



## Proyecto Fin de Carrera

Estudio de los tratamientos post-cosecha con 1-metilciclopropeno para aumentar la vida útil y la calidad de paraguayos Sweet Cab y platerinas 778

Autor/es

**Rubén Domingo Cebrián**

Director/es y/o ponente

**M<sup>a</sup> Eugenia Venturini Crespo**

Escuela Politécnica Superior de Huesca

**Ingeniero Agrónomo**

2014



## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, quería agradecer todo el esfuerzo, tiempo y dedicación de mi directora de proyecto, la Dra. Mº Eugenia Venturini Crespo. Muchas gracias por todo lo aprendido, por haberme introducido en este mundo de las tecnologías post-cosecha en frutas y sobre todo por tu paciencia y trato recibido durante este periodo de tiempo.

Muchas gracias a todo el personal del departamento de vegetales de la Facultad de Veterinaria por haberme ayudado en todo momento, por haberme enseñado a manejar todos el equipo de laboratorio y por haber hecho mi estancia durante este tiempo mucho más agradable.

Y por último agradecer a mi familia por haberme apoyado y animado no solo en la realización de este proyecto sino durante toda la carrera.

## ÍNDICE

<b>INDICE FIGURAS.....</b>	<b>4</b>
<b>INDICE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>INDICE GRÁFICAS .....</b>	<b>7</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>13</b>
<b>1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
1.1. PRODUCCIÓN DE FRUTOS DE HUESO EN ESPAÑA .....	16
1.2. PARAGUAYOS Y PLATERINAS: CLASIFICACIÓN BOTÁNICA Y VARIEDADES .....	19
1.3. MADURACIÓN Y PARÁMETROS DE CALIDAD POST-COSECHA EN LAS FRUTAS DE HUESO .....	20
1.3.1. DEFINICIÓN DE CALIDAD EN LA FRUTA .....	20
1.3.2. DESARROLLO Y MADURACIÓN DE LOS FRUTOS DE HUESO .....	22
1.3.3.1. ACIDEZ.....	24
1.3.3.2. pH.....	24
1.3.3.3. SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES .....	25
1.3.3.4. RELACIÓN SÓLIDO SOLUBLES TOTALES / ACIDEZ (ÍNDICE DE MADUREZ).....	25
1.3.3.5. COLOR .....	26
1.4. CAUSAS QUE DETERMINAN LA CALIDAD Y LA VIDA UTIL POST-COSECHA EN LOS FRUTOS DE HUESO .....	28
1.4.1. GRADO DE MADUREZ EN LA COSECHA.....	29
1.4.2. PÉRDIDA DE AGUA.....	29
1.4.3. MADURACIÓN Y SENESCENCIA.....	30
1.4.4. DAÑOS MECÁNICOS.....	31
1.4.5. DAÑOS POR FRIO .....	31
1.4.6. PODREDUMBRES .....	34
1.5. TECNOLOGÍAS POST-COSECHA APLICADAS A LOS FRUTOS DE HUESO 36	
1.5.1. REFRIGERACIÓN: PRE-REFRIGERACIÓN Y MANTENIMIENTO EN FRIO 37	
1.5.2. LAS ATMÓSFERAS MODIFICADAS: ENVASADO EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS Y CONSERVACIÓN EN ATMÓSFERAS CONTROLADAS .....	38
1.5.3. EL MANEJO DEL ETILENO: LOS TRATAMIENTOS CON 1-MCP .....	39
<b>2. OBJETIVOS DEL PROYECTO .....</b>	<b>46</b>
<b>3. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>48</b>

3.1. MATERIALES.....	48
3.1.1. PROCEDENCIA Y CONDICIONES DE CULTIVO DE LAS MUESTRAS ...	48
3.1.2. RECEPCIÓN Y SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS.....	48
3.1.3. EQUIPAMIENTO DE LABORATORIO .....	50
3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	51
3.3. MÉTODOS .....	53
3.3.1. PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS .....	53
3.3.2. PARÁMETROS FISIOLÓGICOS.....	58
3.3.3. DESÓRDENES FISIOLÓGICOS Y PATOLÓGICOS.....	61
3.3.4. Evaluación sensorial.....	66
<b>4. RESULTADOS .....</b>	<b>70</b>
4.1. EFECTO DEL 1-MCP EN LA VIDA ÚTIL Y LA CALIDAD DE PLATERINAS	778
70	
4.1.1. PRODUCCIÓN DE ETILENO .....	70
4.1.2. ACTIVIDAD RESPIRATORIA .....	72
4.1.3. CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES .....	76
4.1.4. pH.....	78
4.1.5. ACIDEZ TITULABLE.....	79
4.1.6. COLOR.....	81
4.1.7. FIRMEZA .....	87
4.1.8. VITRESCENCIA .....	88
4.1.9. PODREDUMBRES .....	92
4.1.10. ANÁLISIS SENSORIAL .....	94
4.2. EFECTO DEL 1-MCP EN LA VIDA UTIL Y CALIDAD DE PARAGUAYOS SWEET CAB.....	106
4.2.1. PRODUCCIÓN DE ETILENO .....	106
4.2.2. ACTIVIDAD RESPIRATORIA .....	108
4.2.3. CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES EN PARAGUAYOS.	112
4.2.4. pH.....	113
4.2.5. ACIDEZ TITULABLE.....	115
4.2.6. COLOR .....	116
4.2.7. FIRMEZA .....	122
4.2.8. VITRESCENCIA .....	124
4.2.9. PODREDUMBRES .....	127
4.2.10. ANÁLISIS SENSORIAL .....	128
<b>5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>143</b>

<b>6. CONCLUSIONES .....</b>	<b>147</b>
<b>7. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>149</b>

## INDICE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Evolución de la producción de las principales especies de fruta dulce en España por especies en el período 1985-1986 y 2008-2010.	16
<b>Figura 2.</b> Evolución de la producción de los principales grupos varietales o tipologías de fruto en España en el período 1991-2012.	18
<b>Figura 3.</b> Curvas de crecimiento (tipo doble sigmoidea), de respiración y de producción de etileno del fruto del melocotonero.	22
<b>Figura 4.</b> Representación esquemática del Espacio CIELAB.	27
<b>Figura 5.</b> Podredumbre marrón en platerina.	35
<b>Figura 6.</b> Podredumbre marrón en paraguayo	35
<b>Figura 7.</b> Transporte de las platerinas 778 al laboratorio.	48
<b>Figura 8.</b> Platerinas cv 778 en el momento de su recepción en el laboratorio.	49
<b>Figura 9.</b> Paraguayos cv. Sweet Cab en el momento de su recepción en el laboratorio.	49
<b>Figura 10.</b> Resumen del diseño experimental.	53
<b>Figura 11.</b> (A) Ensayo de penetración mediante Texturómetro TA-XT2I y (B) Detalle de la sonda de penetración.	54
<b>Figura 12.</b> Curva característica de penetración.	54
<b>Figura 13.</b> (A) Colorímetro Minolta CR 200 y (B) medida de las coordenadas CIELAB.	56
<b>Figura 14.</b> (A) Titulador Crison Compact Titrator y (B) Medida del contenido de la acidez.	57
<b>Figura 15.</b> Refractómetro digital ATAGO DBX 55A.	57
<b>Figura 16.</b> Detalle del septum.	58
<b>Figura 17.</b> Analizador automático de gases (PBI Dansensor).	59
<b>Figura 18.</b> Determinación de la concentración de etileno. (A) Equipo utilizado (cromatógrafo de gases Hewlett Packard 4890 dotado de un detector de ionización de llama, FID) y (B) Detalle de la inyección de la muestra.	60
<b>Figura 19.</b> Escala gráfica para la cuantificación del grado de vitrescencia en platerinas (ordenado de grado 1 a grado 6).	62
<b>Figura 20.</b> Escala gráfica para la cuantificación del grado de vitrescencia en paraguayos (ordenado de grado 1 a grado 6).	62
<b>Figura 21.</b> Escala gráfica para la cuantificación de la textura algodonosa o “wollines” en platerinas (ordenado de grado 1 a grado 5).	63
<b>Figura 22.</b> Escala gráfica para la cuantificación de la textura algodonosa o “wollines” en paraguayos (ordenado de grado 1 a grado 5).	63
<b>Figura 23.</b> Escala gráfica para la cuantificación del enrojecimiento de la pulpa en platerinas (ordenado de grado 1 a grado 3).	64

<b>Figura 24.</b> Escala gráfica para la cuantificación del enrojecimiento de la pulpa en paraguayos (ordenado de grado 1 a grado 3).	64
<b>Figura 25.</b> Escala gráfica para la cuantificación del pardeamiento de la pulpa en platerinas (ordenado de grado 1 a grado 3).	65
<b>Figura 26.</b> Escala gráfica para la cuantificación del pardeamiento de la pulpa en platerinas (ordenado de grado 1 a grado 3).	65
<b>Figura 27.</b> Ejemplo de platerina con hueso abierto.	65
<b>Figura 28.</b> Ejemplo de paraguayo con hueso abierto.	65
<b>Figura 29.</b> Ficha de evaluación de cata.	67

## INDICE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Parámetros de calidad en los paraguayos cv. Sweet Cab en el momento de su recolección.	50
<b>Tabla 2.</b> Parámetros de calidad en las platerinas cv. 778 en el momento de su recolección.	50
<b>Tabla 3.</b> Tabla para cuantificar el grado de vitrescencia en la pulpa.	61
<b>Tabla 4.</b> Tabla para cuantificar el grado de vitrescencia en la pulpa.	62
<b>Tabla 5.</b> Tabla para cuantificar el grado de vitrescencia en la pulpa.	64
<b>Tabla 6.</b> Tabla para cuantificar el grado de vitrescencia en la pulpa.	64
<b>Tabla 7.</b> Evolución de la vitrescencia en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	89
<b>Tabla 8.</b> Evolución de la vitrescencia en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	90
<b>Tabla 9.</b> Vida útil en función de la aparición de vitrescencia en platerinas 778 tratadas con 1-MCP.	91
<b>Tabla 10.</b> Vida útil en función de la aparición de podredumbres en platerinas 778 y tratadas con 1-MCP.	93
<b>Tabla 11.</b> Vida útil en función de la aparición de vitrescencia y podredumbres en platerinas 778 tratados con 1-MCP.	94
<b>Tabla 12.</b> Evolución de la vitrescencia en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	124-125
<b>Tabla 13.</b> Evolución de la vitrescencia en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	125-126
<b>Tabla 14.</b> Vida útil en función de la aparición de vitrescencia en paraguayos Sweet Cab tratados con 1-MCP.	126
<b>Tabla 15.</b> Vida útil en función de la aparición de podredumbres en paraguayos Sweet Cab tratados con 1-MCP.	128
<b>Tabla 16.</b> Vida útil en función de la aparición de vitrescencia y podredumbres en paraguayos Sweet Cab tratados con 1-MCP.	128

## INDICE GRÁFICAS

**Gráfica 1.** Evolución de la producción de etileno en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

71

**Gráfica 2.** Evolución de la producción de etileno en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

72

**Gráfica 3.** Evolución del consumo de O<sub>2</sub> en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0°C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

73

**Gráfica 4.** Evolución del consumo de O<sub>2</sub> en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0°C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

74

**Gráfica 5.** Evolución de la producción de C<sub>0</sub><sub>2</sub> en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

75

**Gráfica 6.** Evolución de la producción de C<sub>0</sub><sub>2</sub> en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

76

**Gráfica 7.** Evolución del contenido de sólidos solubles totales en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

77

**Gráfica 8.** Evolución del contenido de sólidos solubles totales en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

77

**Gráfica 9.** Evolución del pH en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

78

**Gráfica 10.** Evolución del pH en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

79

**Gráfica 11.** Evolución de la acidez en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

80

**Gráfica 12.** Evolución de la acidez en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

80

**Gráfica 13.** Evolución del valor L\* en el fondo de platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

81

**Gráfica 14.** Evolución del valor L\* en el fondo de platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

82

<b>Gráfica 15.</b> Evolución del parámetro de color a* en el fondo de platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	83
<b>Gráfica 16.</b> Evolución del parámetro de color a* en el fondo de platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	83
<b>Gráfica 17.</b> Evolución del valor L* en la chapa de platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	84
<b>Gráfica 18.</b> Evolución del valor L* en la chapa de platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	85
<b>Gráfica 19.</b> Evolución del parámetro de color a* en la chapa de platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	86
<b>Gráfica 20.</b> Evolución del parámetro de color a* en la chapa de platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	86
<b>Gráfica 21.</b> Evolución de la firmeza en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	87
<b>Gráfica 22.</b> Evolución de la firmeza en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	88
<b>Gráfica 23.</b> Evolución de la producción de etileno en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	92
<b>Gráfica 24.</b> Evolución de la producción de etileno en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	93
<b>Gráfica 25.</b> Evolución del consumo de O <sub>2</sub> en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	94
<b>Gráfica 26.</b> Evolución del consumo de O <sub>2</sub> en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	95
<b>Gráfica 27.</b> Evolución de la producción de CO <sub>2</sub> paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	96

**Gráfica 28.** Evolución de la producción de C0<sub>2</sub> paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

97

**Gráfica 29.** Evolución del contenido de sólidos solubles totales en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

97

**Gráfica 30.** Evolución del contenido de sólidos solubles totales en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

98

**Gráfica 31.** Evolución del pH en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

99

**Gráfica 32.** Evolución del pH en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

99

**Gráfica 33.** Evolución de la acidez en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

100

**Gráfica 34.** Evolución de la acidez en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservados a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

101

**Gráfica 35.** Evolución del valor de "L" en el fondo de los paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

102

**Gráfica 36.** Evolución del valor de "L" en el fondo de los paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

102

**Gráfica 37.** Evolución del valor del parámetro de color "a" en el fondeo de los paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

103

**Gráfica 38.** Evolución del parámetro de color "a" en el fondo de los paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

104

**Gráfica 39.** Evolución del valor de "L" en la chapa de los paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

105

**Gráfica 40.** Evolución del valor de "L" en la chapa de los paraguayos paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

106

**Gráfica 41.** Evolución del valor del parámetro de color "a" en la chapa de los paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

