	9,5	7,5	9,7
14	1	S	8,4	2,8	9,0	12,2
0	2	D	12,4	1,5	12,7	12,1
0	2	M	12,6	1,5	7,3	9,6
0	2	A	12,1	nd	Nd	6,3
0	2	G	nd	nd	Nd	nd
0	2	AB	5,5	nd	5,0	12,7
0	2	MA	nd	nd	Nd	nd
0	2	S	8,3	2,3	6,7	12,9
3	2	D	6,3	3,5	10,7	8,0
3	2	M	10,1	1,9	9,7	8,1
3	2	A	12,2	7,5	4,7	9,4
3	2	G	nd	nd	Nd	nd
3	2	AB	nd	nd	Nd	nd
3	2	MA	nd	nd	Nd	nd

3	2	S	7,5	1,5	9,1	10,0
7	2	D	6,2	7,6	8,6	6,6
7	2	M	7,1	2,2	7,5	12,2
7	2	A	6,3	2,6	7,5	9,2
7	2	G	7,2	1,7	8,6	11,7
7	2	AB	3,6	3,3	8,0	11,8
7	2	MA	5,5	2,0	13,0	12,2
7	2	S	7,6	2,0	10,3	11,2

¹ Agua 20 °C ² Agua 43 °C ³ Hipoclorito de Sodio ⁴ Acido Peracético

nd: No determinado

7.3 ANEXO 3

Datos de los ensayos de almacenamiento a distintas temperaturas

Experiencia 1: Octubre 2006 (frutas de madurez intermedia)

Experiencia 2: Noviembre 2006 (frutas maduras)

Tabla A.20. Evolución de los parámetros sensoriales de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia almacenadas a diferentes temperaturas.

Días	Temp (°C)	Apar. gral	Aroma genuino	Firmeza	Sabor genuino	Oscurec	Olores extraños	Sabores extraños
0		10,2	10,5	12,0	4,4	0,0	0,0	nd
0		9,9	8,4	10,4	6,5	1,5	0,8	1,5
0		12,8	13,5	12,0	7,5	0,6	0,0	0,0
0		12,8	9,3	10,4	5,1	4,1	2,9	1,5
0		8,7	11,3	12,0	4,1	1,5	0,9	1,5
2	0,5	10,4	12,3	10,4	nd	4,2	0,0	nd
2	0,5	8,0	7,2	11,3	nd	8,1	1,5	3,0
2	0,5	11,9	11,3	10,4	nd	3,0	0,9	0,0
2	0,5	12,6	5,3	10,7	nd	4,7	5,6	1,5
2	0,5	8,6	9,9	10,5	nd	11,0	1,8	5,4
2	3	11,1	nd	10,4	nd	2,7	1,5	nd
2	3	9,5	4,4	13,1	nd	7,5	2,3	3,8
2	3	10,8	10,1	10,4	nd	3,0	0,8	0,0
2	3	10,4	7,2	11,4	nd	5,6	5,1	1,5
2	3	9,5	8,6	9,3	nd	11,4	3,2	6,6
2	7	10,4	nd	10,4	4,4	4,2	3,0	nd
2	7	7,4	3,8	13,5	1,8	9,2	4,5	5,6
2	7	8,0	9,0	10,4	9,0	6,8	2,7	2,9
2	7	7,4	2,9	10,7	3,8	6,3	9,3	3,5
2	7	6,6	6,6	8,9	8,0	12,0	6,8	7,8
2	12	10,2	12,3	11,7	5,9	2,9	0,0	nd
2	12	7,2	7,5	9,9	5,1	7,8	2,6	2,1
2	12	8,3	8,6	11,4	6,0	6,6	5,6	3,2
2	12	9,8	5,4	9,8	5,7	6,2	7,7	6,3
2	12	7,2	8,6	10,7	7,1	nd	3,3	9,6
3	0,5	7,4	11,7	10,2	5,6	7,2	1,5	nd
3	0,5	8,4	6,2	11,7	6,0	8,3	1,5	2,6
3	0,5	9,2	9,5	10,2	9,6	3,2	3,8	0,3
3	0,5	9,6	2,7	9,3	5,0	6,6	6,9	6,0
3	0,5	8,7	9,6	9,5	5,6	6,0	2,3	7,7
3	3	11,4	7,1	10,2	5,6	4,2	1,5	nd
3	3	9,0	3,0	11,7	3,3	6,8	3,0	8,7
3	3	9,8	9,5	9,3	9,0	3,2	3,3	1,5
3	3	10,4	6,0	11,1	6,0	4,5	3,6	2,3
3	3	7,8	7,7	9,9	5,6	7,1	5,7	7,7
3	7	11,4	5,9	10,2	4,2	4,2	6,9	nd
3	7	6,2	3,0	11,7	2,0	9,9	9,5	7,5
3	7	4,8	5,0	10,8	7,4	8,6	9,8	5,1
3	7	6,2	1,5	8,4	2,9	9,6	8,4	8,4
3	7	5,9	7,1	5,7	5,6	10,1	8,9	9,3
3	12	8,7	7,1	7,1	4,4	5,4		nd
3	12	4,7	1,5	11,3	1,1	11,1	9,8	nd
3	12	5,3	6,5	10,4		8,7	8,9	8,0

3	12	6,2	1,5	10,7	2,9	8,0	9,3	3,5
3	12	5,7	5,1	7,1	3,8	13,5	12,6	12,0
6	0,5	10,7	10,5	10,4	7,4	2,6	2,7	nd
6	0,5	6,3	6,3	12,2	4,7	8,1	7,5	5,4
6	0,5	9,3	9,2	9,6	8,4	3,9	6,5	3,9
6	0,5	8,0	2,7	10,7	2,9	5,6	8,9	5,0
6	0,5	3,9	6,0	8,9	6,6	9,8	3,3	5,6
6	3	10,7	7,5	8,9	4,5	5,7		nd
6	3	6,3	2,1	12,5	6,0	7,5		3,0
6	3	8,1	7,8	10,4	7,7	5,0		3,9
6	3	6,8	1,5	11,6	1,5	7,4		7,2
6	3	4,7	3,3	8,3	6,2	11,3		6,3
6	7	10,7	1,5	8,9	6,0	4,2	11,9	nd
6	7	4,8	0,8	11,3	2,0	9,9	7,5	nd
6	7	6,6	7,8	11,1	5,4	9,3	8,3	nd
6	7	5,7	1,5	9,8	1,5	8,7	9,5	nd
6	7	2,6	0,8	5,6	5,4	13,5	nd	nd
8	0,5	9,0	4,5	8,7	4,4	4,5	7,2	nd
8	0,5	7,5	5,0	11,4	4,4	7,7	6,8	3,2
8	0,5	8,3	9,3	10,1	5,9	6,5	5,4	4,5
8	0,5	5,3	1,5	8,0	3,6	5,7	8,6	5,4
8	0,5	3,3	4,8	8,6	5,0	11,7	5,7	9,8
8	3	11,1	7,4	10,2	4,4	7,2	4,1	nd
8	3	8,1	7,5	12,5	3,6	8,3	6,8	3,2
8	3	7,7	8,6	10,1	6,3	5,4	2,9	3,0
8	3	7,1	7,7	9,8	5,3	6,3	5,3	3,0
8	3	5,0	5,6	9,0	6,8	10,2	3,9	6,0
13	0,5	9,2	7,5	9,0	4,5	7,4	4,5	nd
13	0,5	5,0	6,0	9,6	4,1	9,3	5,0	4,8
13	0,5	5,7	8,3	10,4	6,9	10,4	5,4	6,3
13	0,5	5,0	3,9	8,6	2,4	9,3	7,5	9,9
13	0,5	8,1	8,6	8,4	5,3	9,3	3,0	9,5
13	3	9,2	3,0	9,0	3,0	7,4	nd	nd
13	3	4,5	nd	9,6	0,6	9,6	5,6	8,0
13	3	5,7	8,3	11,1	5,3	10,4	3,9	7,4
13	3	7,4	3,0	10,1	2,4	6,8	7,5	6,8
13	3	4,2	3,6	9,0	3,0	8,4	10,2	11,0
14	0,5	8,9	5,6	8,7	2,9	10,4	8,6	nd
14	0,5	6,3	2,1	10,7	1,5	8,3	5,6	6,6
14	0,5	6,6	7,8	9,6	6,3	5,4	8,6	8,6
14	0,5	5,0	2,3	7,1	3,2	7,8	8,4	7,8
14	0,5	6,8	7,2	9,0	7,5	8,1	3,3	6,0

Oscurec. : Oscurecimiento
nd: No determinado

Tabla A.21. Evolución de los parámetros sensoriales de frutillas mínimamente procesadas maduras almacenadas a diferentes temperaturas.