107

- Gráfica 42.** Evolución del parámetro de color “a” en la chapa de los paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP. 108
- Gráfica 43.** Evolución de firmeza en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP. 109
- Gráfica 44.** Evolución de la firmeza en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP. 110
- Gráfica 45.** Evolución del % de frutos con podredumbre en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP. 111
- Gráfica 46.** Evolución del % de frutos con podredumbre en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP. 111
- Gráfica 47.** Evolución del % de frutos con podredumbre en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP. 112
- Gráfica 48.** Evolución del % de frutos con podredumbre en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP. 113
- Gráfica 49.** Evolución del aspecto externo en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP. 114
- Gráfica 50.** Evolución del aspecto externo en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP. 114
- Gráfica 51.** Evolución de la sensación al primer mordisco en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP. 115
- Gráfica 52.** Evolución de la sensación al primer mordisco en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP. 116
- Gráfica 53.** Evolución de la jugosidad en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP. 117
- Gráfica 54.** Evolución de la jugosidad en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP. 117
- Gráfica 55.** Evolución de la intensidad del sabor característico en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP. 118

<b>Gráfica 56.</b> Evolución de la intensidad del sabor característico en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	119
<b>Gráfica 57.</b> Evolución del dulzor en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	120
<b>Gráfica 58.</b> Evolución del dulzor en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	120
<b>Gráfica 59.</b> Evolución de la acidez en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	121
<b>Gráfica 60.</b> Evolución de la acidez en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	122
<b>Gráfica 61.</b> Evolución de la opinión global sobre platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	123
<b>Gráfica 62.</b> Evolución de la opinión global sobre platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	123
<b>Gráfica 63.</b> Evolución de la compra de platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	127
<b>Gráfica 64.</b> Evolución de la compra de platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	127
<b>Gráfica 65.</b> Evolución del aspecto externo en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	129
<b>Gráfica 66.</b> Evolución del aspecto externo en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	129
<b>Gráfica 67.</b> Evolución de la sensación al primer mordisco en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	130
<b>Gráfica 68.</b> Evolución de la sensación al primer mordisco en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	131
<b>Gráfica 69.</b> Evolución de la jugosidad en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.	132

**Gráfica 70.** Evolución de la jugosidad en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

132

**Gráfica 71.** Evolución de la intensidad del sabor característico en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

133

**Gráfica 72.** Evolución de la intensidad del sabor característico en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

134

**Gráfica 73.** Evolución del dulzor en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

135

**Gráfica 74.** Evolución del dulzor en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

135

**Gráfica 75.** Evolución de la acidez en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

136

**Gráfica 76.** Evolución de la acidez en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

137

**Gráfica 77.** Evolución de la opinión global sobre paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

138

**Gráfica 78.** Evolución de la opinión global sobre paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

138

**Gráfica 79.** Evolución de la compra de paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

140

**Gráfica 80.** Evolución de la compra de paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C, tras el periodo de simulación de la comercialización y con distintas dosis de 1-MCP.

140

## RESUMEN

El paraguayo y la platerina, al igual que el resto de los frutos de hueso suelen presentar una calidad organoléptica heterogénea, lo que unido a una inadecuada madurez en la cosecha y a la presencia de desórdenes fisiológicos afectan enormemente a su calidad y conservación en post-cosecha. Además, estos frutos maduran muy rápidamente al abandonar la refrigeración lo que reduce enormemente su periodo de comercialización.

Por ello, en este estudio se pretende determinar los efectos de la aplicación del 1-MCP como inhibidor de la producción de etileno de paraguayos "Sweet Cab" y platerinas "778", así como establecer el posible aumento de la vida útil derivado del tratamiento. Para ello se emplearon frutos en dos estados de madurez, un estado de madurez M0, grado de madurez previo al comercial, y un estado de madurez M1, grado de madurez comercial, y se emplearon distintas dosis de 1-MCP (1000, 2000 y 3000 ppb) aplicadas en distintos momentos durante la conservación a 0 °C. Para determinar la evolución de la calidad y los efectos del 1-MCP se procedió, cada 15 días, a la evaluación de caracteres fisiológicos (producción de etileno y actividad respiratoria), físico-químicos (acidez, pH, sólidos solubles totales, índice de madurez, color y firmeza.) y sensoriales. También se realizó un ensayo frutero o "shelf-life" (S.L.) consistente en mantener un lote de frutos recién extraído de la conservación frigorífica durante 2 y 5 días a 20 °C. Este periodo pretende simular las condiciones de comercialización que sufrirían los paraguayos y las platerinas en condiciones reales.

Los tratamientos con 1-MCP no redujeron significativamente la producción de etileno en platerinas cv 778. En el caso de los paraguayos sí que se observó una menor producción de esta hormona pero este efecto sólo se mantiene durante los primeros 15 días de conservación y sus correspondientes periodos de simulación de la comercialización. Al no reducirse la producción de etileno ni la respiración, no se vieron retrasados ninguno de los parámetros de maduración como la acidez, pH, sólidos solubles y color. Tampoco se detectó un efecto beneficioso de los tratamientos con 1-MCP en la reducción de la aparición de vitrescencia, principal alteración fisiológica que se presentó durante la conservación, ni del desarrollo de podredumbres.

Por tanto, podemos establecer que ni la dosis de 1-MCP aplicada (3000 ppb) ni los protocolos de tratamiento fueron suficientes para inhibir la maduración de paraguayos "SweetCab" y platerinas "778" por lo que será necesario revisar el tratamiento aumentando la cantidad aplicada.

## ABSTRACT

Flat peaches and flat nectarines, like all other stone fruits, usually have a heterogeneous organoleptic quality, which together with inadequate maturity at harvest and the presence of physiological disorders greatly affect their quality and postharvest shelf-life. Moreover, these fruits ripen very quickly after leaving the cold storage which greatly reduces its marketing period.

Therefore, the aim of this study was to determine the effects of the application of 1-MCP, as an inhibitor of ethylene production, in flat peaches "Sweet Cab" and flat nectarines "778", and to establish the possible increase in the shelf-life derived from the treatment. For this purpose, fruit were harvested in two stages of maturity, M0, degree of maturity prior to the commercial, and M1, degree of commercial maturity, and different doses of 1-MCP (1000, 2000 and 3000 ppb) were applied at different times during storage at 0 °C in order to evaluate the evolution of the fruit quality and the effects of 1-MCP, we analyzed physiological (ethylene production and respiratory activity), physico-chemical (acidity, pH, total soluble solids, maturity index, color and firmness.) and sensory parameters. The samples were analyzed on days 0, 15 and 30 with subsequent shelf-life (SL) periods of 2 and 5 days at 20 °C in each case. These periods were intended to simulate conditions that would suffer the fruits in a marketing real situation.

1-MCP treatments did not significantly reduce the production of ethylene in flat nectarines. In the case of flat peaches a decrease in the production of this hormone was detected, but this effect is maintained only during the first 15 days of storage and their corresponding SL periods. Since ethylene production and respiration were not reduced none of the maturation parameters, as acidity, pH, soluble solids and color did. Neither effect of 1-MCP in reducing the appearance of vitrescence, the main physiological disorder that occurred during preservation, nor in the development of rots was detected.

Therefore, we can establish that neither dose of 1-MCP applied (3000 ppb) and treatment protocols were sufficient to inhibit the maturation of "SweetCab" flat peaches and "778" flat nectarines so it will be necessary to review the treatment by increasing the amount applied.

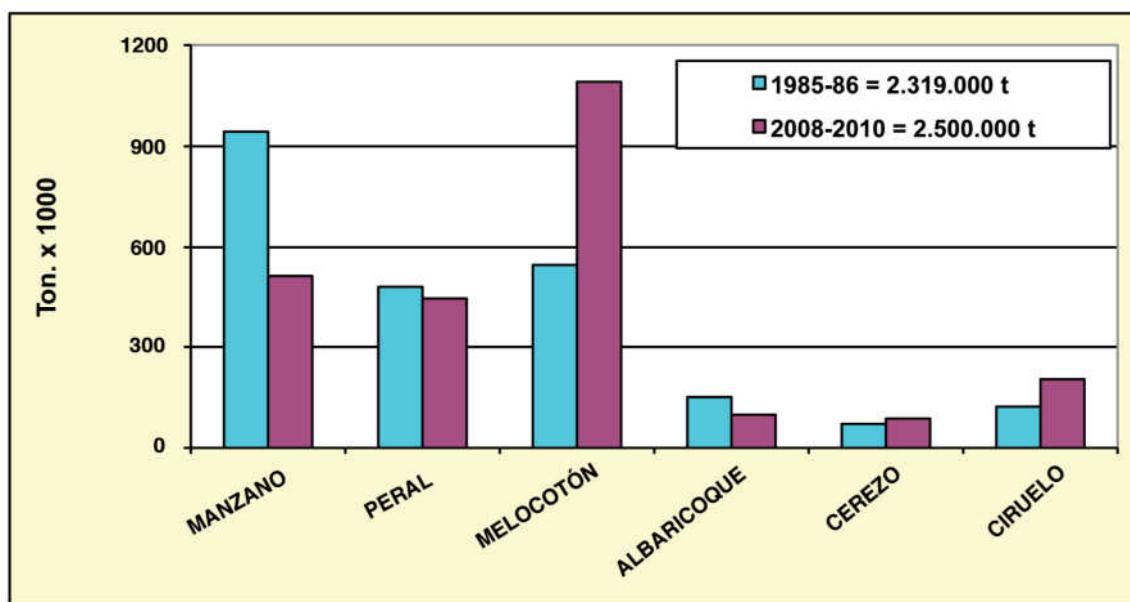
## **1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

## 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 1.1. PRODUCCIÓN DE FRUTOS DE HUESO EN ESPAÑA

Las llamadas frutas de hueso son aquellas que contienen en su interior un hueso, como pueden ser el melocotón, la nectarina, el albaricoque, la cereza, la ciruela, el paraguayo o la platerina. Los frutales donde se desarrollan, se cultivan en climas moderados y la maduración se produce en verano y en otoño.

En el transcurso de los últimos años, se constata de forma inequívoca la cada vez mayor importancia de las diferentes especies de fruta de hueso (figura 1) y, en particular, del melocotonero que, en 2010, ocupaba cerca de 76.000 hectáreas. Ello ha ido en detrimento, principalmente, del manzano y del peral. En el caso del manzano, desde 1985 hasta 2010, se ha perdido casi la mitad de la producción, debido principalmente a la pérdida de competitividad con respecto a las principales zonas productoras de Italia y Francia que han sido capaces de organizarse, situar el cultivo en las zonas más idóneas y ofrecer una oferta de calidad diferenciada, marquista y constante a lo largo de los años.



**Figura 1.** Evolución de la producción de las principales especies de fruta dulce en España por especies en el período 1985-1986 y 2008-2010 (Fuente: <http://mapa.es/estadistica>)

España es el segundo productor de melocotón de la Unión Europea, después de Italia, la producción media anual es de alrededor de un millón de toneladas, lo que convierte a esta especie en la más importante. La mejora tecnológica y la innovación varietal han propiciado un incremento progresivo y mayor de las producciones que de las superficies durante los últimos 15 años, que han permitido un notable incremento y

diversificación de la oferta. El hecho más significativo y que caracteriza el melocotonero es la gran disponibilidad de nuevas variedades, que supone una innovación constante en tipologías de fruto y fechas de recolección. El sector productor español es el que presenta la mayor tasa de renovación varietal de la Unión Europea y ha apostado decididamente por la plantación de nuevas variedades, hecho favorecido por los diferentes planes de reconversión varietal implementados conjuntamente por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAAM) y por las comunidades autónomas. Ello, unido a los menores costes de producción, le ha proporcionado una mayor competitividad, que se ha traducido en un incremento progresivo de las exportaciones.

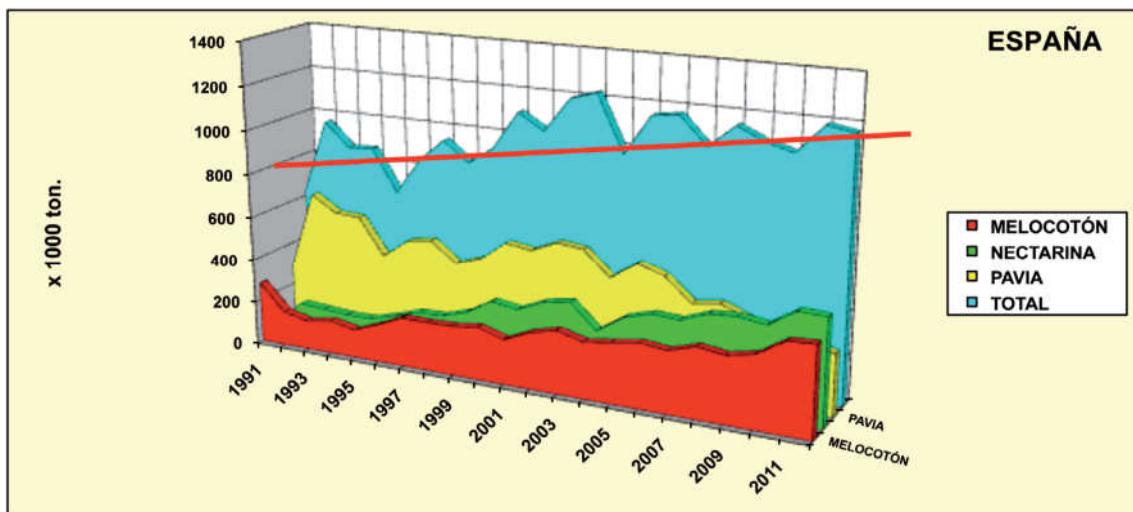
Por otra parte, el incremento de producción de las especies de hueso es lógico, habida cuenta de su mejor adaptación a climas secos y calurosos que caracterizan la mayor parte de las zonas frutícolas de España, en particular las del Valle del Ebro. El melocotonero, en particular, es una especie frutal bien adaptada a zonas calurosas con escasas precipitaciones, lo que reduce la incidencia de enfermedades y no afecta negativamente a la calidad del fruto, en aspectos como el color o la firmeza de la pulpa.

Pero no todo son ventajas: por su floración precoz, el riesgo de heladas es mayor que en el manzano, el peral o el cerezo, por lo que no es una especie adaptada a todas las zonas de producción. Además, su corta conservación en frigorífico obliga a disponer de estructuras comerciales ágiles y a realizar importantes inversiones en postcosecha (cámaras frigoríficas, calibradoras, transporte, etc.) que se utilizan en períodos relativamente cortos del año, lo que encarece los costes de amortización.

El Valle del Ebro es la principal zona productora de melocotón, y en ella destacan Cataluña y Aragón, seguidas por Murcia, Andalucía y Extremadura. A pesar de que, en la década de los años 1980 y 1990, el cultivo se expandió hacia el sur, principalmente Andalucía, buscando la precocidad de la recolección mediante la plantación de nuevas variedades “low chilling”, actualmente en esta región su cultivo se encuentra en fase de recesión debido a los mayores costes de producción y a las crisis de precios de los últimos años.

En cuanto a la evolución, según tipologías de fruto, la nectarina es el grupo más importante con el 41% de la producción, seguida por el melocotón rojo que, junto al paraguayo, representa el 35% y por la pavía (24%). A lo largo del período 1991-2012, se observa un progresivo incremento de la producción de nectarina, un aumento moderado de la del melocotón rojo, debido principalmente al incremento del melocotón

plano o paraguayo, y un descenso muy importante de la producción de durazno o “pavía” que, en 1992, representaba el 67% de la producción total. Para el año 2012, el 74% de la nectarina corresponde a variedades de carne amarilla y el 24% a las de carne blanca, mientras que, para el melocotón, estos porcentajes son del 83% y del 17% para la carne amarilla y blanca, respectivamente. El melocotón plano o “paraguayo” se ha incluido en el grupo del melocotón en la figura 2. La producción, en 2008, fue de 51.000 t con una superficie plantada de 3.400 hectáreas. En 2010, la producción alcanzó las 102.000 t y una superficie de 5.400 hectáreas y, para 2012, se prevé una producción de 171.000 t (14% de la producción total española de melocotón y nectarina) y 9.400 hectáreas, situadas principalmente en Cataluña, Aragón y Murcia. En base a lo expuesto, y debido al fuerte incremento de las producciones, se espera que las plantaciones de paraguayo se ralenticen en los próximos años, con un constante incremento de las nectarinas y la estabilización del melocotón rojo y de la pavía.



**Figura 2.** Evolución de la producción de los principales grupos varietales o tipologías de fruto en España en el período 1991-2012 (Fuente: EUROPECH'12 y AFRUCAT, Abril 2012. Datos de previsión de cosecha para 2012)

Uno de los aspectos que caracterizan el sector del melocotón en España es su creciente competitividad en los mercados internacionales, principalmente del centro, norte y este de Europa. Ello es debido a su capacidad para ofrecer un producto de calidad y colocarlo en los mercados de destino a precios inferiores (menores costes de producción) a los de otros países competidores como Italia o Francia. Los datos de 2011 referentes a costes totales de producción campo y central por kg de melocotón

para diferentes países oscilan entre 1,08 €/kg para Francia y 0,56 €/kg para Grecia, mientras que para España fue de 0,61 €/kg.

Desde 1995 hasta 2011, las exportaciones tanto intra como extracomunitarias pasaron de 97.838 a 656.082 t, lo que ha supuesto un incremento anual del 33%, convirtiendo a España en el primer exportador de Europa desde el año 2006. En 2011, se exportó el 55% de la producción nacional, siendo Cataluña la primera región exportadora. Los principales países de destino fueron Alemania, Rusia, Polonia y Reino Unido. El 30% de la producción se destinó a los países emergentes cuando, en 1995, ésta fue de tan solo el 2%, y el 43% a los países clásicos de exportación (Alemania, Reino Unido, etc.). Según los datos de 2011, Italia constituye el segundo país exportador, con 345.000 t, destinadas principalmente a Alemania y Reino Unido.

## 1.2. PARAGUAYOS Y PLATERINAS: CLASIFICACIÓN BOTÁNICA Y VARIEDADES

Prácticamente, todos los frutales de hueso tienen la misma clasificación botánica, diferenciándose a nivel de especie:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Clase: *Magnoliopsida*

Orden: *Rosales*

Familia: *Rosaceae*

Subfamilia: *Amygdaloideae*

Tribu: *Amygdaleae*

Género: *Prunus*

Especie:

Los melocotones y nectarinas planos (*Prunus persica* L. Batsch), variedad Platycarpa, incluyen todas las variedades de forma plana tanto de pulpa amarilla como blanca, ya sean con piel de melocotón (presencia de tricomas) o de nectarina.

Como en el caso de la nectarina (*Prunus persica*), la platerina es una mutación del paraguayo caracterizada por la ausencia de tricomas. Se trata por tanto, de dos mutaciones diferentes.

Las variedades cultivadas proceden de Francia (ASF, INRA y INRA-Quartier Neuf), Italia (CRA-Roma y CRA-Forli) y España (Viveros Provedo y Agromillora). Entre los paraguayos, “Sweet Cap ® Maillarflatcov” ha sido la variedad más difundida en

España, seguida por "UFO-3 Isfroplat-3Dcov" y "UFO-4 Isfroplat-4Dcov". Posteriormente se introdujeron diferentes variedades de los programas de mejora genética de Agro Selection Fruits (ASF) ("Flatprettycov", "Flatnicecov", "Flatprincessecov", etc., de la serie "Regalcake®"), del INRA-Quartier Neuf (serie "Platty®") y del CRA de Roma y de Forlì (series "UFO" y "IFF", respectivamente) (Sorrenti et al., 2010).

La irrupción constante de nuevas variedades de sabor dulce y cada vez de mayor coloración, ha sido el hecho más destacable de la innovación en todos los grupos varietales.

Una característica destacable, tanto de paraguayos como de platerinas, es su sabor dulce que se debe a un bajo contenido en ácidos, que los asemeja a las variedades sub-ácidas de melocotón y nectarina. Este carácter ácido es controlado por la presencia o ausencia de un gen para su síntesis. El color de la pulpa (amarillo/blanco), también se trata de un carácter controlado por un gen mayor, estos caracteres son independientes, debido a que cada uno se encuentra en diferentes grupos de ligamiento genético.

### **1.3. MADURACIÓN Y PARÁMETROS DE CALIDAD POST-COSECHA EN LAS FRUTAS DE HUESO**

#### **1.3.1. DEFINICIÓN DE CALIDAD EN LA FRUTA**

Tanto los productores como los consumidores buscan la mayor calidad posible en los productos agrícolas. Para facilitar su estudio, la calidad de un producto vegetal puede dividirse en cuatro componentes principales:

- calidad organoléptica o sensorial
- calidad nutricional
- calidad post-cosecha
- calidad sanitaria

La *calidad organoléptica o sensorial* se refiere a las sensaciones que se experimentan al consumir un alimento y se relaciona con aspectos como la apariencia (tamaño, color, forma, defectos, etc.), la textura (firmeza, jugosidad, fibrosidad, etc.) y el flavor (sabor y aroma) (Crisosto et al., 2001a).

En la *calidad nutricional* encontramos todos los componentes nutritivos de la fruta como carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales. Así, los antioxidantes

derivados de las plantas, como la vitamina E, vitamina C y polifenoles se están convirtiendo, poco a poco, en importantes factores de la dieta humana (Cantín, 2009).

La *calidad post-cosecha* es aquella que incluye la capacidad de conservación, la resistencia a la manipulación y al transporte de la fruta (Cantín, 2009). Comprende los aspectos relativos a la presentación, y sirve para el establecimiento de las normas oficiales de calidad. Estas normas recogen en general características externas, como calibre, color, defectos, y las que hacen referencia a los parámetros de clasificación en categorías, normas de etiquetado, etc.

Las normas de calidad editadas por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, antiguo MAPA, dedican uno de sus apartados (Reglamento CEE 3596/90) al melocotón y la nectarina (todos los cultivares de *Prunus persica* Sieb. y Zucc.). En esta norma se definen las calidades que deben presentar en el momento de su expedición, así como después de su acondicionamiento y embalaje. Como características mínimas se señalan: frutos enteros, sanos, limpios, exentos de parásitos, prácticamente exentos de daños de parásitos, exentos de humedad exterior anormal, exentos de sabores y/o olores extraños.

Los melocotones y nectarinas deben ser recolectados cuidadosamente. El desarrollo y el estado de madurez deberán ser tales que permitan soportar un transporte y manipulación para llegar en condiciones satisfactorias al lugar de destino.

Las normas clasifican los melocotones en categorías Extra, Categoría I y Categoría II, según la forma, desarrollo, coloración y defectos varios. Se admiten tolerancias de calidad y calibre en cada uno de los envases para productos no conformes. El calibrado, que es obligatorio, se establece por la circunferencia o por el diámetro máximo de la sección ecuatorial.

En cuanto a la presentación, se establece que el contenido de cada envase debe ser homogéneo en cuanto a origen, variedad, calidad, grado de madurez y calibre. Para la categoría Extra también se exige la homogeneidad de coloración. La presentación puede realizarse en pequeños envases para la venta directa o en envases mayores, de una capa para la categoría Extra y de una o varias para las categorías I y II.

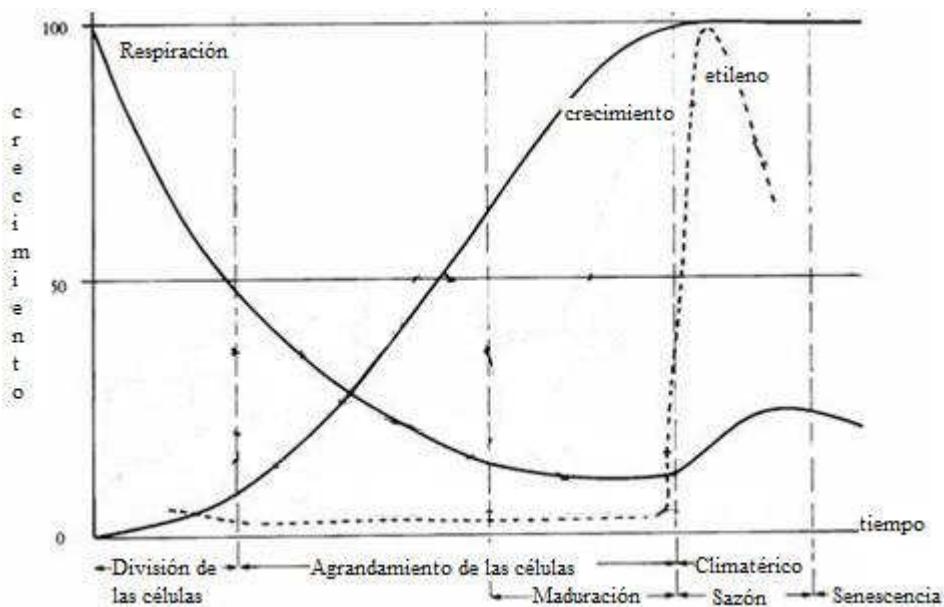
En el etiquetado debe figurar visible la identificación del envasador y/o expedidor, la naturaleza del producto (nombre y variedad para las categorías Extra y I), el origen, las características comerciales y la marca oficial de control.

Por último, la *calidad sanitaria* tiene en cuenta la presencia o ausencia de tóxicos naturales, contaminantes y/o microorganismos patógenos, que puedan dar lugar a una

acción tóxica y se basa en conceptos restrictivos o limitativos (Cámara, 2006).

### 1.3.2. DESARROLLO Y MADURACIÓN DE LOS FRUTOS DE HUESO

Como otros frutales de hueso, tanto el fruto del paraguayo como el de la platerina poseen un patrón de crecimiento del tipo doble sigmoideo (Cantín, 2009). Presenta una primera fase temprana de división de las células, un período intermedio de agrandamiento o crecimiento celular, caracterizado por un rápido crecimiento del fruto hasta que alcanza prácticamente su tamaño final y una fase final de senescencia (Figura 3).



**Figura 3.** Curvas de crecimiento (tipo doble sigmoidea), de respiración y de producción de etileno del fruto del melocotonero.

Al final de la segunda fase (crecimiento celular), llega el momento de la recolección. El momento óptimo depende de cada cultivar y fruto y se denomina madurez de recolección (Kader, 1999). Este momento influye en factores como son la calidad organoléptica, la composición nutricional del fruto, la calidad post-cosecha y su vida útil. Si se cosecha demasiado pronto su calidad será insuficiente y será susceptible a daños mecánicos. Sin embargo, si se cosecha demasiado maduro, su vida útil será menor (Cantín, 2009).

Tanto el paraguayo como la platerina son frutos climatéricos y evolucionan una vez separados del árbol hasta adquirir la madurez óptima de consumo, siempre y cuando hayan sido recolectados en un estado adecuado de madurez fisiológica. Los cambios ocurridos durante la maduración fisiológica del fruto, hasta llegar a su madurez de

consumo, requieren energía que es suministrada por la respiración. Al iniciarse la maduración fisiológica, la respiración aumenta hasta llegar a un máximo denominado pico climatérico (Figura 3), característico también de frutos como el melocotón, la ciruela, la pera y la manzana. Simultáneamente al aumento en la respiración, se produce un brusco incremento en la producción de etileno que acelera el proceso de maduración del fruto (Cantín, 2009).

El momento óptimo de recolección, se puede determinar mediante los llamados índices de madurez (Kader, 1999). Estos estándares deben ser sencillos, realizables en campo, baratos, objetivos, correlacionados con la calidad y, a ser posible, no destructivos (Crisosto, 1994).

Los índices de madurez utilizados son numerosos, se pueden usar de tipo cronológico, como los días tras plena floración, generalmente el más utilizado, en unión con otros índices. Existen índices de tipo físico, como los cambios de color de los frutos para determinar la madurez fisiológica, puesto que es un aspecto externo fácilmente identificable. El tamaño y la forma también pueden usarse, pero siempre como complemento de otro índice, ya que también dependen de la producción del árbol, las condiciones climatológicas, etc. Otro índice de tipo físico es la firmeza, muy importante puesto que influirá en los futuros daños mecánicos que aparecerán en el manejo postcosecha (Crisosto et al., 1994). Sin embargo, no siempre es adecuado porque varía con otros factores y generalmente es de tipo destructivo (penetración con texturómetro). No obstante, en los últimos años han aparecido algunos métodos no destructivos para determinar la firmeza (durómetros, equipos de impacto y espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano o NIRS) (Valero et al., 2007).

Por otro lado, también existen índices de madurez químicos. Por ejemplo, el contenido en sólidos solubles totales (SST), que aumenta durante la maduración del fruto, es ampliamente utilizado por su gran relación con las cualidades organolépticas. También la acidez se usa como índice pero como es muy dependiente de cada cultivar y fruto no se emplea de forma independiente. Para su determinación se realiza una valoración ácido-base. En función de estos dos índices, se puede calcular la relación SST/acidez o índice de madurez, ya que el equilibrio dulce-ácido es clave para su aceptación (Ferrer et al., 2005).