Días	Temp (°C)	Apar. gral	Aroma genuino	Firmeza	Sabor genuino	Oscurec	Olores extraños	Sabores extraños
0		13,5	13,5	10,5	10,7	0,5	1,5	0,8
0		11,7	9,8	6,8	7,5	0,8	1,5	1,5
0		12,3	13,5	9,2	11,4	0,2	0,0	1,5
0		nd	nd	nd	nd	nd	Nd	nd
0		12,3	13,5	6,8	8,0	0,9	0,9	1,5
1	12	13,5	7,5	8,1	7,4	1,5	6,0	3,0
1	12	10,5	1,5	6,3	1,7	4,4	9,8	3,2
1	12	6,9	10,4	5,6	6,9	5,4	3,2	3,2
1	12	9,0	3,9	2,9	6,8	7,2	7,5	6,2
1	12	9,5	6,3	8,7	6,8	6,2	4,7	6,5
1	0,5	13,5	13,5	8,9	8,9	1,5	1,5	1,5
1	0,5	10,5	9,8	6,8	3,6	2,9	3,8	3,2
1	0,5	11,3	12,8	9,0	8,9	1,5	0,8	0,2
1	0,5	10,4	9,0	2,9	6,8	2,3	2,6	2,3
1	0,5	10,8	11,7	5,1	9,0	2,9	3,0	3,8
1	4	13,5	1,5	8,9	8,9	1,5	7,5	4,5
1	4	9,8	6,2	6,8	3,6	3,3	9,8	6,3
1	4	10,2	10,4	6,8	8,9	3,0	4,1	2,6
1	4	10,4	6,2	2,9	7,8	5,9	5,0	2,9
1	4	11,7	10,2	6,0	7,8	4,8	3,0	5,3
1	6	13,5	7,5	8,1	7,4	1,5	6,0	3,0
1	6	11,0	1,5	6,8	5,6	2,9	8,6	3,2
1	6	6,9	10,4	5,6	8,0	4,5	3,2	2,6
1	6	10,4	2,6	3,9	6,8	4,5	9,5	5,3
1	6	10,4	8,7	6,0	7,8	3,8	4,7	4,7
4	12	12,6	1,5	3,0	1,5	1,5	10,5	12,0
4	12	1,5	0,0	0,3	nd	11,4	13,5	nd
4	12	1,5	4,1	3,3	nd	5,1	10,8	nd
4	12	1,5	1,5	1,5	nd	6,2	10,2	nd
4	12	1,5	0,0	0,0	nd	15,0	14,4	nd
4	0,5	12,6	7,4	7,2	7,4	1,5	5,7	4,5
4	0,5	11,6	9,3	8,3	4,4	2,6	0,2	4,5
4	0,5	8,1	9,8	6,0	7,8	3,8	4,1	3,5
4	0,5	8,3	7,1	3,8	3,9	4,5	5,6	2,6
4	0,5	10,7	6,0	3,9	6,9	4,1	3,3	2,9
4	4	12,6	1,5	7,2	7,4	3,0	7,4	4,5
4	4	7,7	1,5	7,4	2,4	2,6	5,3	5,3
4	4	6,6	8,7	6,0	6,9	3,8	4,5	6,6
4	4	9,9	4,5	7,2	5,3	6,2	6,5	2,6
4	4	9,8	6,6	3,9	7,8	5,4	3,6	3,2
4	6	12,6	3,0	5,7	4,4	3,0	7,4	7,5
4	6	6,6	0,5	7,4	1,5	7,4	3,0	9,2
4	6	5,4	6,3	6,0	3,9	5,1	7,1	10,5
4	6	9,0	1,5	6,3	3,9	6,2	10,2	6,5

4	6	6,9	5,3	4,7	6,3	7,1	4,7	5,6
5	0,5	12,6	11,7	8,9	8,9	3,0	1,5	3,0
5	0,5	11,1	9,0	8,4	6,0	1,5	1,5	4,1
5	0,5	7,2	9,0	8,6	10,4	5,1	2,7	3,2
5	0,5	8,7	3,5	6,0	3,8	5,7	10,1	6,0
5	0,5	9,3	8,7	7,1	6,0	6,6	4,5	3,2
5	4	11,7	7,5	8,0	7,4	3,0	4,5	3,0
5	4	11,1	1,5	8,7	6,6	3,0	4,8	2,1
5	4	6,3	8,3	8,1	11,1	3,2	6,2	2,3
5	4	6,0	4,7	6,0	4,7	5,0	9,3	6,0
5	4	7,7	8,1	5,6	5,0	8,4	5,9	3,9
5	6	12,0	3,0	9,0	7,5	4,5	7,5	4,5
5	6	6,9	0,8	7,1	0,8	3,8	6,0	7,5
5	6	4,4	4,5	8,0	8,1	5,3	9,3	8,3
5	6	8,3	2,9	4,8	1,5	7,7	7,8	6,0
5	6	4,2	5,4	4,7	3,9	10,7	6,6	9,0
6	0,5	12,5	7,2	8,7	8,7	1,5	7,2	3,0
6	0,5	5,3	9,0	7,8	1,7	3,5	6,0	5,6
6	0,5	7,5	8,6	8,9	9,0	5,6	5,9	5,1
6	0,5	6,8	3,5	5,1	2,7	6,5	7,1	5,3
6	4	11,6	7,2	7,8	6,0	4,4	7,2	3,0
6	4	7,2	1,5	9,0	4,1	2,6	8,6	2,3
6	4	7,5	5,3	8,4	9,8	3,8	9,6	4,2
6	4	5,6	2,3	3,2	3,9	7,1	10,4	3,3
6	6	12,5	9,0	8,1	5,6	1,5	4,2	1,5
6	6	8,3	1,5	7,8	1,5	7,5	10,2	4,1
6	6	3,9	4,5	5,7	8,0	5,6	10,2	7,2
6	6	3,9	2,0	4,7	3,0	6,6	11,0	3,8
8	0,5	11,3	11,9	5,6	9,2	2,7	2,9	2,9
8	0,5	8,3	8,7	8,0	1,5	5,1	3,8	3,0
8	0,5	7,1	9,3	9,2	8,4	4,2	5,7	2,7
8	0,5	6,2	2,4	5,9	2,3	6,0	9,0	5,0
8	0,5	8,6	6,5	7,5	3,8	11,1	6,3	9,5
8	4	11,9	2,9	5,6	7,5	4,4	9,0	4,4
8	4	5,7	0,8	6,0	0,8	2,3	8,4	8,3
8	4	5,1	6,5	6,8	7,1	4,2	9,0	3,5
8	4	3,8	1,5	3,8	2,3	6,0	11,3	8,0
8	4	6,0	6,8	4,8	4,8	10,5	6,3	8,7
8	6	11,9	7,5	7,4	5,9	4,4	7,5	4,2
8	6	7,1	1,5	6,3	0,9	3,9	3,3	5,3
8	6	3,3	6,3	7,7	5,0	5,4	8,7	7,5
8	6	1,5	0,0	1,5	nd	9,2	15,0	nd
8	6	6,6	5,3	7,1	3,3	9,6	10,1	11,1

Oscurec.: Oscurecimiento
nd: No determinado

Tabla A.22. Evolución del contenido de sólidos solubles y pH de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia almacenadas a diferentes temperaturas

Día	Temperatura (°C)	pH	Sólidos Solubles
0		3,4	8,0
0		3,4	7,0
0		3,4	7,6
2	0,5	3,4	7,0
2	0,5	3,3	7,2
2	0,5	3,3	7,0
2	3	3,5	7,0
2	3	3,5	6,0
2	3	3,5	6,0
2	7	3,4	6,0
2	7	3,4	5,8
2	7	3,4	6,0
2	12	3,6	5,0
2	12	3,6	4,8
2	12	3,6	5,0
3	0,5	3,4	7,2
3	0,5	3,4	7,0
3	0,5	3,5	6,8
3	3	3,5	5,8
3	3	3,5	6,0
3	3	3,5	6,0
3	7	3,5	5,8
3	7	3,5	6,0
3	7	3,5	5,8
3	12	3,6	4,5
3	12	3,6	4,8
3	12	3,6	5,0
6	0,5	3,5	6,5
6	0,5	3,5	7,2
6	0,5	3,5	6,0
6	3	3,6	5,0
6	3	3,6	5,8
6	3	3,6	6,0
6	7	3,4	6,0
6	7	3,5	5,8
6	7	3,4	5,0
6	12	3,6	5,0
6	12	3,6	4,0
6	12	3,6	5,0
7	0,5	3,5	6,0
7	0,5	3,5	6,0
7	0,5	3,5	7,0
7	3	3,4	6,0
7	3	3,4	5,0
7	3	3,4	5,0

7	7	3,6	5,0
7	7	3,6	5,8
7	7	3,6	5,8
7	12	3,7	5,0
7	12	3,7	4,8
7	12	3,8	4,8
13	0,5	3,6	5,0
13	0,5	3,6	6,0
13	0,5	3,6	5,8
13	3	3,6	5,8
13	3	3,6	5,8
13	3	3,6	5,6
13	7	3,7	4,8
13	7	3,6	5,0
13	7	3,6	5,0
14	0,5	3,6	5,8
14	0,5	3,6	5,0
14	0,5	3,6	5,8
14	3	3,7	5,0
14	3	3,7	5,4
14	3	3,7	5,6
14	7	3,8	4,8
14	7	3,8	4,6
14	7	3,8	4,8

Tabla A.23. Evolución del contenido de sólidos solubles y pH de frutillas mínimamente procesadas maduras almacenadas a diferentes temperaturas