Los cambios fisiológicos como actividad respiratoria, concentración de metabolitos intermedios y evolución del etileno son también útiles, aunque su determinación resulta más complicada y, por tanto, menos práctica (Cantín, 2009)

### 1.3.3. PARÁMETROS DE CALIDAD POST-COSECHA EN LOS FRUTOS DE HUESO

Los parámetros que caracterizan el grado de madurez de un paraguayo o una platerina tras su recolección y que nos permiten establecer su evolución durante la conservación son los siguientes:

#### 1.3.3.1. ACIDEZ

En los frutos, los ácidos orgánicos son imprescindibles para su metabolismo vegetal y sus características organolépticas. Se encuentran generalmente disueltos en el agua celular, en forma libre o combinada y se presentan como sales y esteres. La acidez valorable suele expresarse en relación al ácido mayoritario, que en el caso de paraguayos y platerinas es el málico (Ferrer, 2002).

Durante la maduración, en la mayoría de las frutas se produce una disminución en la concentración de ácidos orgánicos (Kakiuchi et al., 1981). En algunas variedades de melocotón también se ha descrito una disminución del contenido total de ácidos con la conservación. Por ejemplo, en la variedad 'Jesca', desciende desde 8,5 g málico/L hasta 2 g málico/L a 0 °C durante un periodo de conservación de 40 días (Ferrer, 2002).

En general, durante la maduración de los frutos, los ácidos son metabolizados y contribuyen, junto con el aroma, a las características organolépticas finales de cada variedad. Por lo tanto, la disminución de los ácidos puede deberse a la utilización de los ácidos orgánicos durante la respiración o a su conversión tanto en azúcares como en esqueletos carbonados para la síntesis de nuevos compuestos. Esto se refleja por el aumento en el contenido de sólidos solubles y el incremento de la actividad respiratoria (Kakiuchi et al., 1981).

#### 1.3.3.2. pH

El pH es una medida puntual de la concentración de hidrogeniones del medio. Estos iones normalmente proceden de la ionización parcial de los ácidos orgánicos, que depende de su  $pK_a$ . Para la extracción del zumo y la medida del pH se rompen las estructuras tisulares y celulares, con la correspondiente liberalización de ácidos. La tendencia al aumento en el valor de pH indica una disminución en el contenido de iones hidrógeno, lo que concuerda con el comportamiento de la acidez valorable (Ferrer, 2002).

En general, el pH de los paraguayos y platerinas aumenta cuanto mayor es el grado de madurez, fenómeno que se produce de forma simultánea al descenso de la acidez (Kakiuchi et al., 1981). Así, en la variedad 'Jesca' de melocotón aumenta desde un pH

igual a 3,4 hasta 4,0 durante un periodo de conservación de 40 días (Ferrer, 2002).

### 1.3.3.3. SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES

El contenido en sólidos solubles totales (SST) es importante ya que tanto el momento óptimo de recolección como la calidad organoléptica de las frutas carnosas dependen en gran medida de su contenido en azúcares totales (Valero et al., 1997).

Para cuantificar el contenido en SST se utiliza la medida del índice de refracción. Con él se mide la concentración de los azúcares y ácidos presentes en la disolución. Normalmente el 65-80 % de los sólidos solubles son azúcares y, por tanto, las medidas refractométricas son una medida indirecta del contenido de los mismos y un buen reflejo de la calidad organoléptica del paraguayo o platerina. El contenido en SST se expresa en grados Brix, que corresponde al índice de refracción que presenta una disolución de sacarosa en agua al 1 % en peso (Robertson et al., 1992).

En estudios realizados sobre variedades de melocotón, Delwiche y Baumgardner (1985) señalan para el melocotón 'Redglobe' un valor de 10,9 °Brix; y para 'Rio Osso' de 13,1 °Brix. Souty y Andréé (1975) obtienen un valor de 10-13 °Brix para la variedad 'Redhaven,' y contenidos similares para 'San Lorenzo' y 'Vesubio'.

La evolución de este parámetro es muy variable dependiendo del estudio y de las condiciones de conservación. Ke et al. (1991) comprobaron que los melocotones 'Fairtime' almacenados a 0 °C durante 40 días no experimentaban cambios significativos en su contenido de sólidos solubles. Sin embargo, Rodríguez et al. (1999) observaron un aumento gradual del contenido en tres variedades diferentes de melocotones procedentes del mercado español durante la conservación a 10 °C. Por otra parte, Valero et al. (1997) observaron que el contenido de sólidos solubles de los melocotones 'Maycrest' aumentaba a 5 °C, pero no a 1 °C.

### 1.3.3.4. RELACIÓN SÓLIDO SOLUBLES TOTALES / ACIDEZ (ÍNDICE DE MADUREZ)

Este índice de madurez es uno de los más utilizados ya que un equilibrio dulce-ácido es clave para la aceptación del fruto (Ferrer et al., 2005).

Según las recomendaciones de algunos autores (Robertson et al., 1992), para un melocotón de alta calidad, la relación sólidos solubles totales/acidez debe ser mayor de 1,5.

No obstante, estos resultados no son concluyentes, por lo que es necesario determinar, además de esta relación, otros indicadores tales como la firmeza y/o el color del fruto, para ser utilizados como co-índices.

### 1.3.3.5. COLOR

Los cambios en la coloración de los frutos durante la maduración son generalmente muy acusados y suelen utilizarse como índice de madurez. El color es también un criterio fundamental por el que los consumidores valoran la calidad de algunas frutas. Por tanto, los cambios en el color tienen una importancia práctica y una gran influencia sobre la calidad final de paraguayos y platerinas (Ferrer et al., 2005).

El espectro de reflectancia ha sido propuesto como índice de madurez, sólo o en combinación con otros parámetros. Esta medida es posible porque la superficie absorbe y refleja la luz visible y produce un espectro de reflectancia característico de cada fruta. Para permitir describir y establecer comparaciones entre el espectro y el color que puede apreciarse visualmente, el primero suele reducirse a una descripción numérica de sus componentes. El espacio de representación del color más utilizado en el estudio del color de vegetales es el CIELAB, establecido por la Comisión Internationale de L'Eclairage (CIE). Esta escala se basa en la medida del color en términos de un observador patrón y un iluminante patrón (Ferrer, 2002).

Son varios los parámetros que se utilizan para caracterizar los frutos. La claridad ( $L^*$ ) oscila entre 0 (negro) y 100 (blanco), eje acromático, mientras que las coordenadas  $a^*$  y  $b^*$  sitúan el color en un plano rectangular perpendicular al eje  $L^*$ . El color en el punto de intersección de  $a^*$  y  $b^*$  ( $a^*=0$  y  $b^*=0$ ) es acromático (gris). En el eje de abscisas se presenta la oposición rojo ( $a^*>0$ ), verde ( $a^*<0$ ). En el eje de ordenadas se representa la oposición amarillo ( $b^*>0$ ), azul ( $b^*<0$ ) (Figura 7) (CIE, 1986).

El tono ( $h^*$ ) y el croma ( $C^*$ ) son medidas derivadas de  $a^*$  y  $b^*$  (paso a coordenadas polares) y corresponden al tono básico de un color (ejemplo: amarillo, rojo...) y a la cantidad de colorido del mismo respectivamente. El tono toma valores entre 0 y 360 grados y según este sistema, los tonos rojizos presentan ángulos alrededor de 30°, los tonos amarillos ángulos próximos a 90°. Los matices azules tienen valores alrededor de 270° y los verdes en torno a los 180°. El croma por su parte puede tomar valores entre 0 y 200 (CIE, 1986).

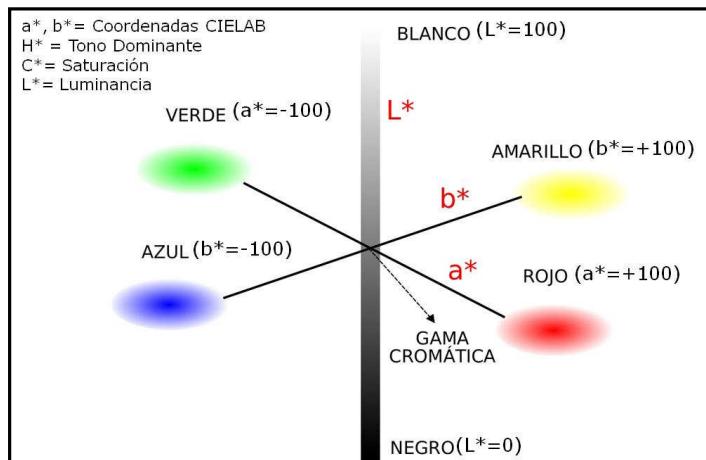


Figura 4. Representación esquemática del Espacio CIELAB.

Según Kader et al. (1999), el parámetro  $a^*$  presenta un continuo ascenso que oscila entre valores de 5,2 y 15,6, en melocotones maduros tipo "clingstone". Otros autores (Delwiche y Baumgardner, 1985), han encontrado el mismo resultado en otras variedades y parece estar asociado con la degradación de la clorofila.

En melocotones 'Redhaven' la coordenada  $b^*$  asciende en las primeras fases para después descender en los estados de maduración final (Delwiche y Baumgardner, 1985).

La evolución de la coordenada  $C^*$  es similar a la de la coordenada  $b^*$  aunque presentando inflexiones. Estas inflexiones son coincidentes con los descensos en la concentración de carotenos (Ferrer, 2002).

El valor  $L^*$  presenta una evolución ascendente señalando el aumento de la claridad del melocotón. Como la reflexión de la luz es mayor sobre una superficie amarilla, los melocotones de piel amarillenta, presentan valores más altos que las de piel más rojiza (Ferrer, 2002).

El parámetro  $h^*$  que nos da una idea del tono, disminuye mostrando el cambio de color amarillo-verdoso hacia tonos naranjas (Ferrer, 2002).

#### 1.3.3.6. FIRMEZA

Los paraguayos y platerinas son frutos climatéricos y durante su maduración tienen lugar importantes cambios de firmeza de la fruta que los hacen más susceptible a daños físicos, pero que contribuyen a mejorar su calidad organoléptica. Entre los cambios, destacan los que afectan a la pared celular y a la estructura de la lámina media, ya que determinan las propiedades de textura y la calidad final de consumo (Crisosto et al., 2001b).

La evolución de la firmeza, medida como esfuerzo máximo a la penetración y expresada en  $\text{kg/cm}^2$  disminuye al aumentar el grado de madurez. En un estudio realizado por Tonutti (1996) sobre la maduración de melocotones de diferentes variedades, la firmeza disminuyó desde de  $6 \text{ kg/cm}^2$  hasta  $2 \text{ kg/cm}^2$  en melocotones 'Springcrest', desde  $5,5 \text{ kg/cm}^2$  hasta  $2,5 \text{ kg/cm}^2$  en melocotones 'Redhaven' y desde  $7 \text{ kg/cm}^2$  hasta  $2,5 \text{ kg/cm}^2$  en 'Fayette', durante 30 días de conservación. También en el estudio de Ferrer (2002), el descenso fue casi lineal, desde  $7 \text{ kg/cm}^2$  hasta  $2 \text{ kg/cm}^2$  en la variedad 'Jesca', durante 40 días de conservación a  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  (Ferrer, 2002).

En numerosas variedades de melocotón, se ha establecido que el climaterio ocurre una vez que el fruto se ha ablandado. Además, se observa que, tras el climaterio, el descenso en la firmeza del fruto es más acusado. Así, en las variedades de melocotón 'Springcrest', 'Redhaven' y 'Fayette', los aumentos destacables de etileno, o picos de su producción, se produjeron cuando la firmeza de la pulpa descendió por debajo de  $3 \text{ kg/cm}^2$  (Tonutti, 1996).

La firmeza es altamente dependiente de cada fruto, y existe una gran variabilidad, lo que conlleva grandes desviaciones estándar (Tonutti 1996; Heyes y Sealey, 1996).

Además, y a diferencia de lo que ocurre con otras frutas, la firmeza del melocotón no está consistentemente relacionada con el desarrollo completo de las características organolépticas, pero es un criterio utilizado por los consumidores al comprar la fruta. No obstante, la firmeza en los melocotones puede detectar estados de inmadurez o de exceso de madurez. Unos valores de firmeza excesivamente altos pueden indicar un melocotón inmaduro en el que el mesocarpo está muy estrechamente unido al hueso y tiene poco jugo libre. Por el contrario, unos valores muy bajos pueden deberse a un avanzado estado de maduración, y por lo tanto estar frente a un fruto excesivamente jugoso y que cede excesivamente a las presiones exteriores, que además pueden aparecer durante el manejo de las frutas (Tonutti, 1996).

#### **1.4. CAUSAS QUE DETERMINAN LA CALIDAD Y LA VIDA UTIL POST-COSECHA EN LOS FRUTOS DE HUESO**

La postcosecha de los frutales de hueso está constituida por el conjunto de estudios fisiológicos y técnicos, que permiten minimizar el deterioro y mantener la calidad y condición del fruto, una vez cosechado. El comportamiento en postcosecha de los frutales de hueso que incluyen los melocotones, nectarinas, ciruelas, albaricoques, paraguayos o platerinas, se caracteriza principalmente por:

- patrón de respiración tipo climatérico.
- tasa respiratoria baja a moderada según distintos autores.
- relativamente baja vida de postcosecha (de 2 a 6 semanas a 0°C según especie y variedad), comparada con otros frutos subtropicales como manzanas, kiwis o uvas que pueden durar meses.

Para alargar la vida de postcosecha de estas especies, se pueden utilizar diversas tecnologías tales como: atmósfera controlada, atmósfera modificada, aplicación de 1-MCP, acondicionamiento previo mediante el uso adecuado de temperaturas sobre 20°C.

Para una correcta aplicación de las tecnologías post-cosecha es necesario considerar los siguientes factores: grado de madurez en la cosecha, pérdida de agua, maduración y senescencia, daños mecánicos, daños por frío y podredumbres.

#### **1.4.1. GRADO DE MADUREZ EN LA COSECHA**

El grado de desarrollo de los frutos en la cosecha es uno de los factores que condicionan en gran medida la capacidad de conservación así como la calidad organoléptica de paraguayos y platerinas. Los frutos recolectados en estadios previos a la madurez óptima, además de que pueden sufrir un desarrollo organoléptico insuficiente, son más susceptibles a la deshidratación y a la aparición de daños internos. Por el contrario en los frutos muy maduros las tecnologías post cosecha aplicadas pueden no ser eficaces para frenar los fenómenos de maduración y de senescencia, se ablandan rápidamente y son más sensibles a las invasiones fúngicas (Mitchell y Kader, 1989). Es necesario, por tanto, establecer unos índices de madurez para proceder a la recolección del fruto con el grado óptimo de maduración. Los índices de madurez ideales deberían ser objetivos, reproducibles, fáciles de realizar en el campo y a ser posible, no destructivos (Luschinger, 1996). Algunos de los índices de madurez más utilizados son: cronológicos: (días tras la antesis), físicos (tamaño, forma y características superficiales, abscisión, color y textura), químicos (acidez, sólidos solubles....) y fisiológicos (actividad respiratoria y producción de etileno).

#### **1.4.2. PÉRDIDA DE AGUA**

La respiración es la ruptura oxidativa de substratos complejos normalmente presentes en las células, como almidón, azúcares y ácidos orgánicos a moléculas simples,

dióxido de carbono y agua, con la consecuente producción de energía y de otras moléculas, que pueden ser utilizadas por las células para las reacciones de síntesis. Así, la pérdida de agua tras la recolección es un fenómeno inevitable en todos los productos vegetales. Los efectos que produce son: pérdida de peso, marchitamiento, texturas anómalas y disminución de la calidad. En el caso de paraguayos y platerinas consideramos marchitamiento cuando el fruto ha perdido entre el 3 y el 5% del peso inicial.

#### 1.4.3. MADURACIÓN Y SENESCENCIA

La maduración puede ser definida como una serie de transformaciones bioquímicas y fisiológicas que incluyen cambios en el color, flavor, gusto y textura que convierten al fruto en deseable para el consumo. Los cambios más importantes que se producen durante la maduración afectan a los siguientes compuestos: los carbohidratos (influyendo en el sabor, en el color y en la textura a través de los polisacáridos estructurales), los ácidos, que alcanzan un máximo durante el desarrollo y después disminuyen durante la maduración y el almacenamiento; el contenido proteico de paraguayos y platerinas, que aunque es bajo es importante por el papel de los enzimas, tanto pécticos como los relacionados con la oxidación.

También merecen ser citados los cambios que se producen en el contenido en compuestos volátiles, en fenoles y en pigmentos, entre los que los carotenoides son los mayoritarios. Durante el desarrollo del fruto, los azúcares y los ácidos orgánicos son metabolizados activamente lo que junto con un aumento en el aroma, contribuyen a la calidad organoléptica de la fruta. Al alcanzar la madurez, el azúcar mayoritario es la glucosa y los ácidos más abundantes son el ácido málico y el ácido cítrico (Brady, 1993). En el desarrollo y maduración del fruto son varias las hormonas implicadas, las más importantes son: etileno, auxinas, giberelinas, citoquininas y ácido abcísico y sus derivados. Estas hormonas vegetales tienen gran interés porque cada vez son más utilizadas para regular la maduración y la senescencia.

Tanto el paraguayo como la platerina son frutos climatéricos (Biale y Young, 1981), característica que se manifiesta porque la actividad respiratoria aumenta de modo brusco durante la maduración organoléptica y por su respuesta al etileno exógeno, produciendo etileno en respuesta a bajas concentraciones de este hidrocarburo (valores de 10–100  $\mu\text{L C}_2\text{H}_4/\text{L}$ ). Además, al ser un fruto climatérico, es un fruto sensible a los efectos del etileno. El climaterio parece ser un fenómeno tardío en el paraguayo y la platerina, que ocurre una vez que la fruta se ha ablandado

notablemente. Este hecho fue comprobado por Tonutti *et al.* (1996) en diferentes variedades como Springcrest, Redhaven y Fayette.

En general, hay diferencias en cuanto a las tasas de producción de etileno entre las variedades, pero también se han establecido diferencias entre cultivares y selecciones (Brovelli *et al.* 1999), y también se han caracterizado genotipos de maduración lenta (Brecht y Kader, 1984).

#### 1.4.4. DAÑOS MECÁNICOS

Los daños físicos tienen gran influencia sobre la capacidad de conservación de las diferentes frutas y hortalizas. En el caso del melocotón no todas las variedades presentan la misma susceptibilidad, ya que algunos cultivares son más susceptibles a los daños que otros, y pueden requerir atenciones especiales para su manejo (Crisosto *et al.*, 2001a). Los agentes causales de estos daños son la climatología, insectos, pájaros, roedores y las herramientas de trabajo utilizadas en el momento de la recolección.

El tipo de recolección, según sea manual o automática, incide en la presentación de daños. Las frutas recolectadas mecánicamente presentan más cortes y podredumbres que las recolectadas a mano (Ferrer, 2002). Las vibraciones durante el transporte son importantes en la producción de daños físicos, éstas afectan sólo a la epidermis, pero provocan pérdidas por deshidratación y aparición de podredumbres así como una aceleración del proceso de maduración (Crisosto *et al.*, 2001a). La severidad del impacto, y de los daños por abrasión, parecen estar ligados a la temperatura (Mitchell *et al.*, 1977), siendo máxima a temperaturas muy bajas o muy altas, y mínima en el rango de temperaturas entre 10 y 20°C.

#### 1.4.5. DAÑOS POR FRÍO

Los paraguayos y las platerinas maduran y se deterioran rápidamente a temperatura ambiente, por lo que el almacenamiento a baja temperatura es imprescindible. Sin embargo, en paraguayos y platerinas, al igual que en otros frutos de hueso, los daños por frío o “chilling injury” limitan la capacidad de conservación a baja temperatura. En el caso del melocotón estos daños aparecen antes y con mayor severidad en el rango de temperaturas de 2 a 7°C aproximadamente.

Los daños por frío se producen tras una cierta permanencia de los frutos a temperaturas entre -0,5°C y unos 12°C. Estos daños provocan alteraciones citológicas y metabólicas que son reversibles durante un tiempo corto, pero que pronto se

convierten en irreversibles. La sintomatología de estos daños varía con el tejido vegetal y la severidad del daño. Pueden diferenciarse dos fases, considerando las respuestas y los síntomas derivados de la exposición al frío. Existe una respuesta primaria, de tipo físico como es la alteración de las membranas, y una respuesta secundaria, asociada a cambios fisiológicos.

Son muchos los mecanismos propuestos para dar una explicación a los cambios fisiológicos y bioquímicos asociados a los daños por frío. Uno de los más evidentes es que las membranas celulares sufren una transición física de fase, pasando de una forma normal, flexible, líquida y cristalina a una estructura de gel sólido (Crisosto *et al.*, 1999). En especies sensibles, al descender la temperatura, los lípidos de la membrana celular solidifican a una temperatura crítica, provocando un cambio de estado que puede derivar en una contracción que causa rupturas o fisuras, con el correspondiente aumento de permeabilidad. Este efecto inmediato sobre la permeabilidad desencadena un desequilibrio iónico por efecto de la salida de iones producida tras el daño. La transición de fase aumenta, además, la energía de activación de los sistemas enzimáticos ligados a la membrana, por lo que la tasa de reacción disminuye y se establecen desequilibrios con los sistemas no ligados a la membrana. Esto explica el acumulo de metabolitos como piruvato, acetaldehído y etanol, consecuencia de los desequilibrios que se producen en la glicolisis y el sistema mitocondrial. Todo esto deriva en la muerte del tejido, de forma que la célula no llega a resistir las concentraciones de metabolitos tóxicos. El cambio de fase inducido por la temperatura en la fracción lipídica de la membrana es completamente reversible, aunque el efecto en todo el producto es reversible sólo hasta que en el sistema se producen daños degenerativos. Los calentamientos intermitentes, como aliviadores de los daños por frío, se basan en favorecer la tasa respiratoria normal y, así, restaurar el metabolismo antes de que las lesiones sean irreversibles.

En el caso del melocotón, la susceptibilidad a los daños por frío depende de diversos factores como son: el fondo genético, variedad, grado de madurez (mayor susceptibilidad cuanto menor es la madurez) e incluso factores agronómicos relativos a la parcela de cultivo. Crisosto *et al.* (1999) describieron diferencias en la aparición de daños por frío en melocotones de pulpa blanca y amarilla, en nectarinas. Esta sintomatología se ve exacerbada cuando los frutos son transferidos a temperaturas más elevadas (periodo de comercialización), por lo que este problema generalmente se detecta en el momento en el que el melocotón llega al consumidor.

Los síntomas más comunes en melocotón por los daños por frío son los siguientes:

- a) La harinosidad (“mealiness”): síntoma con mayor incidencia en la calidad del melocotón. Algunos estudios estructurales han demostrado que la causa de la harinosidad de la pulpa es la separación que se produce entre las células del parénquima del fruto. Este proceso es similar al que ocurre de forma normal durante el ablandamiento de la fruta en la maduración, la diferencia radica en que mientras en la fruta no harinosa estas células están recubiertas por una fina capa de jugo, en frutas harinosa esta capa de jugo no existe, debido a una alteración en la capacidad de retención de agua de los polisacáridos de las paredes celulares (Luza *et al.*, 1992).
- b) La textura correosa (“leatheriness”): similar a la harinosidad en cuanto a la textura seca de la pulpa. Sin embargo, la harinosidad se produce en frutas blandas, mientras la textura correosa aparece en frutas más firmes, que no se han ablandado durante el proceso de maduración (Luza *et al.*, 1992). La aplicación de etileno exógeno parece aliviar este síntoma de daño por frío, favoreciendo el ablandamiento normal del fruto (Crisosto *et al.*, 2001b)
- c) El pardeamiento interno de la pulpa (“flesh browning” o “internal browning”): los compuestos fenólicos y la enzima polifenoloxidasa, que normalmente se encuentran en compartimentos celulares separados, entran en contacto y producen el pardeamiento de la pulpa. La coloración antociánica de la pulpa de algunos paraguayos y platerinas, que en algunos casos es considerada como una característica atractiva del fruto, parece estar relacionada con una mayor incidencia de este síntoma (Ogundiwin *et al.*, 2007).
- d) El enrojecimiento de la pulpa (“bleeding”): la coloración antociánica roja que algunos paraguayos y platerinas exhiben de forma natural alrededor del hueso parece intensificarse, e incluso extenderse por toda la pulpa, tras una exposición larga a bajas temperaturas. Sin embargo, se ha sugerido que este enrojecimiento puede ser consecuencia de la senescencia del tejido, o de la respuesta a condiciones generales de estrés durante el periodo post-cosecha, incluyendo, entre ellas, el almacenamiento prolongado a bajas temperaturas (Lurie y Crisosto, 2005; Manganaris *et al.*, 2008). La aparición de este enrojecimiento se ha asociado a un aumento de la actividad fenilalanin–amonia–liasa (PAL) y a un aumento en la acumulación de antocianinas (Manganaris *et al.*, 2008).

Para evitar los daños por el frío la solución más simple es evitar las temperaturas más críticas para el desarrollo de los mismos. Estos daños aparecen antes y de forma más intensa cuando la fruta se almacena en el rango de 2,2 a 7,6°C (Lurie y Crisosto, 2005), que cuando se almacena a la temperatura óptima para paraguayo y nectarina

(de  $-0,5^{\circ}\text{C}$  a  $0^{\circ}\text{C}$ ) (Crisosto y Mitchell, 2002). De todas formas también es imprescindible conocer nuestras variedades y establecer para cada una de ellas los pares de tiempo/temperatura durante los cuales mantienen una buena calidad y no manifiestan daños por frío así como destinar las variedades menos susceptibles al almacenamiento prolongado.

Existen diferentes tratamientos para aliviar los síntomas de daños por frío, estos tratamientos pueden aplicarse directamente al producto o bien en modificaciones del entorno. Entre las técnicas más estudiadas se incluyen los calentamientos intermitentes durante el almacenamiento, el enriquecimiento de la atmósfera en CO<sub>2</sub> (Zhou *et al.*, 2000), los tratamientos cíclicos de temperatura, retraso en el almacenamiento (Lill *et al.*, 1989), los pre-tratamientos con calcio o con etileno y el almacenamiento en condiciones hipobáricas.

#### 1.4.6. PODREDUMBRES

El desarrollo de microorganismos durante la conservación post-cosecha afecta gravemente a la calidad de las frutas. Se considera que las pérdidas post-cosecha en frutas de hueso debidas a mohos causantes de podredumbres es el problema más serio de deterioro pudiendo alcanzar porcentajes de hasta el 60–80%. Las alteraciones fúngicas que afectan más frecuentemente a los melocotones son:

- Podredumbre por *Monilinia spp.* (podredumbre marrón)

La podredumbre por *Monilinia spp.* o podredumbre marrón es la principal alteración fúngica que encontramos en los frutos de hueso pudiendo ocasionar pérdidas de hasta el 60% (Larena *et al.*, 2005). Estos frutos son altamente susceptibles a la podredumbre marrón, especialmente cuando están en una fase avanzada de maduración. En España, la especie *Monilinia laxa* es la principal responsable de esta alteración, mientras que *Monilinia fructigena* es más común en manzanos y *Monilinia fructicola*, a pesar de estar presente en Europa, sólo la encontramos en focos reducidos y controlados (Lichou *et al.*, 2002; De Cal *et al.*, 2009). La podredumbre marrón se desarrolla con rapidez, inicialmente aparece como una mancha marrón que evoluciona a tonalidades negras, circulares y de forma definida, en las que posteriormente aparecen las hifas blancas o grisáceas. En las fotografías 1 y 2 tenemos un ejemplo de podredumbre marrón en platerina y paraguayo, respectivamente.



**Figura 5.** Podredumbre marrón en platerina.



**Figura 6.** Podredumbre marrón en paraguayo.

Los frutos son infectados poco después de la floración donde el moho permanece latente hasta que la fruta madura. La podredumbre también se puede desarrollar en heridas causadas por insectos, por daños fisiológicos o por lesiones ocasionadas por el granizo. La incidencia de la infección aumenta significativamente cuando el clima antes o durante la cosecha ha sido húmedo ya que aumenta en número de esporas en el campo.

Actualmente no existe ningún fitosanitario autorizado para el control de esta enfermedad en post- cosecha, lo que incrementa el interés y la necesidad de desarrollar tratamientos alternativos y de mantener unas estrictas medidas preventivas.

La reducción del inoculo fúngico en la central hortofrutícola a través de una buena limpieza y desinfección, las técnicas de conservación y manejo que minimizan el daño

a la fruta y la utilización de condiciones de almacenamiento óptimas para mantener la resistencia del huésped, junto con las alternativas a los fungicidas de síntesis, por sí solos o de forma integrada, pueden resolver de forma muy satisfactoria las pérdidas.