Día	Temperatura (°C)	pH	Sólidos Solubles
0		3,4	8,0
0		3,4	7,8
0		3,4	8,0
1	0,5	3,5	7,0
1	0,5	3,5	7,0
1	0,5	3,4	7,8
1	3	3,3	7,0
1	3	3,3	7,0
1	3	3,3	6,8
1	6	3,3	6,8
1	6	3,4	6,0
1	6	3,4	6,8
1	15	3,5	7,0
1	15	3,5	7,0
1	15	3,5	7,0
4	0,5	3,4	6,0
4	0,5	3,4	6,2
4	0,5	3,4	6,2
4	3	3,4	6,0
4	3	3,4	6,0
4	3	3,4	6,8
4	6	3,4	6,0
4	6	3,4	6,0
4	6	3,4	5,0
4	15	3,5	5,0
4	15	3,5	5,0
4	15	3,5	6,0
5	0,5	3,5	6,0
5	0,5	3,5	6,0
5	0,5	3,5	6,0
5	3	3,6	6,0
5	3	3,6	6,0
5	3	3,5	5,0
5	6	3,8	6,0
5	6	3,8	6,0
5	6	3,8	5,0
6	0,5	3,5	6,0
6	0,5	3,5	5,8

6	0,5	3,5	5,8
6	3	3,5	5,0
6	3	3,5	5,6
6	3	3,5	5,8
6	6	3,6	5,0
6	6	3,6	5,2
6	6	3,6	5,6
7	0,5	3,6	6,0
7	0,5	3,6	6,0
7	0,5	3,6	6,0
7	3	3,5	5,2
7	3	3,5	5,6
7	3	3,5	5,6
7	6	3,6	5,6
7	6	3,6	5,0
7	6	3,6	5,0
8	0,5	3,6	5,8
8	0,5	3,6	5,8
8	0,5	3,6	6,0
8	3	3,6	5,2
8	3	3,6	5,0
8	3	3,6	5,0
8	6	3,7	4,0
8	6	3,7	4,2
8	6	3,7	4,8
11	0,5	3,6	5,4
11	0,5	3,6	5,8
11	0,5	3,6	5,8
11	3	3,6	5,0
11	3	3,6	5,0
11	3	3,6	5,2

Tabla A.24. Evolución de los parámetros de color de frutillas mínimamente procesadas madurez intermedia almacenadas a diferentes temperaturas

Día	Temperatura	L*	C*	h
0		36,23	28,27	27,78
0		34,33	20,29	21,19
0		31,93	27,31	25,13
0		28,54	18,21	26,71
0		32,85	25,18	21,08
0		29,42	25,75	24,97
0		32,28	29,19	27,7
0		29,86	28,98	27,03
0		29,49	29,18	27,55
3	0,5	34,46	28,83	26,81
3	0,5	36,02	31,09	28,08
3	0,5	34,68	32,16	26,77
3	0,5	37,23	28,1	25,96
3	0,5	40,92	25,82	28,31
3	0,5	40,17	22,51	27,69
3	0,5	37,35	24,38	20,58
3	0,5	35,32	28,5	23,52
3	3,2	41,5	23,05	24,2
3	3,2	35,45	24,84	23,92
3	3,2	34,27	28,82	25,3
3	3,2	30,24	24,63	31,01
3	3,2	35,94	25,85	22,98
3	3,2	34,4	26,05	22,96
3	3,2	43,18	23,03	29,22
3	3,2	36,62	27,29	23,67
3	7,1	40,38	31,44	29,92
3	7,1	34,89	21,74	17,99
3	7,1	36,57	29,87	25,44
3	7,1	45,05	36,74	42,52
3	7,1	37,21	20,05	20,08
3	7,1	43,65	34,06	39,65
3	7,1	35,71	30,64	23,5
3	7,1	33,81	26,48	22,07
3	12,2	31,79	18,92	19,48
3	12,2	30,38	23,23	18,11
3	12,2	30,66	16,57	16,84
3	12,2	30	24,96	18,43
3	12,2	37,6	32,94	30,06
3	12,2	30,17	26,57	19,96
3	12,2	28,31	25,28	19,38
3	12,2	33,55	19,18	17,15
6	3,2	33,01	27,64	27,41
6	3,2	33,05	27,86	28,73
6	3,2	37,14	16,44	20,17
6	3,2	35,85	19,16	18,63

6	3,2	37,57	31,32	36,84
6	3,2	33,26	26,86	27,67
6	3,2	31,94	19,3	16,5
6	3,2	42,04	21,61	40,23
6	0,5	32,4	30,42	22,48
6	0,5	35,82	19	18,28
6	0,5	30,73	23,79	20,91
6	0,5	38,63	22,94	22,6
6	0,5	34,97	21,75	17,66
6	0,5	32,45	28,62	27,91
6	0,5	33,23	30,07	22,79
6	0,5	35,12	28,99	23,33
6	7,1	37,35	17,05	19,36
6	7,1	34,15	24,3	23,47
6	7,1	33,02	17,66	10,99
6	7,1	30,74	22,85	18,8
6	7,1	36,6	26,16	30,64
6	7,1	41,17	20,63	32,04
6	7,1	35,54	20,95	26,97
6	7,1	31,93	21,23	26,44
6	12,2	32,72	20,28	18,7
6	12,2	24,91	14,91	17,6
6	12,2	29,77	20,93	19,24
6	12,2	33,12	27,11	20,98
6	12,2	40,44	30,33	36,75
6	12,2	37,17	11,45	33,06
6	12,2	38,96	19,19	27
6	12,2	37,69	31,19	32,58
6	12,2	39,61	22,94	27,23
6	12,2	43,28	23,1	38,43
13	7,1	39,24	13,36	21,13
13	7,1	42,15	17,87	28
13	7,1	42,25	18,85	28,59
13	7,1	36,35	15,74	21,32
13	7,1	36,84	14,51	13,88
13	7,1	35,52	22,14	22,78
13	7,1	34,63	22,87	22,34
13	7,1	31,17	8,94	28,89
13	7,1	40,41	18,84	33,58
13	7,1	41,78	20,29	37,69
13	7,1	41,49	23,21	28,05
13	7,1	39,71	22,47	31,95
13	7,1	39,48	22,91	31,63
13	7,1	26,18	21,03	22,38
13	7,1	38,17	22,88	27,17
13	3,2	38,78	10,55	18,59
13	3,2	38,22	19,15	21,92
13	3,2	36,38	22,6	22,52
13	3,2	41,95	22,69	29,44
13	3,2	35,64	23,26	25,22

13	3,2	38,15	35,86	33,64
13	3,2	36,2	21,85	17,06
13	3,2	34,41	21,8	19,91
13	3,2	35,95	25,12	18,84
13	3,2	36,76	26,4	21,55
13	3,2	29,13	29,33	20,77
13	3,2	34,21	29,07	24,53
13	3,2	36,78	28,21	25,78
13	3,2	44,01	24,47	34,02
13	3,2	33,35	14,72	20,28
13	3,2	36,56	14,47	23,16
13	3,2	38,24	13,37	9,2
13	3,2	30,09	24,14	18,76
13	0,5	33,31	18,78	12,31
13	0,5	36,78	13,3	10,61
13	0,5	31,53	24,06	16,87
13	0,5	34,37	20,01	15,08
13	0,5	36,29	18,32	16,59
13	0,5	34,1	24,74	25,05
13	0,5	27,17	19,09	16,43
13	0,5	40,5	20,16	27,9
13	0,5	39,58	19,56	32,29
13	0,5	40,47	22,34	28,98
13	0,5	41,9	12,94	32,45
13	0,5	31,34	23,83	17,18
13	0,5	32,5	12,43	8,36
13	0,5	34,66	18,72	17,92
13	0,5	32,98	16,28	13,14
14	0,5	32,32	19,84	23,32
14	0,5	33,96	13,84	25,05
14	0,5	35,94	23,01	24,02
14	0,5	34,81	23,3	26,51
14	0,5	34,97	26,43	21,94
14	0,5	34,17	23,74	23,22
14	0,5	33,56	21,76	22,01
14	0,5	33,78	24,57	19,96
14	0,5	34,9	24,4	21,89
14	0,5	34,98	24,93	24,93
14	7,1	29,25	20,97	18,73
14	7,1	34,19	20,56	26,64
14	7,1	34,34	26,52	28,29
14	7,1	32,2	27,91	28,57
14	7,1	41,12	23,9	27,95
14	7,1	39,13	22,93	26,27
14	7,1	37,2	22,99	26,8
14	7,1	29,98	21,99	20,37
14	7,1	33,24	19,57	21,74
14	3,2	38,55	29,98	29,03
14	3,2	35,73	20,74	21,49
14	3,2	32,17	18,95	24,18

14	3,2	37,46	25,79	25,16
14	3,2	36,36	19,5	21,82
14	3,2	43,71	22,18	36,11
14	3,2	32,37	22,49	20,75
14	3,2	35,23	21,36	20,29
14	3,2	34,29	21,55	19,63

Tabla A.25. Evolución de los parámetros de color de frutillas mínimamente procesadas maduras almacenadas a diferentes temperaturas