– Podredumbre por *Rhizopus stolonifer* o podredumbre por *Rhizopus*

En este caso, el tejido de las frutas afectadas aparece blando y acuoso y cubierto con un micelio blanco con esporangios negros. El moho se propaga rápidamente a las frutas cercanas dando lugar a los llamados nidos. La fruta se contamina con esporas del moho que son dispersadas al ambiente desde los frutos que se encuentran infectados en el suelo. La infección se produce a través de heridas producidas durante la recolección. Esta enfermedad se produce independientemente de las condiciones meteorológicas y puede ser particularmente perjudicial en melocotones que son madurados para ser destinados a las fábricas de conservas. Sin embargo la podredumbre por *Rhizopus* puede ser controlada si mantenemos los frutos a 4°C ya que el moho no se desarrolla a estas temperaturas e incluso sus esporas mueren lo que reduce la infección en la etapa de comercialización.

Otras podredumbres que pueden afectar a la familia de los melocotones son: la podredumbre por *Penicillium expansum* que desarrolla un micelio blanco que al esporular se torna verde-azulado, la podredumbre gris ocasionada por *Botrytis cinerea* y la podredumbre ácida causada por la levadura *Geotrichum candidum*. De reciente aparición en España es la mancha bacteriana causada por *Xanthomonas arborícola* pv. *Pruni* que provoca pequeñas manchas, rodeadas de un halo amarillo, que se necrosan posteriormente (Palacio et al., 2009) y para la cual es obligatorio comunicar su presencia ya que los árboles afectados deben ser eliminados.

## 1.5. TECNOLOGÍAS POST-COSECHA APLICADAS A LOS FRUTOS DE HUESO

Las tecnologías post-cosecha son las técnicas de conservación orientadas a frenar el deterioro de los productos hortofrutícolas con el fin de mantener su calidad durante el tiempo deseado. Entre ellas destacan la refrigeración, la conservación en atmósferas protectoras y el tratamiento con 1-MCP.

### 1.5.1. REFRIGERACIÓN: PRE-REFRIGERACIÓN Y MANTENIMIENTO EN FRÍO

La temperatura es el factor fundamental para prolongar la vida útil de todas las frutas, y es necesario su control en todas las etapas de la vida post-cosecha de la fruta, desde el momento de la recolección hasta la llegada al consumidor. La temperatura condiciona la tasa de respiración y la emisión de etileno. Estos efectos son más importantes en los frutos climatéricos con actividades respiratorias más altas, como el paraguayo y la platerina. Por estas características, el paraguayo y la platerina son unos frutos muy perecederos cuya conservación a temperatura ambiente no supera una semana en muchas de las variedades.

#### 1.5.1.1. PRE-REFRIGERACIÓN

Para obtener los máximos beneficios de la refrigeración es esencial que ésta se produzca lo más pronto y rápidamente posible. El calor de campo debe ser eliminado tan pronto como sea posible y la fruta debe ser enfriada a la temperatura más baja tolerada por ella. Las técnicas más habituales aplicadas sobre paraguayos y platerinas incluyen el enfriamiento con aire y con agua (hidroenfriamiento). Si optamos por el enfriamiento con agua la temperatura inicial de ésta debe estar comprendida entre 0,5 y 1°C, el pH del agua entre 6,5 y 7,5 y la concentración de cloro entre 55 y 70 ppm. La duración de este enfriamiento nunca debe superar los 60 minutos pero deberemos conseguir que la temperatura de los frutos en el centro del pallet alcance entre 0 y 1,5°C. Si optamos por la refrigeración con aire forzado, ya sea en túneles, en antecámaras o en cámaras convencionales, la temperatura del aire deberá estar cercana 0°C y su velocidad en torno a 2–4 metros por segundo con un coeficiente de recirculación de aire a través de los evaporadores de más de 100 ciclos por hora. La fruta en los contenedores de campo puede ser enfriada hasta 5–10°C si el empaque se va a llevar a cabo al día siguiente. Si éste se va a retrasar será necesario enfriar la fruta hasta los 0°C. En cultivares sensibles a la descomposición interna es recomendable alcanzar 0°C en las 8 horas posteriores a la cosecha. Tras el empacado también deberemos volver a refrigerar hasta alcanzar la temperatura de mantenimiento.

#### 1.5.1.2. MANTENIMIENTO EN FRÍO

La temperatura recomendada para la conservación de paraguayos y platerinas es de 0°C. Si la temperatura es excesivamente baja, puede producirse la congelación del mesocarpio, que en la mayoría de las variedades ocurre a temperaturas de -1°C. También es necesario prevenir la deshidratación de los frutos manteniendo en el ambiente una humedad relativa alta (90–95%), sin olvidar el control de la velocidad del

aire o la protección con barreras físicas o químicas. Otro de los hechos a tener en cuenta es la retirada del etileno de las estancias de almacenamiento. El etileno puede ser eliminado de la atmósfera por ventilación, absorción con carbono, oxidación con permanganato, ozono, radiación ultravioleta o catálisis. Como ya hemos reseñado antes, la conservación a baja temperatura presenta problemas en el caso de paraguayos y platerinas ya que se desarrollan los daños por frío. En ocasiones para prevenir o retrasar la aparición de estos daños, se procede a interrumpir el almacenamiento en frío a intervalos regulares y a calentar la fruta durante un intervalo de tiempo corto, técnica que se conoce comúnmente como calentamientos intermitentes.

Otra técnica encaminada a reducir los daños por frío durante la conservación en frío es el llamado retraso en el enfriamiento o almacenamiento. Esta técnica consiste en mantener la fruta en condiciones cálidas durante 2–5 días tras la cosecha. Zhou et al. (2000) hallaron positivo el efecto de mantener 48 horas a 20°C las nectarinas Flavortop antes de su almacenamiento a 0°C durante 4 semanas, observando una disminución en la aparición de texturas lanosas. Sin embargo, este retraso no siempre es efectivo y sus ventajas parecen estar ligadas al grado de maduración de los paraguayos y platerinas. Mitchell et al. (1979) observaron padeamiento interno y una mayor pérdida de agua durante la posterior conservación con la aplicación de esta técnica.

### **1.5.2. LAS ATMÓSFERAS MODIFICADAS: ENVASADO EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS Y CONSERVACIÓN EN ATMÓSFERAS CONTROLADAS**

La utilización de atmósferas controladas se considera una tecnología complementaria a la acción del frío. Estas tecnologías consisten en disminuir el contenido en oxígeno y aumentar la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera que rodea al producto. Existen dos tipos que difieren fundamentalmente en el grado de control: las atmósferas controladas y las atmósferas modificadas.

Los efectos beneficiosos de estas técnicas son: disminución de la intensidad respiratoria, disminución de la velocidad de las reacciones enzimáticas, bloqueo de la síntesis de etileno, inhibición de cambios en el color e incluso inhibición del crecimiento microbiano.

Sin embargo, las tolerancias a las bajas concentraciones de O<sub>2</sub> y altas de CO<sub>2</sub> dependen de cada producto, y cuando se sobrepasan éstas aparecen daños en las

frutas, se instaura la respiración anaeróbica que origina en sabores y olores anómalos, pierden la capacidad para madurar y desarrollan pardeamiento interno.

En el caso de los melocotones conservados en atmósfera controlada, concentraciones de oxígeno entre 1–2% ralentizan el proceso madurativo y concentraciones de dióxido de carbono entre 3–5% producen una reducción de los daños por frío y del ablandamiento. Las concentraciones de O<sub>2</sub> menores al 1% provocan incapacidad de madurar normalmente, pardeamiento de la piel y sabores anómalos mientras que concentraciones de CO<sub>2</sub> superiores a un 10% se han relacionado con pardeamiento de la pulpa y sabores anómalos (Kader, 1992). Actualmente las atmósferas controladas sólo se utilizan para el transporte marítimo y no para conservaciones prolongadas en cámara. También el envasado en atmósferas modificadas (MAP) reduce la tasa respiratoria de la fruta, retrasa la maduración, frena los cambios en la composición y mantiene mejor el color y las vitaminas. El uso de plásticos poliméricos para obtener atmósferas modificadas en envases ha sido estudiado en melocotones por varios autores con resultados variables por lo que esta técnica no está siendo ampliamente utilizada para la conservación de estos frutos.

### 1.5.3. EL MANEJO DEL ETILENO: LOS TRATAMIENTOS CON 1-MCP

El 1-MCP fue descubierto a finales de los años 80 con la investigación realizada por Sisler y colaboradores (Sisler et al., 1995). Actualmente, se permite su aplicación según lo indicado en la Directiva 2006/19/CE de la Comisión del 14 de febrero de 2006 y se comercializa bajo el nombre de SmartFresh<sup>SM</sup>. La eficacia de su tecnología ha sido investigada en varios frutos como la manzana, ciruela, pera, tomate y caqui, en los que la aplicación se realiza con dosis recomendadas y en cámaras cerradas de forma estanca. En aquellas variedades en las que no ha sido probada y aprobada la tecnología, no se conocen las dosis exactas de aplicación.

El 1-MCP, se parece estructuralmente al etileno, se aplica de forma gaseosa por cortos períodos de tiempo, no resulta tóxico y se emplea en dosis muy bajas (del orden de partes por billón) por lo que no deja residuos detectables en los productos (<0,01ppm) (Ku et al., 1999; Fan y Mattheis, 1999). La manera de actuar del 1-MCP consiste en la unión a los receptores del tejido del fruto, provocando un bloqueo del enlace de éstos con el etileno e impidiendo así, la formación de complejos activos durante horas e incluso días hasta que se produce de nuevo la formación de otros receptores de etileno que se regeneran de forma continuada (Sisler et al., 1996). Por lo tanto, la eficacia de la inhibición de la maduración y/o senescencia de frutas y

ortalizas, es función de la concentración de 1-MCP aplicada, hasta la saturación de los sitios de unión. Dependiendo del producto la inhibición del etileno puede persistir indefinidamente, especialmente en hortalizas de hoja, pero a veces en frutas, la recuperación de la maduración es esencial para proporcionar al producto una maduración aceptable para el consumidor.

Su aplicación produce un retraso en la maduración organoléptica ya que reduce la pérdida de firmeza, de acidez y de color verde; disminuye la producción de etileno y la respiración; y controla algunas fisiopatías como la escaldadura superficial. La mayoría de los estudios sobre los efectos del 1-MCP han incluido productos como flores (Sisler et al., 1996a), manzanas, peras, bananas, naranjas, ciruelas, duraznos, nectarinas, frutos tropicales, frutillas, brócoli, tomates y otras hortalizas (Sisler y Serek, 1997; Abdi et al., 1998; Golding et al., 1998; Fan et al., 1999; Ku et al., 1999; Porat et al., 1999; Zóffoli et al, 2000) y todos han sido muy promisorios.

### 1.5.3.1. RESPUESTAS FISIOLÓGICAS Y BIOQUÍMICAS AL 1-MCP

#### - Metabolismo del etileno

La inhibición de la maduración es transitoria en todos los estudios publicados, pero repetidas aplicaciones pueden ayudar a mantener este retraso.

La duración de la acción del 1-MCP está influida por la especie, la variedad, el tejido y el modo de inducción de la biosíntesis del etileno. La relación concentración de 1-MCP y tiempo de exposición, se hace evidente cuando se requieren largos períodos de exposición con bajas concentraciones de 1-MCP para obtener el mismo efecto fisiológico (Sisler y Serek 1997). Algunos productos como el guisante requirieron concentraciones más altas ( $40 \text{ nl l}^{-1}$ ) que los claveles ( $0,5 \text{ nl l}^{-1}$ ) y que los plátanos ( $0,7 \text{ nl l}^{-1}$ ), lo que sugirió que los nuevos receptores se producían en tejidos en crecimiento o que los receptores tenían una baja afinidad (Sisler y Serek, 2003). La síntesis de nuevos sitios de unión puede estar afectada por la temperatura; en plátanos, las temperaturas entre  $30$  y  $40^\circ\text{C}$  provocaron una rápida recuperación de la maduración, mientras que aplicaciones de 1-MCP a  $2,5^\circ\text{C}$  fueron menos efectivas que a  $15$  y  $20^\circ\text{C}$ , ya que la unión del 1-MCP a bajas temperaturas era incompleta (Sisler y Serek, 2004).

La producción de etileno de la fruta es normalmente inhibida por el tratamiento con 1-MCP, pero la persistencia de la inhibición puede ser variable (Fan et al., 1999; Fan y Mattheis, 1999<sup>a</sup>; Dong et al., 2002; Jeong et al. 2002; Ergun et al., 2005). Además

disminuyó más lentamente con el tiempo en piñas tratadas con 1-MCP que en piñas sin tratar (Selvar-Ajah et al., 2001).

Los genes que codifican dos enzimas claves en la biosíntesis del etileno, ACO y ACS y su respectiva actividad enzimática han sido estudiados en varios cultivos. En manzanas, plátanos, melones y peras, la inhibición de la producción de etileno mediante 1-MCP fue acompañada por una baja expresión de estos genes (Lelievre et al., 1997; de Wild et al., 1999; Defilippi et al., 2005), y de una reducida actividad de las enzimas ACS y ACO (Dong et al., 2001; Pathak et al., 2003; Defilippi et al., 2005). En melocotones la inhibición de la producción de etileno fue asociada con una reducida actividad de ACO y una reducción de acumulación de transcripciones de PP-ACO1 y PP-ACO2, pero la enzima ACC se acumuló en frutas tratadas y la expresión de PP-ACS1 y la actividad de ACS no fueron afectadas por el tratamiento de 1-MCP (Mathooko et al., 2001). Nectarinas tratadas con 1-MCP tuvieron una acumulación de transcripciones más baja de ACS, ACO1 y ACO2 que las frutas no tratadas a temperatura ambiente y no en cámaras frigoríficas.

#### **- Velocidad de respiración**

La velocidad de respiración en muchos productos tratados con 1-MCP disminuyó o fue retrasada, especialmente en frutos climatéricos donde su aumento fue acompañado de un incremento de la producción de etileno. El pico de la respiración en el climaterio fue reducido por el 1-MCP (Jeong et al., 2002, 2003). En fresas de cosecha temprana y tratadas con 1-MCP se redujo la velocidad de respiración, pero no en las fresas de cosecha tardía (Tian et al., 2000). Bower et al. (2003) estableció que la alta velocidad de respiración encontrada en fresas tratadas con 1-MCP pudo ser debida a un temprano comienzo del deterioro de la fruta.

#### **- Cambios de color**

La pérdida de verdor o amarilleamiento en muchos productos es inhibida por el 1-MCP. El éxito del uso del 1-MCP se basa en un retraso y no en una inhibición irreversible de los procesos que envuelven el desarrollo del metabolismo de pigmentación. La pérdida del color verde se produce por la ruptura enzimática (clorofilas) de las moléculas de clorofila. El aumento en la actividad de dicha enzima parece estar asociado a la acción de etileno durante el proceso de maduración (Tucker, 1993). Por lo tanto, parece ser que cuando la acción del etileno es bloqueada por 1-MCP, se produce una disminución en la actividad clorofilasa.

### **- Metabolismo de la pared celular**

La aplicación de 1-MCP consigue, en muchos productos, un retraso y no una inhibición completa del ablandamiento que es lo deseable.

La disminución del ablandamiento en plátanos tratados con 1-MCP está asociado con una baja expresión del gen inductor del etileno (MaExp1) (Trivedi y Nath, 2004), y una baja actividad de las enzimas pectinmetilesterasa (PME), poligalacturonosa (PG), endo- $\beta$ -galactosidasa (EGasa) y pectato liasa (PL) (Lohani et al., 2004). El efecto sobre el ablandamiento en peras tratadas con 1-MCP estuvo asociado con una disminución de la actividad de  $\beta$ -galactosidasa y un efecto diferencial sobre la expresión de sus genes (Mwaniki et al., 2005), una baja actividad glicosidasa (Trinchero et al., 2004), y una acumulación de transcripción de genes por PG1 y PG2, pero no EGase (Hiwasa et al., 2003). Un retraso en el ablandamiento de melocotones fue asociado con un retraso en el aumento de la concentración de pectinas solubles (Liu et al., 2005).

El 1-MCP afectó a los genes de expresión de la pared celular, pero específicamente los resultados dependieron del estado de maduración de la fruta (Balogh et al., 2005). El tratamiento con 1-MCP ocasionó una sobre regulación de EGase en frutas verdes, pero una baja regulación en fruta roja, sobreregulación de  $\beta$ -galactosidasa en una maduración reprimida, y una baja regulación del gen pectil liasa.

### **- Otros parámetros**

La degradación del almidón en la fruta se ve retrasada, en algunas ocasiones, por el tratamiento con 1-MCP. El contenido en sólidos solubles totales en frutas tratadas puede ser más alto, más bajo o igual que en frutas no tratadas dependiendo del producto y las condiciones de almacenamiento (Fan et al., 1999; Watkins et al., 2000; Benassi et al., 2003). La producción de volátiles, influenciada en gran medida por el etileno, también se ve afectada con los tratamientos de 1-MCP. En manzanas, Mattheis et al. (2005) encontraron que la producción de esteres, alcoholes, aldehídos, ácido acético y 1-metoxi4-(2-propenil) benceno fueron inhibidos fuertemente por el 1-MCP, pero que, sin embargo, aumentó su producción cuando se mantuvieron a temperatura ambiente después de un largo tiempo de almacenamiento.

### **- Calidad nutricional**

El efecto del 1-MCP en la calidad nutricional no ha sido estudiado profundamente pero se ha determinado que ralentiza la pérdida de vitamina C en algunos productos como

melocotones (Liu et al., 2005), piñas (Selvarajah et al., 2001) y en lechuga y piña míninamente procesadas (Budu y Joyce, 2003; Tay y Perera, 2004).

### 1.5.3.1. FACTORES QUE INFLUYEN EN LOS EFECTOS DEL 1-MCP Y APLICACIONES

Los primeros estudios realizados con 1-MCP se llevaron a cabo sobre manzanas y rápidamente fueron incorporados a industrias de todo el mundo. Debido a sus características ha sido ampliamente aceptado en la industria manzanera ya que permite mantener la textura después del almacenamiento.

Dado que los frutos climatéricos pueden producir etileno tanto en el árbol como una vez recolectados, la eficiencia del 1-MCP va a depender del estado de maduración en el momento de la cosecha y del tiempo que transcurra desde ésta hasta el almacenamiento en frío antes del tratamiento.

Otra de las primeras frutas en la que se llevaron a cabo tratamientos con 1-MCP es la pera, donde se consiguió disminuir o prevenir el ablandamiento, al igual que la pérdida de verdor, aspecto que dependió de la variedad y concentración de 1-MCP aplicada.

En esta fruta, aplicaciones de  $0,2 \mu\text{L L}^{-1}$  de 1-MCP provocaron una maduración normal, con una reducción de problemas de sobremaduración (Calvo y Sozzi, 2004), mientras que concentraciones tan altas como  $10$  y  $100 \mu\text{L L}^{-1}$  mantuvieron la firmeza óptima para el consumo durante un periodo extenso y previnieron el desarrollo de la senescencia después del almacenamiento.

Se han realizado pocos estudios sobre los efectos del 1-MCP en frutas de hueso, y los resultados han variado en función de la temperatura y el cultivar (Fan et al., 2002; Lurie y Weksler, 2005; Ziosi et al., 2005).

En melocotones y nectarinas se ha demostrado que las concentraciones óptimas varían mucho, desde  $0,4 \mu\text{L L}^{-1}$  hasta  $5 \mu\text{L L}^{-1}$  siendo esta última la mayor registrada.

En nectarinas tratadas con 1000 ppb de 1-MCP durante 24 horas y a  $0^\circ\text{C}$  se observó una mayor retención de la firmeza que en las frutas control, un retraso en el cambio de color, una menor producción de  $\text{CO}_2$  y una menor incidencia de daños por frío.

En otro estudio realizado con melocotones de la variedad Aurora en dos estados de madurez (verde maduro y maduro), se aplicaron cuatro tratamientos con 1-MCP ( $0$ ,  $100$ ,  $300$  y  $900 \text{ nL L}^{-1}$ ) durante 12 horas a  $25^\circ\text{C}$ . Tras 4 y 6 días a  $25^\circ\text{C}$ , los frutos en estado verde maduro tratados con 1-MCP presentaban una firmeza de un  $40$  a  $60\%$  mayor que la observada en las frutas control. Una concentración de  $100 \text{ nL L}^{-1}$

demostró ser suficiente para mantener la firmeza del fruto y las frutas tratadas con 1-MCP mostraron un tono más verde e intenso en comparación con las frutas control.

También se observó que las frutas tratadas presentaban una menor incidencia de podredumbres lo que podría deberse a un efecto indirecto ya que el 1-MCP mantiene la firmeza.

## **2. OBJETIVOS DEL PROYECTO**

## 2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

El objetivo de este estudio fue determinar los efectos de la aplicación del 1-MCP (1-Metilciclopropeno) como inhibidor de la producción de etileno de paraguayos “Sweet Cab” y platerinas “778”, así como de establecer el posible aumento de la vida útil derivado del tratamiento.

Para ello se utilizaron frutos con dos estados de madurez, un estado de madurez M0, grado de madurez previo al comercial, y un estado de madurez M1, grado de madurez comercial, y se emplearon distintas dosis de 1-MCP (1000, 2000 y 3000 ppb) aplicadas en distintos momentos durante la conservación a 0 °C.

Para determinar la evolución de la calidad y los efectos del 1-MCP se procedió, cada 15 días, a la evaluación de caracteres fisiológicos (producción de etileno y actividad respiratoria), físico-químicos (acidez, pH, sólidos solubles totales, índice de madurez, color y firmeza.) y sensoriales. También se realizó un ensayo frutero o “shelf-life” (S.L.) consistente en mantener un lote de frutos recién extraído de la conservación frigorífica durante 2 y 5 días a 20 °C. Este periodo pretende simular las condiciones de comercialización que sufrirían los paraguayos y las platerinas en condiciones reales.

### **3. MATERIAL Y MÉTODOS**

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS

#### 3.1. MATERIALES

##### 3.1.1. PROCEDENCIA Y CONDICIONES DE CULTIVO DE LAS MUESTRAS

El presente trabajo ha sido realizado con platerina cv. 778 (figura 1) y paraguayo cv. Sweet Cab (figura 2) suministrados por un productor de la localidad de Mequinenza.

La plantación es un cultivar exterior situado en el término municipal de Mequinenza (Zaragoza). Se trata de dos parcelas cercanas con riego por goteo y sistema de formación en vaso.

##### 3.1.2. RECEPCIÓN Y SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS

Las muestras se recibieron en cajas plásticas de unos 12 kg (figura 3) directamente de la zona de recolección sin haber sido sometidos a ningún proceso de limpieza previo.



**Figura 7.** Transporte de las platerinas 778 al laboratorio

Se procedió “in situ” a la selección de dos estados de maduración, un estado M1 (figura 7) de madurez comercial, que presentaba ya el color rojo característico de estas variedades, y un estado M0 (figura 3) de madurez previo al comercial, al que le faltaban en torno a 7 días para estar en el momento óptimo de recolección. Tras su recepción en el laboratorio se sometieron a una inspección visual, retirando aquellos que presentaran lesiones físicas, fisiológicas o patológicas. En el caso de las

platerinas la recolección se realizó el 16 de Julio, mientras que en el caso de los paraguayos ésta se produjo el 26 de julio.



**Figura 8.** Platerinas cv 778 en el momento de su recepción en el laboratorio



**Figura 9.** Paraguayos cv. Sweet Cab en el momento de su recepción en el laboratorio

Los parámetros fisiológicos y físico-químicos de ambos grados de madurez en el momento de su recolección se recogen en la tabla 1.

**Tabla 1.** Parámetros de calidad en los paraguayos cv. Sweet Cab en el momento de su recolección

PARÁMETROS DE CALIDAD	M0	M1
Peso (g)	112, 5 ± 18,2	144,5 ± 31,2
Ø Ecuatorial (cm)	7,0 ± 0,4	7,3 ± 0,8
Ø Axial (cm)	3,3 ± 0,3	3,6 ± 0,4
Firmeza(kg/cm <sup>2</sup> )	3,6 ± 1,1	3,0 ± 1,1
Sólidos solubles totales (º Brix)	12,6 ± 0,7	13,5 ± 0,3
pH	3,9 ± 0,04	4,0 ± 0,1
Acidez valorable [mg ac.málico/L]	3,9 ± 0	3,9 ± 0,2
Índice de madurez	3,1 ± 0,1	3,5 ± 0,2
Actividad respiratoria:		
mL O <sub>2</sub> /Kg*h	20,5 ± 0,8	24,0 ± 0,1
mL CO <sub>2</sub> /Kg*h	14,5 ± 1,1	17,2 ± 0,7
μL Etileno /Kg*h	1,0 ± 0,6	8,0 ± 0,9

M0 (grado de madurez previo al comercial); M1 (grado de madurez comercial)

**Tabla 2.** Parámetros de calidad en las platerinas cv. 778 en el momento de su recolección

PARÁMETROS DE CALIDAD	M0	M1
Peso (g)	142,7 ± 22,7	183,8 ± 24,7
Ø Ecuatorial (cm)	7,5 ± 0,5	8,0 ± 0,4
Ø Axial (cm)	4,5 ± 0,26	4,7 ± 0,3
Firmeza(kg/cm <sup>2</sup> )	5,1 ± 1,1	4,3 ± 0,85
Sólidos solubles totales (º Brix)	12,9 ± 0,7	13,9 ± 0,5
pH	3,8 ± 0,04	3,8 ± 0,06
Acidez valorable [mg ac.málico/L]	5,5 ± 0,15	5,3 ± 0
Índice de madurez	2,3 ± 0,1	2,5 ± 0,1
Actividad respiratoria:		
mL O <sub>2</sub> /Kg*h	30,9 ± 3,8	28,9 ± 0,4
mL CO <sub>2</sub> /Kg*h	17,0 ± 3,5	15,4 ± 0,1
μL Etileno /Kg*h	0,2 ± 0,0	0,6 ± 0,2

M0 (grado de madurez previo al comercial); M1 (grado de madurez comercial)

### 3.1.3. EQUIPAMIENTO DE LABORATORIO

Además del material básico de laboratorio (pipetas, probetas, rotatubos, etc.) en el desarrollo de este trabajo se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Licuadora Sammic mod. 42.3 ST.
- Balanza analítica Sartorius modelo A 120 S.
- Texturómetro TA-XT2i, Stable Micro Systems.
- Refractómetro digital Atago DBX 55A.
- Titulador Crison, compact tritator.

- Analizador automático de gases (PBI Dansensor)
- Cromatógrafo de gases Hewlett Packard HP4890A con detector de ionización en llama.
- Columna HP-19001A-QSO en acero inoxidable de 6 pies de longitud, 1/8" de diámetro interno y fase estacionaria Porapak QS 80/100 mesh.
- Jeringas Hamilton gastight de 1mL y 100 µL.

### **3.2. DISEÑO EXPERIMENTAL**

Inmediatamente después de la recolección de los frutos, en cada uno de los estados de madurez requeridos (M0 o madurez inferior a comercial y M1 o madurez comercial), éstos se transportaron al laboratorio. Se seleccionaron los frutos y se procedió al establecimiento de los lotes los cuales fueron introducidos en cámara frigorífica a  $0 \pm 0,5$  °C. Tras 2 días, y cuando los frutos habían alcanzado la temperatura de conservación, se procedió a la aplicación de los tratamientos con 1-MCP. Las dosis de 1-MCP aplicadas y los lotes establecidos se resumen a continuación:

- L0M0 (Lote control con frutas en estado de madurez 0, sin tratamiento).
- L1M0 (Lote 1: frutas en estado de madurez 0 y tratadas con 1-MCP (1000 ppb en el día 2).
- L2M0 (Lote 2: frutas en estado de madurez 0 y tratadas con 1-MCP (1000 ppb en el día 2 y en el día 7).
- L3M0 (Lote 3: frutas en estado de madurez 0 y tratadas con 1-MCP (1000 ppb en el día 2, en el día 7 y en el día 15).
- L0M1 (Lote control con frutas en estado de madurez 1, sin tratamiento).
- L1M1 (Lote 1: frutas en estado de madurez 1 y tratadas con 1-MCP (1000 ppb en el día 2)
- L2M1 (Lote 2: frutas en estado de madurez 1 y tratadas con 1-MCP (1000 ppb en el día 2 y en el día 7).
- L3M1 (Lote 3: frutas en estado de madurez 1 y tratadas con 1-MCP (1000 ppb en el día 2, en el día 7 y en el día 15).