Día	Temperatura	L*	C*	h
0		30,2	30,2	27,9
0		35,7	35,6	28,7
0		29,6	35,4	26,1
0		30,6	33,5	31,8
0		33,3	33,6	29,7
0		29,7	31,0	23,1
0		23,0	31,5	24,7
0		23,8	23,3	22,1
0		24,3	26,8	20,1
1	0,5	28,4	25,9	20,5
1	0,5	26,6	27,8	22,2
1	0,5	25,9	33,0	26,3
1	0,5	27,3	28,7	17,6
1	0,5	31,7	19,5	13,8
1	0,5	25,8	31,0	18,1
1	0,5	21,9	29,1	20,6
1	0,5	28,3	29,5	23,9
1	0,5	36,3	23,4	16,5
1	0,5	33,4	20,8	17,6
1	3,3	25,7	26,8	21,7
1	3,3	26,4	23,5	24,6
1	3,3	26,0	26,7	24,2
1	3,3	30,7	31,2	22,3
1	3,3	27,5	29,8	23,0
1	3,3	27,0	33,7	26,7
1	3,3	32,6	20,5	11,4
1	3,3	30,5	19,7	14,9
1	3,3	36,1	16,6	20,6
1	3,3	31,1	33,2	25,1
1	6	40,5	16,0	21,8
1	6	26,9	13,2	10,1
1	6	19,3	15,5	15,1
1	6	26,5	30,5	24,1
1	6	24,5	29,9	21,9
1	6	29,0	33,6	28,6
1	6	28,4	35,3	25,6
1	6	27,8	32,1	21,9
1	6	26,4	32,8	24,8
1	6	23,3	32,0	22,4
1	15	27,8	17,4	12,9
1	15	27,7	27,4	18,3
1	15	30,1	22,1	19,3
1	15	30,9	35,0	23,2
1	15	26,8	31,4	23,3
1	15	28,9	29,9	20,6

1	15	27,6	30,6	22,3
1	15	24,0	34,0	24,9
4	0,5	33,8	17,2	27,3
4	0,5	29,3	19,6	24,5
4	0,5	41,7	13,4	25,0
4	0,5	41,0	14,7	26,7
4	0,5	36,2	28,2	30,8
4	0,5	35,7	24,8	30,7
4	0,5	36,4	19,9	28,9
4	0,5	33,4	18,3	22,4
4	3,3	37,0	17,8	21,1
4	3,3	35,7	18,6	21,8
4	3,3	33,7	19,6	24,4
4	3,3	32,1	21,2	26,0
4	3,3	30,6	21,3	25,7
4	3,3	27,4	21,5	25,3
4	3,3	34,4	15,4	20,6
4	3,3	29,5	13,6	19,5
4	6	27,3	24,8	26,5
4	6	32,2	15,2	22,7
4	6	33,0	23,0	24,5
4	6	35,3	15,8	23,0
4	6	38,6	11,7	27,6
4	6	36,9	12,0	30,7
4	6	36,9	13,8	28,8
4	15	35,5	20,7	22,2
4	15	34,8	13,9	26,3
4	15	33,8	21,4	23,4
4	15	32,9	9,3	11,4
4	15	33,9	21,6	21,0
4	15	28,0	26,7	25,8
5	0,5	31,0	26,0	20,8
5	0,5	29,4	33,6	27,2
5	0,5	30,8	31,2	26,7
5	0,5	36,8	32,0	30,0
5	0,5	35,8	27,2	22,9
5	0,5	38,0	23,9	27,1
5	0,5	35,1	23,9	28,7
5	0,5	21,1	27,5	21,9
5	0,5	24,9	32,4	23,3
5	3,3	30,5	15,9	12,7
5	3,3	34,1	11,9	13,7
5	3,3	33,8	8,4	8,4
5	3,3	23,2	22,7	16,9
5	3,3	22,6	23,4	19,7
5	3,3	25,9	20,4	21,4
5	3,3	23,7	31,2	23,2
5	3,3	26,0	26,4	19,4
5	3,3	29,8	30,5	23,9
5	3,3	24,7	21,6	17,0

5	3,3	29,0	30,4	24,3
5	6	30,2	27,0	21,7
5	6	29,3	35,0	26,4
5	6	30,6	34,7	25,0
5	6	32,8	21,2	24,8
5	6	32,8	18,4	18,2
5	6	32,7	24,5	22,3
5	6	35,8	20,8	19,4
5	6	34,3	23,6	20,4
5	6	33,8	25,6	21,4
6	0,5	35,4	28,4	28,9
6	0,5	35,1	26,3	29,1
6	0,5	34,5	26,5	25,7
6	0,5	38,3	21,6	28,8
6	0,5	32,0	17,6	26,0
6	0,5	29,8	19,9	26,7
6	0,5	35,5	24,9	29,9
6	0,5	37,3	21,3	27,4
6	0,5	35,4	25,1	29,7
6	6	30,5	19,9	20,3
6	6	29,3	20,4	21,5
6	6	29,9	18,6	18,4
6	6	30,8	18,3	19,3
6	6	30,8	26,9	26,1
6	6	28,3	27,0	28,1
6	6	33,7	21,1	28,4
6	6	31,2	22,3	27,0
6	3,3	29,5	12,3	18,1
6	3,3	33,1	23,2	26,8
6	3,3	33,5	21,3	28,0
6	3,3	29,4	23,5	24,4
6	3,3	28,4	21,5	25,0
6	3,3	27,5	16,8	23,4
6	3,3	29,5	18,5	19,9
6	3,3	34,7	16,3	26,4
6	3,3	38,2	17,7	22,0
6	3,3	34,5	22,6	24,1
6	3,3	34,1	21,4	24,1
7	0,5	28,3	19,7	17,4
7	0,5	24,9	25,3	18,9
7	0,5	33,5	26,4	24,0
7	0,5	33,7	18,4	17,8
7	0,5	29,1	25,5	19,3
7	0,5	27,6	28,8	20,8
7	0,5	27,3	28,5	19,8
7	0,5	30,1	28,1	20,9
7	0,5	29,6	28,8	22,0
7	0,5	32,0	28,9	20,4
7	3,3	32,1	32,7	24,9
7	3,3	30,9	32,7	24,4

7	3,3	33,0	34,2	25,7
7	3,3	31,2	32,5	23,7
7	3,3	31,2	27,6	25,1
7	3,3	28,2	34,0	23,6
7	3,3	29,7	30,5	22,6
7	6	34,8	29,5	24,9
7	6	33,4	28,1	25,1
7	6	27,6	34,4	24,0
7	6	28,2	28,9	20,7
7	6	24,0	28,3	21,4
7	6	25,5	28,6	21,9
7	6	28,5	28,6	20,0
7	6	27,8	29,0	20,1
8	0,5	30,8	33,6	22,4
8	0,5	24,0	25,9	20,2
8	0,5	28,5	34,7	23,9
8	0,5	28,2	28,9	23,5
8	0,5	31,5	33,0	24,2
8	0,5	31,0	35,3	25,7
8	0,5	29,2	32,0	22,5
8	0,5	24,5	32,5	22,4
8	3,3	27,7	26,5	18,9
8	3,3	24,4	27,3	22,0
8	3,3	24,6	29,2	21,6
8	3,3	32,6	26,6	24,0
8	3,3	32,5	28,8	23,4
8	3,3	27,4	30,3	26,7
8	3,3	29,2	30,1	23,0
8	3,3	27,7	29,7	21,8
8	6	30,0	34,5	25,0
8	6	28,1	32,7	24,2
8	6	28,5	33,3	24,4
8	6	27,7	18,7	13,0
8	6	27,7	24,0	17,1
8	6	22,3	18,4	13,8
8	6	34,2	34,2	25,5
8	6	29,3	31,2	22,8
8	6	30,6	33,5	25,1
11	0,5	32,7	24,7	21,8
11	0,5	38,3	14,9	23,6
11	0,5	27,0	28,8	19,6
11	0,5	30,6	23,3	16,3
11	0,5	27,6	32,3	24,2
11	0,5	31,4	30,2	20,7
11	0,5	30,9	31,1	24,2
11	0,5	28,1	25,3	21,5
11	3,3	30,1	34,2	23,0
11	3,3	30,6	32,3	22,3
11	3,3	32,2	31,7	23,3
11	3,3	29,3	28,1	18,3

11	3,3	29,9	26,0	15,8
11	3,3	25,2	20,6	14,3
11	3,3	23,8	21,4	16,1
11	3,3	21,6	18,9	11,5

Tabla A.26. Estadística de la regresión del atributo Apariencia general de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia

Resumen		0,5 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,950836586				
Coefficiente de determinación R ²		0,904090213				
R ² ajustado		0,880112766				
Error típico		0,597882738				
Observaciones		6				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	13,47847826	13,47847826	37,7058585	0,003566147	
Residuos	4	1,429855072	0,357463768			
Total	5	14,90833333				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	12,18188406	0,428850228	28,40591715	9,13979E-06	10,99120247	13,37256564
Variable X 1	-0,541304348	0,088153	-6,140509629	0,003566147	-0,786056821	-0,296551874
Resumen		3 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9955				
Coefficiente de determinación R ²		0,9910				
R ² ajustado		0,9887				
Error típico		0,2300				
Observaciones		6				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	F	Valor crítico de F		
Regresión	1	23,2881	440,1384	0,0000		
Residuos	4	0,2116				
Total	5	23,4998				
	Coefficientes	Error típico	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	
Intercepción	12,1511	0,1650	0,0000	11,6930	12,6092	
Variable X 1	-0,7115	0,0339	0,0000	-0,8057	-0,6174	
Resumen		6 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,967711408				
Coefficiente de determinación R ²		0,936465369				
R ² ajustado		0,920581711				
Error típico		0,67975709				
Observaciones		6				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	27,2426087	27,2426087	58,95779064	0,001546998	
Residuos	4	1,848278804	0,462069701			
Total	5	29,0908875				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	11,62576087	0,487577187	23,84393936	1,83469E-05	10,27202677	12,97949497
Variable X 1	-0,769565217	0,100224715	-7,678397661	0,001546998	-1,047834213	-0,491296222
Resumen		15 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9988				
Coefficiente de determinación R ²		0,9976				
R ² ajustado		0,9952				
Error típico		0,3118				
Observaciones		3				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	F	Valor crítico de F		
Regresión	1	40,1334	412,7477	0,0313		
Residuos	1	0,0972				
Total	2	40,2306				
	Coefficientes	Error típico	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	
Intercepción	12,2665	0,2521	0,0131	9,0628	15,4703	
Variable X 1	-2,1519	0,1059	0,0313	-3,4978	-0,8061	

Tabla A.27. Estadística de la regresión del atributo Aroma de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia

ç

Resumen	0,5 °C
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación	0,9323
Coefficiente de determinaci	0,8691
R ² ajustado	0,8037
Error típico	1,0990
Observaciones	4

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	16,0438	16,0438	13,2846	0,0677
Residuos	2	2,4154	1,2077		
Total	3	18,4592			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	12,1581	1,0421	11,6665	0,0073	7,6742	16,6421
Variable X 1	-0,6795	0,1864	-3,6448	0,0677	-1,4816	0,1226

Resumen	3 °C
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación	0,9785
Coefficiente de determinaci	0,9575
R ² ajustado	0,9362
Error típico	1,0422
Observaciones	4

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	48,8813	48,8813	45,0072	0,0215
Residuos	2	2,1722	1,0861		
Total	3	51,0534			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	12,2017	0,9883	12,3465	0,0065	7,9495	16,4540
Variable X 1	-1,1860	0,1768	-6,7087	0,0215	-1,9467	-0,4254

Resumen	6 °C
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación	0,9029
Coefficiente de determinaci	0,8152
R ² ajustado	0,7228
Error típico	2,2953
Observaciones	4

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	46,4874	46,4874	8,8241	0,0971
Residuos	2	10,5365	5,2682		
Total	3	57,0239			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	11,5464	2,1766	5,3048	0,0337	2,1812	20,9116
Variable X 1	-1,1566	0,3894	-2,9705	0,0971	-2,8319	0,5187

Resumen	15 °C
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación	0,9241
Coefficiente de determinaci	0,8540
R ² ajustado	0,7081
Error típico	3,0315
Observaciones	3

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	53,7716	53,7716	5,8512	0,2496
Residuos	1	9,1898	9,1898		
Total	2	62,9613			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	10,7789	2,4513	4,3973	0,1424	-20,3672	41,9251
Variable X 1	-2,4909	1,0297	-2,4189	0,2496	-15,5749	10,5931

Tabla A.28. Estadística de la regresión del atributo Firmeza de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia

Resumen		0,5 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9819				
Coefficiente de determinación R ²		0,9640				
R ² ajustado		0,9461				
Error típico		0,1044				
Observaciones		4				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	0,5847	0,5847	53,6165	0,0181	
Residuos	2	0,0218	0,0109			
Total	3	0,6065				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	8,3336	0,0990	84,1546	0,0001	7,9076	8,7597
Variable X 1	-0,1297	0,0177	-7,3223	0,0181	-0,2059	-0,0535
Resumen		3 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,909950839				
Coefficiente de determinación R ²		0,82801053				
R ² ajustado		0,742015795				
Error típico		0,614410469				
Observaciones		4				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>F</i>			
Regresión	1	3,6348	9,6286			
Residuos	2	0,7550				
Total	3	4,3898				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	
Intercepción	8,5375	0,5826	0,0046	11,0444	6,0305	
Variable X 1	-0,3234	0,1042	0,0900	0,1250	-0,7719	
Resumen		6 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9970				
Coefficiente de determinación R ²		0,9940				
R ² ajustado		0,9910				
Error típico		0,0942				
Observaciones		4				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>F</i>			
Regresión	1	2,9283	329,7680			
Residuos	2	0,0178				
Total	3	2,9460				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	
Intercepción	8,2564	0,0894	0,0001	8,6409	7,8719	
Variable X 1	-0,2903	0,0160	0,0030	-0,2215	-0,3591	
Resumen		15 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9986				
Coefficiente de determinación R ²		0,9973				
R ² ajustado		0,9946				
Error típico		0,2515				
Observaciones		3				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>F</i>			
Regresión	1	23,3728	369,4612			
Residuos	1	0,0633				
Total	2	23,4360				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Superior 95,0%</i>	
Intercepción	8,1395	0,2034	0,0159	10,7237	10,7237	
Variable X 1	-1,6422	0,0854	0,0331	-0,5566	-0,5566	

Tabla A.29. Estadística de la regresión del atributo Sabor de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia

Resumen		0,5 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9808				
Coefficiente de determinación R ²		0,9620				
R ² ajustado		0,9430				
Error típico		0,4675				
Observaciones		4				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	11,0670	11,0670	50,6364	0,0192	
Residuos	2	0,4371	0,2186			
Total	3	11,5041				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	
Intercepción	9,4025	0,4433	21,2086	0,0022	7,4950	
Variable X 1	-0,5643	0,0793	-7,1159	0,0192	-0,9056	
Resumen		3 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9901				
Coefficiente de determinación R ²		0,9803				
R ² ajustado		0,9705				
Error típico		0,3546				
Observaciones		4				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	12,5280	12,5280	99,6091	0,0099	
Residuos	2	0,2515	0,1258			
Total	3	12,7796				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	
Intercepción	9,5271	0,3363	28,3282	0,0012	8,0800	
Variable X 1	-0,6004	0,0602	-9,9804	0,0099	-0,8593	
Resumen		6 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9627				
Coefficiente de determinación R ²		0,9267				
R ² ajustado		0,8901				
Error típico		0,8646				
Observaciones		4				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	18,9054	18,9054	25,2895	0,0373	
Residuos	2	1,4951	0,7476			
Total	3	20,4005				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	
Intercepción	8,9973	0,8199	10,9734	0,0082	5,4695	
Variable X 1	-0,7376	0,1467	-5,0289	0,0373	-1,3687	
Resumen		15 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9767				
Coefficiente de determinación R ²		0,9540				
R ² ajustado		0,9079				
Error típico		1,1973				
Observaciones		3				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	29,7048	29,7048	20,7219	0,1377	
Residuos	1	1,4335	1,4335			
Total	2	31,1384				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	
Intercepción	8,6706	0,9681	8,9559	0,0708	-3,6307	
Variable X 1	-1,8513	0,4067	-4,5521	0,1377	-7,0189	

Tabla A.30. Estadística de la regresión del defecto Oscurecimiento de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia

Resumen		0,5 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0,975348764					
Coefficiente de determinación R ²	0,951305212					
R ² ajustado	0,939131515					
Error típico	0,455589382					
Observaciones	6					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	16,21976576	16,21976576	78,1443154	0,000904035	
Residuos	4	0,830246739	0,207561685			
Total	5	17,0500125				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	1,034782609	0,326785836	3,166546692	0,033970052	0,127477794	1,942087423
Variable X 1	0,593804348	0,06717299	8,839927341	0,000904035	0,407301843	0,780306852
Resumen		3 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0,853707883					
Coefficiente de determinación R ²	0,72881715					
R ² ajustado	0,661021438					
Error típico	0,983471298					
Observaciones	6					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	10,3977587	10,3977587	10,7501953	0,030536648	
Residuos	4	3,868863179	0,967215795			
Total	5	14,26662188				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	1,89951087	0,70542577	2,692715448	0,054504312	-0,059069115	3,858090854
Variable X 1	0,475434783	0,145004932	3,278749046	0,030536648	0,072835715	0,87803385
Resumen		15 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0,876340754					
Coefficiente de determinación R ²	0,767973118					
R ² ajustado	0,709966397					
Error típico	1,229629783					
Observaciones	6					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	20,01780489	20,01780489	13,23938175	0,021991939	
Residuos	4	6,047957609	1,511989402			
Total	5	26,0657625				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	2,001304348	0,881990698	2,26907648	0,085815143	-0,44749948	4,450108176
Variable X 1	0,659673913	0,18129902	3,638596123	0,021991939	0,156306092	1,163041734
Resumen		15 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0,922794254					
Coefficiente de determinación R ²	0,851549236					
R ² ajustado	0,703098471					
Error típico	1,993030223					
Observaciones	3					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	22,78531803	22,78531803	5,736240156	0,251799298	
Residuos	1	3,972169471	3,972169471			
Total	2	26,7574875				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	1,735096154	1,611579266	1,076643383	0,476514717	-18,74187222	22,21206453
Variable X 1	1,621442308	0,676998705	2,395044917	0,251799298	-6,980604992	10,22348961

Tabla A.31. Estadística de la regresión del defecto Olores extraños de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia

Resumen		0,5 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9203				
Coefficiente de determinación F		0,8469				
R ² ajustado		0,8086				
Error típico		0,8887				
Observaciones		6				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	17,4722	17,4722	22,1211	0,0093	
Residuos	4	3,1594	0,7898			
Total	5	20,6316				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	1,3898	0,6375	2,1802	0,0947	-0,3801	3,1597
Variable X 1	0,6163	0,1310	4,7033	0,0093	0,2525	0,9801
Resumen		3 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,8578				
Coefficiente de determinación F		0,7357				
R ² ajustado		0,6697				
Error típico		1,6648				
Observaciones		6				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	30,8648	30,8648	11,1365	0,0289	
Residuos	4	11,0860	2,7715			
Total	5	41,9508				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	2,7385	1,1941	2,2933	0,0836	-0,5769	6,0539
Variable X 1	0,8191	0,2455	3,3371	0,0289	0,1376	1,5006
Resumen		6 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,8522				
Coefficiente de determinación F		0,7263				
R ² ajustado		0,6578				
Error típico		1,7142				
Observaciones		6				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	31,1851	31,1851	10,6123	0,0311	
Residuos	4	11,7544	2,9386			
Total	5	42,9395				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	3,2103	1,2296	2,6109	0,0594	-0,2036	6,6242
Variable X 1	0,8234	0,2527	3,2576	0,0311	0,1216	1,5251
Resumen		15 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9669				
Coefficiente de determinación F		0,9349				
R ² ajustado		0,8698				
Error típico		1,9680				
Observaciones		3				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	55,6179	55,6179	14,3600	0,1643	
Residuos	1	3,8731	3,8731			
Total	2	59,4911				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	2,1329	1,5914	1,3403	0,4081	-18,0872	22,3529
Variable X 1	2,5333	0,6685	3,7895	0,1643	-5,9609	11,0274

Tabla A.32. Estadística de la regresión del defecto Sabores extraños de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,960512424
Coefficiente de determinación	0,922584116
R ² ajustado	0,883876175
Error típico	0,540557641
Observaciones	4

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	6,964499562	6,964499562	23,8344917	0,039487576
Residuos	2	0,584405126	0,292202563		
Total	3	7,548904688			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	1,497895683	0,512613001	2,922078995	0,099877512	-0,707701581	3,703492948
Variable X 1	0,447679856	0,091699001	4,882058142	0,039487576	0,053130623	0,842229089

Resumen 3 °C

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,898600819
Coefficiente de determinación	0,807483432
R ² ajustado	0,711225148
Error típico	1,163638454
Observaciones	4

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	11,3587786	11,3587786	8,388716263	0,101399181
Residuos	2	2,708108903	1,354054451		
Total	3	14,0668875			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	0,906798561	1,103483061	0,821760291	0,497588328	-3,84110915	5,654706272
Variable X 1	0,571726619	0,197397051	2,896328065	0,101399181	-0,277604933	1,42105817

Resumen 6 °C

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,838536216
Coefficiente de determinación	0,703142985
R ² ajustado	0,554714478
Error típico	1,829637414
Observaciones	4

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	15,85829137	15,85829137	4,737250256	0,161463784
Residuos	2	6,695146133	3,347573067		
Total	3	22,5534375			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	1,66618705	1,735052574	0,960309258	0,438232509	-5,79914684	9,13152094
Variable X 1	0,675539568	0,31037564	2,176522515	0,161463784	-0,659899956	2,010979093

Resumen 15 °C

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,999204516
Coefficiente de determinación	0,998409665
R ² ajustado	0,996819331
Error típico	0,310353784
Observaciones	3

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	60,46921803	60,46921803	627,7984846	0,025394494
Residuos	1	0,096319471	0,096319471		
Total	2	60,5655375			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95,0%</i>
Intercepción	1,495096154	0,25095441	5,957640496	0,105870789	-1,693568295	4,683760602
Variable X 1	2,641442308	0,105421939	25,05590718	0,025394494	1,301935311	3,980949304

Tabla A.33. Estadística de la regresión del atributo de calidad Sólidos solubles de frutillas mínimamente procesadas de madurez intermedia

Resumen		0,5 °C					
<i>Estadísticas de la regresión</i>							
Coefficiente de correlación múltiple		0,8958					
Coefficiente de determinación R ²		0,8025					
R ² ajustado		0,7695					
Error típico		0,0574					
Observaciones		8					
ANÁLISIS DE VARIANZA							
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F		
Regresión	1	0,0803	0,0803	24,3745	0,0026		
Residuos	6	0,0198	0,0033				
Total	7	0,1001					
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	
Intercepción	1,9961	0,0375	53,2534	0,0000	1,9043	2,0878	
Variable X 1	-0,0296	0,0060	-4,9371	0,0026	-0,0443	-0,0149	
Resumen		3 °C					
<i>Estadísticas de la regresión</i>							
Coefficiente de correlación múltiple		0,9421					
Coefficiente de determinación R ²		0,8875					
R ² ajustado		0,8688					
Error típico		0,0576					
Observaciones		8					
ANÁLISIS DE VARIANZA							
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F		
Regresión	1	0,1571	0,1571	47,3433	0,0005		
Residuos	6	0,0199	0,0033				
Total	7	0,1770					
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	
Intercepción	1,9950	0,0376	53,0553	0,0000	1,9030	2,0870	
Variable X 1	-0,0414	0,0060	-6,8806	0,0005	-0,0562	-0,0267	
Resumen		7 °C					
<i>Estadísticas de la regresión</i>							
Coefficiente de correlación múltiple		0,9567					
Coefficiente de determinación R ²		0,9152					
R ² ajustado		0,8982					
Error típico		0,0608					
Observaciones		7					
ANÁLISIS DE VARIANZA							
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F		
Regresión	1	0,1993	0,1993	53,9629	0,0007		
Residuos	5	0,0185	0,0037				
Total	6	0,2178					
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	
Intercepción	2,0117	0,0433	46,4413	0,0000	1,9004	2,1231	
Variable X 1	-0,0609	0,0083	-7,3459	0,0007	-0,0822	-0,0396	
Resumen		15 °C					
<i>Estadísticas de la regresión</i>							
Coefficiente de correlación múltiple		0,9975					
Coefficiente de determinación R ²		0,9950					
R ² ajustado		0,9900					
Error típico		0,0203					
Observaciones		3					
ANÁLISIS DE VARIANZA							
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F		
Regresión	1	0,0820	0,0820	198,8607	0,0451		
Residuos	1	0,0004	0,0004				
Total	2	0,0824					
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	
Intercepción	2,0591	0,0164	125,3884	0,0051	1,8505	2,2678	
Variable X 1	-0,0973	0,0069	-14,1018	0,0451	-0,1849	-0,0096	

Tabla A.34. Estadística de la regresión del atributo Apariencia general de frutillas mínimamente procesadas maduras al momento de la cosecha

Resumen		0,5 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0,950836586					
Coefficiente de determinación R ²	0,904090213					
R ² ajustado	0,880112766					
Error típico	0,597882738					
Observaciones	6					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	13,47847826	13,47847826	37,7058585	0,003566147	
Residuos	4	1,429855072	0,357463768			
Total	5	14,90833333				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	12,18188406	0,428850228	28,40591715	9,13979E-06	10,99120247	13,37256564
Variable X 1	-0,541304348	0,088153	-6,140509629	0,003566147	-0,786056821	-0,296551874
Resumen		3 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0,9955					
Coefficiente de determinación R ²	0,9910					
R ² ajustado	0,9887					
Error típico	0,2300					
Observaciones	6					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>		
Regresión	1	23,2881	440,1384	0,0000		
Residuos	4	0,2116				
Total	5	23,4998				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	
Intercepción	12,1511	0,1650	0,0000	11,6930	12,6092	
Variable X 1	-0,7115	0,0339	0,0000	-0,8057	-0,6174	
Resumen		6 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0,967711408					
Coefficiente de determinación R ²	0,936465369					
R ² ajustado	0,920581711					
Error típico	0,67975709					
Observaciones	6					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	27,2426087	27,2426087	58,95779064	0,001546998	
Residuos	4	1,848278804	0,462069701			
Total	5	29,0908875				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	11,62576087	0,487577187	23,84393936	1,83469E-05	10,27202677	12,97949497
Variable X 1	-0,769565217	0,100224715	-7,678397661	0,001546998	-1,047834213	-0,491296222
Resumen		15 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple	0,9988					
Coefficiente de determinación R ²	0,9976					
R ² ajustado	0,9952					
Error típico	0,3118					
Observaciones	3					
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>		
Regresión	1	40,1334	412,7477	0,0313		
Residuos	1	0,0972				
Total	2	40,2306				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	
Intercepción	12,2665	0,2521	0,0131	9,0628	15,4703	
Variable X 1	-2,1519	0,1059	0,0313	-3,4978	-0,8061	

Tabla A.35. Estadística de la regresión del atributo Aroma de frutillas mínimamente procesadas maduras al momento de la cosecha

Resumen		0,5 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9323				
Coefficiente de determinación R ²		0,8691				
R ² ajustado		0,8037				
Error típico		1,0990				
Observaciones		4				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	16,0438	16,0438	13,2846	0,0677	
Residuos	2	2,4154	1,2077			
Total	3	18,4592				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	12,1581	1,0421	11,6665	0,0073	7,6742	16,6421
Variable X 1	-0,6795	0,1864	-3,6448	0,0677	-1,4816	0,1226
Resumen		3 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9785				
Coefficiente de determinación R ²		0,9575				
R ² ajustado		0,9362				
Error típico		1,0422				
Observaciones		4				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	48,8813	48,8813	45,0072	0,0215	
Residuos	2	2,1722	1,0861			
Total	3	51,0534				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	12,2017	0,9883	12,3465	0,0065	7,9495	16,4540
Variable X 1	-1,1860	0,1768	-6,7087	0,0215	-1,9467	-0,4254
Resumen		6 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9029				
Coefficiente de determinación R ²		0,8152				
R ² ajustado		0,7228				
Error típico		2,2953				
Observaciones		4				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	46,4874	46,4874	8,8241	0,0971	
Residuos	2	10,5365	5,2682			
Total	3	57,0239				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	11,5464	2,1766	5,3048	0,0337	2,1812	20,9116
Variable X 1	-1,1566	0,3894	-2,9705	0,0971	-2,8319	0,5187
Resumen		15 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9241				
Coefficiente de determinación R ²		0,8540				
R ² ajustado		0,7081				
Error típico		3,0315				
Observaciones		3				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	53,7716	53,7716	5,8512	0,2496	
Residuos	1	9,1898	9,1898			
Total	2	62,9613				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	10,7789	2,4513	4,3973	0,1424	-20,3672	41,9251
Variable X 1	-2,4909	1,0297	-2,4189	0,2496	-15,5749	10,5931

Tabla A.36. Estadística de la regresión del atributo Firmeza de frutillas mínimamente procesadas maduras al momento de la cosecha

Resumen		0,5 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9819				
Coefficiente de determinación R ²		0,9640				
R ² ajustado		0,9461				
Error típico		0,1044				
Observaciones		4				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	0,5847	0,5847	53,6165	0,0181	
Residuos	2	0,0218	0,0109			
Total	3	0,6065				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	8,3336	0,0990	84,1546	0,0001	7,9076	8,7597
Variable X 1	-0,1297	0,0177	-7,3223	0,0181	-0,2059	-0,0535
Resumen		3 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,909950839				
Coefficiente de determinación R ²		0,82801053				
R ² ajustado		0,742015795				
Error típico		0,614410469				
Observaciones		4				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>F</i>			
Regresión	1	3,6348	9,6286			
Residuos	2	0,7550				
Total	3	4,3898				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	
Intercepción	8,5375	0,5826	0,0046	11,0444	6,0305	
Variable X 1	-0,3234	0,1042	0,0900	0,1250	-0,7719	
Resumen		6 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9970				
Coefficiente de determinación R ²		0,9940				
R ² ajustado		0,9910				
Error típico		0,0942				
Observaciones		4				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>F</i>			
Regresión	1	2,9283	329,7680			
Residuos	2	0,0178				
Total	3	2,9460				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95,0%</i>	
Intercepción	8,2564	0,0894	0,0001	8,6409	7,8719	
Variable X 1	-0,2903	0,0160	0,0030	-0,2215	-0,3591	
Resumen		15 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9986				
Coefficiente de determinación R ²		0,9973				
R ² ajustado		0,9946				
Error típico		0,2515				
Observaciones		3				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>F</i>			
Regresión	1	23,3728	369,4612			
Residuos	1	0,0633				
Total	2	23,4360				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Superior 95,0%</i>	
Intercepción	8,1395	0,2034	0,0159	10,7237	10,7237	
Variable X 1	-1,6422	0,0854	0,0331	-0,5566	-0,5566	

Tabla A.37. Estadística de la regresión del atributo Sabor de frutillas mínimamente procesadas maduras al momento de la cosecha

Resumen		0,5 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9808				
Coefficiente de determinación R ²		0,9620				
R ² ajustado		0,9430				
Error típico		0,4675				
Observaciones		4				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	11,0670	11,0670	50,6364	0,0192	
Residuos	2	0,4371	0,2186			
Total	3	11,5041				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	9,4025	0,4433	21,2086	0,0022	7,4950	11,3100
Variable X 1	-0,5643	0,0793	-7,1159	0,0192	-0,9056	-0,2231
Resumen		3 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9901				
Coefficiente de determinación R ²		0,9803				
R ² ajustado		0,9705				
Error típico		0,3546				
Observaciones		4				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	12,5280	12,5280	99,6091	0,0099	
Residuos	2	0,2515	0,1258			
Total	3	12,7796				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	9,5271	0,3363	28,3282	0,0012	8,0800	10,9741
Variable X 1	-0,6004	0,0602	-9,9804	0,0099	-0,8593	-0,3416
Resumen		6 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9627				
Coefficiente de determinación R ²		0,9267				
R ² ajustado		0,8901				
Error típico		0,8646				
Observaciones		4				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	18,9054	18,9054	25,2895	0,0373	
Residuos	2	1,4951	0,7476			
Total	3	20,4005				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	8,9973	0,8199	10,9734	0,0082	5,4695	12,5251
Variable X 1	-0,7376	0,1467	-5,0289	0,0373	-1,3687	-0,1065
Resumen		15 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9767				
Coefficiente de determinación R ²		0,9540				
R ² ajustado		0,9079				
Error típico		1,1973				
Observaciones		3				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>	
Regresión	1	29,7048	29,7048	20,7219	0,1377	
Residuos	1	1,4335	1,4335			
Total	2	31,1384				
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>
Intercepción	8,6706	0,9681	8,9559	0,0708	-3,6307	20,9719
Variable X 1	-1,8513	0,4067	-4,5521	0,1377	-7,0189	3,3162

Tabla A.38. Estadística de la regresión del defecto Oscurecimiento de frutillas mínimamente procesadas maduras al momento de la cosecha

Resumen		0,5 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9753				
Coefficiente de determinación R ²		0,9513				
R ² ajustado		0,9391				
Error típico		0,4556				
Observaciones		6				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	16,2198	16,2198	78,1443	0,0009	
Residuos	4	0,8302	0,2076			
Total	5	17,0500				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	1,0348	0,3268	3,1665	0,0340	0,1275	1,9421
Variable X 1	0,5938	0,0672	8,8399	0,0009	0,4073	0,7803
Resumen		3 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,8537				
Coefficiente de determinación R ²		0,7288				
R ² ajustado		0,6610				
Error típico		0,9835				
Observaciones		6				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	10,3978	10,3978	10,7502	0,0305	
Residuos	4	3,8689	0,9672			
Total	5	14,2666				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	1,8995	0,7054	2,6927	0,0545	-0,0591	3,8581
Variable X 1	0,4754	0,1450	3,2787	0,0305	0,0728	0,8780
Resumen		6 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,8763				
Coefficiente de determinación R ²		0,7680				
R ² ajustado		0,7100				
Error típico		1,2296				
Observaciones		6				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	20,0178	20,0178	13,2394	0,0220	
Residuos	4	6,0480	1,5120			
Total	5	26,0658				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	2,0013	0,8820	2,2691	0,0858	-0,4475	4,4501
Variable X 1	0,6597	0,1813	3,6386	0,0220	0,1563	1,1630
Resumen		15 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9228				
Coefficiente de determinación R ²		0,8515				
R ² ajustado		0,7031				
Error típico		1,9930				
Observaciones		3				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	22,7853	22,7853	5,7362	0,2518	
Residuos	1	3,9722	3,9722			
Total	2	26,7575				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	1,7351	1,6116	1,0766	0,4765	-18,7419	22,2121
Variable X 1	1,6214	0,6770	2,3950	0,2518	-6,9806	10,2235

Tabla A.39. Estadística de la regresión del defecto Olores extraños de frutillas mínimamente procesadas maduras al momento de la cosecha

Resumen		0,5 °C					
<i>Estadísticas de la regresión</i>							
Coefficiente de correlación múltiple		0,9203					
Coefficiente de determinación R ²		0,8469					
R ² ajustado		0,8086					
Error típico		0,8887					
Observaciones		6					
ANÁLISIS DE VARIANZA							
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>		
Regresión	1	17,4722	17,4722	22,1211	0,0093		
Residuos	4	3,1594	0,7898				
Total	5	20,6316					
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	
Intercepción	1,3898	0,6375	2,1802	0,0947	-0,3801	3,1597	
Variable X 1	0,6163	0,1310	4,7033	0,0093	0,2525	0,9801	
Resumen		3 °C					
<i>Estadísticas de la regresión</i>							
Coefficiente de correlación múltiple		0,8578					
Coefficiente de determinación R ²		0,7357					
R ² ajustado		0,6697					
Error típico		1,6648					
Observaciones		6					
ANÁLISIS DE VARIANZA							
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>		
Regresión	1	30,8648	30,8648	11,1365	0,0289		
Residuos	4	11,0860	2,7715				
Total	5	41,9508					
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	
Intercepción	2,7385	1,1941	2,2933	0,0836	-0,5769	6,0539	
Variable X 1	0,8191	0,2455	3,3371	0,0289	0,1376	1,5006	
Resumen		6 °C					
<i>Estadísticas de la regresión</i>							
Coefficiente de correlación múltiple		0,8522					
Coefficiente de determinación R ²		0,7263					
R ² ajustado		0,6578					
Error típico		1,7142					
Observaciones		6					
ANÁLISIS DE VARIANZA							
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>		
Regresión	1	31,1851	31,1851	10,6123	0,0311		
Residuos	4	11,7544	2,9386				
Total	5	42,9395					
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	
Intercepción	3,2103	1,2296	2,6109	0,0594	-0,2036	6,6242	
Variable X 1	0,8234	0,2527	3,2576	0,0311	0,1216	1,5251	
Resumen		15 °C					
<i>Estadísticas de la regresión</i>							
Coefficiente de correlación múltiple		0,9669					
Coefficiente de determinación R ²		0,9349					
R ² ajustado		0,8698					
Error típico		1,9680					
Observaciones		3					
ANÁLISIS DE VARIANZA							
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>		
Regresión	1	55,6179	55,6179	14,3600	0,1643		
Residuos	1	3,8731	3,8731				
Total	2	59,4911					
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	
Intercepción	2,1329	1,5914	1,3403	0,4081	-18,0872	22,3529	
Variable X 1	2,5333	0,6685	3,7895	0,1643	-5,9609	11,0274	

Tabla A.40. Estadística de la regresión del defecto Sabores extraños de frutillas mínimamente procesadas maduras al momento de la cosecha

Resumen	0,5 °C
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,960512424
Coefficiente de determinación R ²	0,922584116
R ² ajustado	0,883876175
Error típico	0,540557641
Observaciones	4

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	MS	F	Valor crítico de F
Regresión	1	6,9644996	6,964499562	23,8344917	0,039487576
Residuos	2	0,5844051	0,292202563		
Total	3	7,5489047			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95,0%
Intercepción	1,497895683	0,512613	2,922078995	0,099877512	-0,707701581	3,703492948
Variable X 1	0,447679856	0,091699	4,882058142	0,039487576	0,053130623	0,842229089

Resumen	3 °C
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,898600819
Coefficiente de determinación R ²	0,807483432
R ² ajustado	0,711225148
Error típico	1,163638454
Observaciones	4

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	MS	F	Valor crítico de F
Regresión	1	11,358779	11,3587786	8,388716263	0,101399181
Residuos	2	2,7081089	1,354054451		
Total	3	14,066888			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95,0%
Intercepción	0,906798561	1,1034831	0,821760291	0,497588328	-3,84110915	5,654706272
Variable X 1	0,571726619	0,1973971	2,896328065	0,101399181	-0,277604933	1,42105817

Resumen	6 °C
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,838536216
Coefficiente de determinación R ²	0,703142985
R ² ajustado	0,554714478
Error típico	1,829637414
Observaciones	4

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	MS	F	Valor crítico de F
Regresión	1	15,858291	15,85829137	4,737250256	0,161463784
Residuos	2	6,6951461	3,347573067		
Total	3	22,553438			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95,0%
Intercepción	1,66618705	1,7350526	0,960309258	0,438232509	-5,79914684	9,13152094
Variable X 1	0,675539568	0,3103756	2,176522515	0,161463784	-0,659899956	2,010979093

Resumen	15 °C
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,999204516
Coefficiente de determinación R ²	0,998409665
R ² ajustado	0,996819331
Error típico	0,310353784
Observaciones	3

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	MS	F	Valor crítico de F
Regresión	1	60,469218	60,46921803	627,7984846	0,025394494
Residuos	1	0,0963195	0,096319471		
Total	2	60,565538			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95,0%
Intercepción	1,495096154	0,2509544	5,957640496	0,105870789	-1,693568295	4,683760602
Variable X 1	2,641442308	0,1054219	25,05590718	0,025394494	1,301935311	3,980949304

Tabla A.41. Estadística de la regresión del atributo de calidad Sólidos solubles de frutillas mínimamente procesadas maduras al momento de la cosecha

Resumen		0,5 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,8958				
Coefficiente de determinación R ²		0,8025				
R ² ajustado		0,7695				
Error típico		0,0574				
Observaciones		8				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	0,0803	0,0803	24,3745	0,0026	
Residuos	6	0,0198	0,0033			
Total	7	0,1001				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	1,9961	0,0375	53,2534	0,0000	1,9043	2,0878
Variable X 1	-0,0296	0,0060	-4,9371	0,0026	-0,0443	-0,0149
Resumen		3 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9421				
Coefficiente de determinación R ²		0,8875				
R ² ajustado		0,8688				
Error típico		0,0576				
Observaciones		8				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	0,1571	0,1571	47,3433	0,0005	
Residuos	6	0,0199	0,0033			
Total	7	0,1770				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	1,9950	0,0376	53,0553	0,0000	1,9030	2,0870
Variable X 1	-0,0414	0,0060	-6,8806	0,0005	-0,0562	-0,0267
Resumen		7 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9567				
Coefficiente de determinación R ²		0,9152				
R ² ajustado		0,8982				
Error típico		0,0608				
Observaciones		7				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	0,1993	0,1993	53,9629	0,0007	
Residuos	5	0,0185	0,0037			
Total	6	0,2178				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	2,0117	0,0433	46,4413	0,0000	1,9004	2,1231
Variable X 1	-0,0609	0,0083	-7,3459	0,0007	-0,0822	-0,0396
Resumen		15 °C				
<i>Estadísticas de la regresión</i>						
Coefficiente de correlación múltiple		0,9975				
Coefficiente de determinación R ²		0,9950				
R ² ajustado		0,9900				
Error típico		0,0203				
Observaciones		3				
ANÁLISIS DE VARIANZA						
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F	
Regresión	1	0,0820	0,0820	198,8607	0,0451	
Residuos	1	0,0004	0,0004			
Total	2	0,0824				
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%
Intercepción	2,0591	0,0164	125,3884	0,0051	1,8505	2,2678
Variable X 1	-0,0973	0,0069	-14,1018	0,0451	-0,1849	-0,0096

7.4. ANEXO 4

Presentación a Congresos durante
la realización de la tesis

- III Encuentro Bioquímico del Litoral”. FABICIB, UNL. Santa Fe, 16, 17 y 18 de junio de 2005:

Reyes, M.S., Mattaloni, M., Pirovani, M.E., Güemes, D. y Piagentini, A. Aptitud para el mínimo procesamiento de tres variedades de frutillas de producción regional.

Mattaloni, M., Reyes, M.S., Pirovani, M.E., Güemes, D. y Piagentini, A. Evaluación de la intensidad respiratoria a distintas temperaturas de tres variedades de frutillas enteras y mínimamente procesadas.

- “IX Encuentro de Jóvenes Investigadores”. UNL. Santa Fe, 26 y 27 de Octubre de 2005:

Reyes, M.S. y Mattaloni, M. Estudio comparativo de la vida útil y aptitud para el mínimo procesamiento de tres variedades de frutillas.

- “IV Encuentro Nacional sobre Mínimo Procesamiento de Frutas y Hortalizas. I Simposio Ibero-americano de Vegetales Cortados Frescos”. San Pedro, San Pablo, Brasil. 4, 6 y 7 de Abril de 2006:

Reyes, M.S., Mattaloni, M., Piagentini, A., Güemes, D. y Pirovani, M.E. Efecto de la variedad y del procesamiento sobre la calidad de frutillas frescas cortadas.

- “X Encuentro de Jóvenes Investigadores”. UNL. Santa Fe, 25 y 26 de Octubre de 2006:

Reyes, M.S., Pirovani, M.E. y Güemes, D. Efecto de diferentes tratamientos de lavado sobre la calidad microbiológica y sensorial de frutillas mínimamente procesadas.

- “Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos”. Córdoba 15, 16 y 17 de Noviembre de 2006:

Reyes, M.S., Pirovani, M.E., Güemes, D. y Piagentini, A. Efecto de diferentes tratamientos sanitizantes sobre la calidad de frutillas mínimamente procesadas.

- “V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones”. Cartagena, Murcia (España), 29 de Mayo al 1 de Junio de 2007:

Salinas Hernández, R., Reyes, S., Sabbag, N., Costa, S., González Aguilar, G. y Pirovani, M.E. Modelado de los cambios en los atributos sensoriales de fresas frescas cortadas.

- “XI Congreso CYTAL. 2º Simposio Intencional de Nuevas Tecnologías”. Buenos Aires, 12 al 14 de Septiembre de 2007.

Sabbag, N.G, Pirovani, M.E., Costa, S.C. y Reyes, Silvina. Deterioro Sensorial de Frutilla Míimimamente Procesada.

- “XV Jornadas de Jóvenes Investigados de Universidades del Grupo Montevideo”. Asunción del Paraguay (Paraguay), 24 al 26 de Octubre de 2007:

Reyes, M.S., Pirovani, M.E. y Güemes, D.R. Cambios en la calidad sensorial de frutillas frescas cortadas con diferente grado de madurez de cosecha.