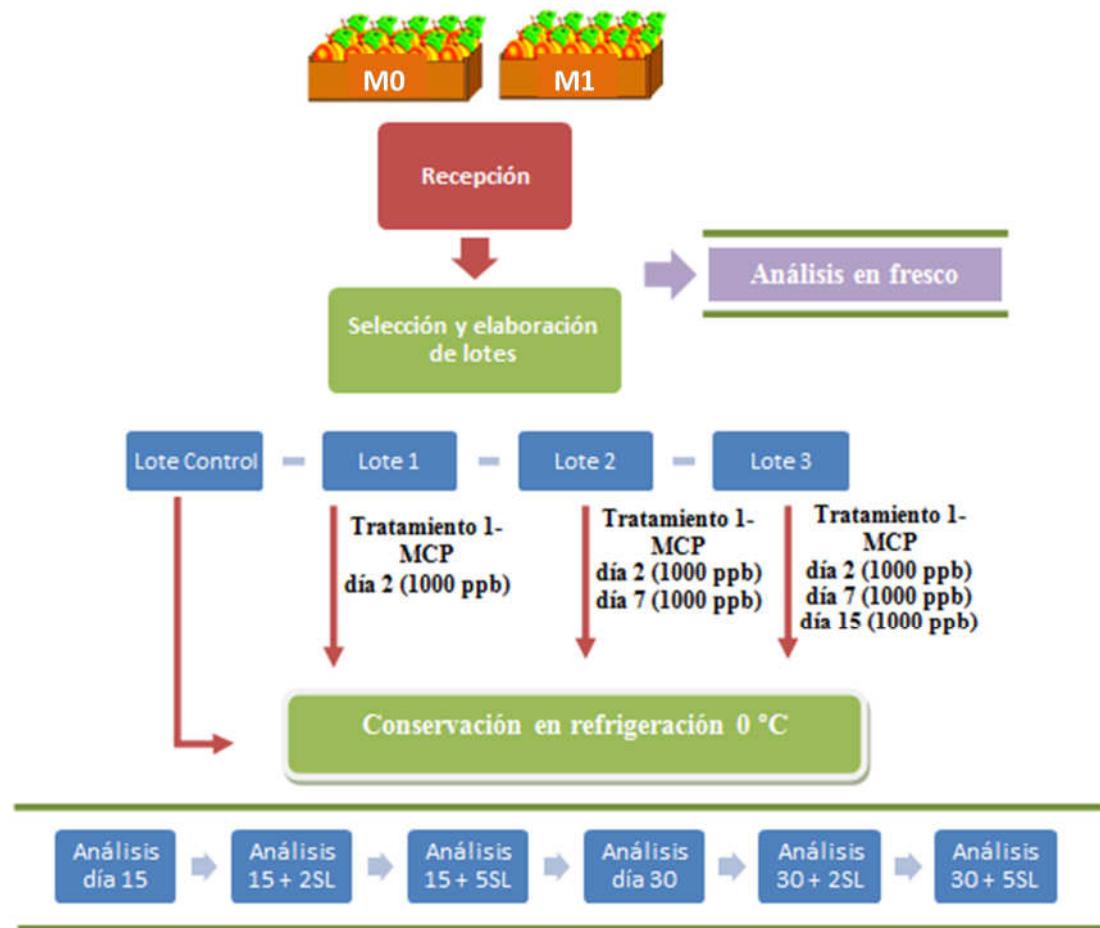
...Estos lotes se establecieron tanto para el ensayo con paraguayos como con platerinas.

...Para la aplicación del tratamiento con 1-MCP se mezclaron 15 mL de solución activadora (Smart Fresh (TM) Activator Solution), con 3 pastillas de producto (Smart Fresh (TM) Research Tablets) y 1 pastilla activadora (Smart Fresh (TM) Activator

Tablets). La mezcla (sin la pastilla activadora) se introdujo en un bote plástico que se dispuso junto a un pequeño ventilador para que una vez liberado el 1-MCP éste se distribuyese homogéneamente por toda la cámara frigorífica. La pastilla activadora se incorporó a la mezcla cuando el ventilador estaba ya colocado en la posición idónea. Una vez incorporada la pastilla activadora, se cerró rápida y herméticamente la puerta de la cámara frigorífica durante 24 h. Tras el tratamiento con 1-MCP, se procedió a la apertura de la cámara y a su aireación durante 30 minutos para asegurar la completa desaparición del producto. Transcurrido este tiempo, las frutas control fueron introducidas junto con las frutas ya tratados en las mismas condiciones de temperatura y humedad relativa (0°C y 90-95%).

Los análisis se realizaron el día después de la recepción y a los 15 y 30 días de conservación. Paralelamente se realizó el “ensayo frutero” consistente en mantener los frutos 2 y 5 días a 20 °C (a este periodo se le denomina “frutero”, “shelf life” o periodo de simulación de la comercialización y su objetivo es establecer la evolución de los distintos parámetros de calidad del fruto durante un periodo de comercialización similar al que pudiesen sufrir los frutos durante su comercialización y venta).

El diseño experimental se muestra en la figura 10.



**Figura 10.** Resumen del diseño experimental

### 3.3. MÉTODOS

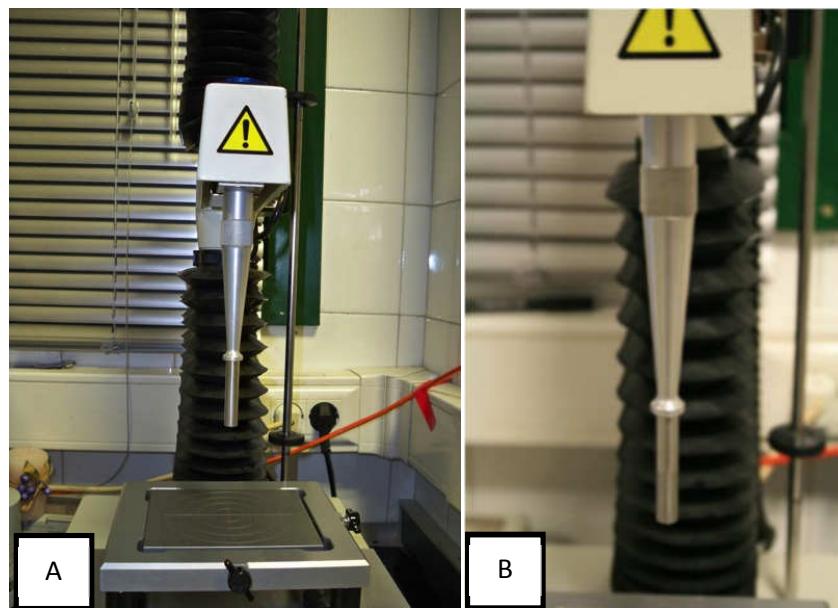
#### 3.3.1. PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS

##### 3.3.1.1. Calibre y regularidad de la forma

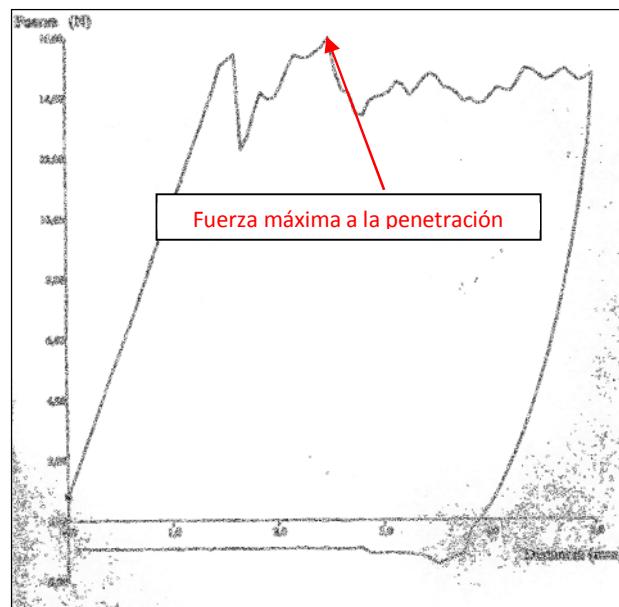
Se determinó el diámetro, tanto polar como ecuatorial de los frutos. Además se pesaron 20 frutos en su recepción para obtener su peso medio.

##### 3.3.1.2. Firmeza

...La firmeza se determinó instrumentalmente mediante el analizador de textura TA-XT2i Plus (Stable MicroSystems, Goaldming, England) (figura 5) provisto de una sonda cilíndrica de aluminio de 8 mm de diámetro y una célula de carga de 3 Kg, con el que se realizaron ensayos de penetración sobre la pulpa.



**Figura 11.** (A) Ensayo de penetración mediante Texturómetro TA-XT2I y (B) Detalle de la sonda de penetración



**Figura 12.** Curva característica de penetración

...A partir de estas gráficas se obtiene el esfuerzo máximo de penetración que se corresponde con el valor máximo sobre el eje y expresado por unidad de superficie (Kg/cm<sup>2</sup>).

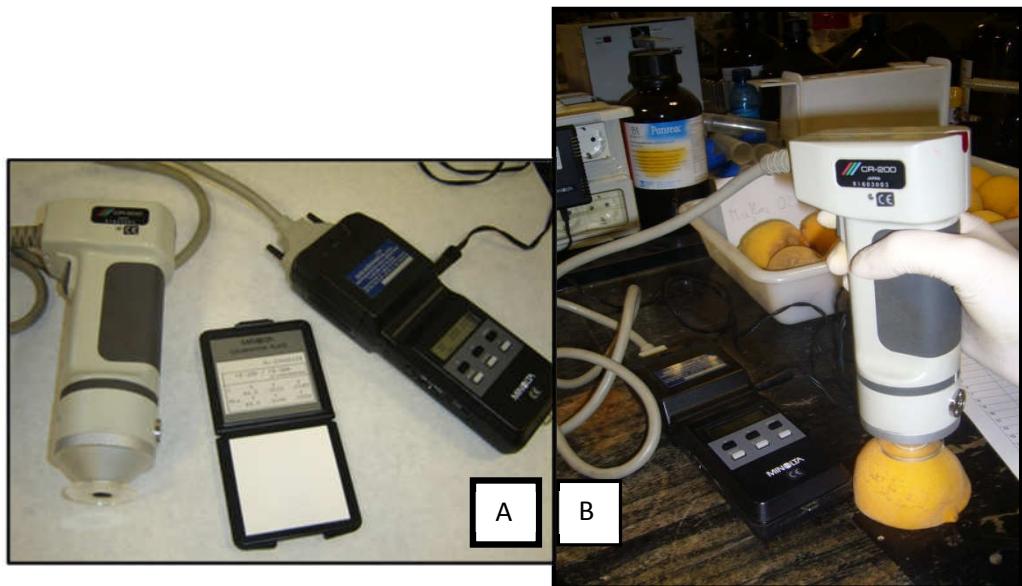
..El ensayo sobre la pulpa, se realizó a una profundidad de 15-17 mm a una velocidad de 0,83 mm s-1 según lo establecido por el ensayo de penetración o Magness-Taylor, previamente se procedió a retirar con una cuchilla aproximadamente 1 cm<sup>2</sup> de epidermis con la finalidad de dejar la pulpa al descubierto. Este ensayo fue realizado a partir de inserciones en la zona ecuatorial del fruto y perpendicular al cáliz. Esta operación se realizó por duplicado tanto con el penetrómetro como con el texturómetro.

### 3.3.1.3. Medida del color

La medida instrumental del color se llevó a cabo individualmente sobre 20 muestras representativas de cada uno de los lotes mediante el colorímetro Minolta CR200 (figura 6). Las medidas se realizaron para determinar tanto la evolución del color de la chapa como el color del fondo ya que ninguno de estos frutos posee un color uniforme. Las medidas se realizan en el espacio CIELAB, el cual es un sistema de determinación del color que tiene una clara relación entre sus coordenadas y las características psicológicas del color. En este sistema se definen tres magnitudes psicofísicas, que son claridad (L\*), croma (C\*) y tono (h\*). Estas tres magnitudes psicofísicas están correlacionadas con los atributos psicológicos del color:

- CLARIDAD, que se define como la luminosidad del estímulo juzgada con relación a la luminosidad de otro estímulo que aparece como blanco.
- CROMA, que es el colorido del estímulo juzgado en proporción a la luminosidad de otro estímulo que aparece como blanco.
- TONO, que es el atributo según el cual el estímulo parece ser similar a uno de los colores percibidos: rojo, amarillo, verde y azul, o a ciertas proporciones de estos.

Además, en el plano de cromaticidad perpendicular al eje L\*, existen las coordenadas cartesianas a\* y b\*, indicando a\*>0 rojo, a\*<0 verde, b\*>0 amarillo y b\*<0 azul.

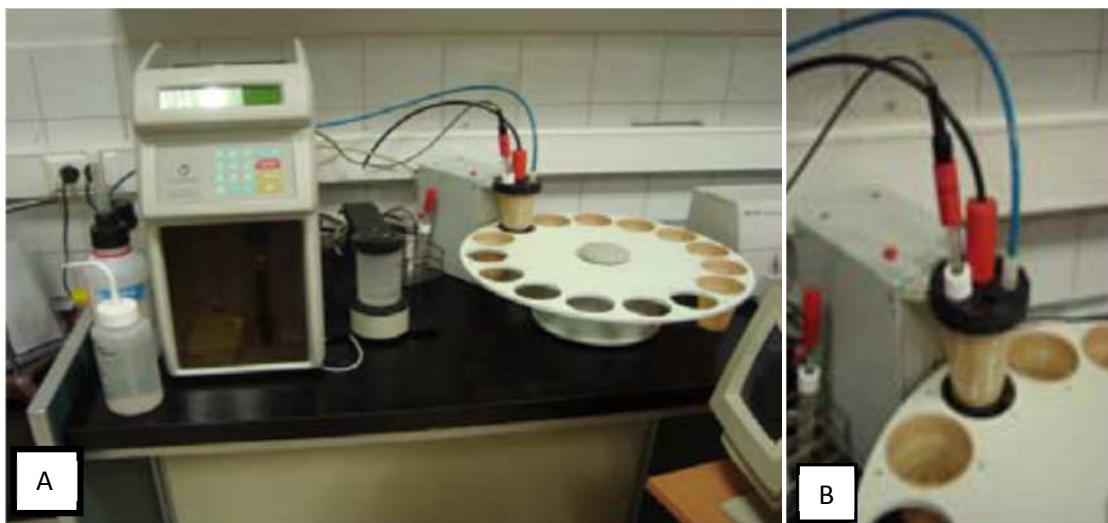


**Figura 13.** (A) Colorímetro Minolta CR 200 y (B) medida de las coordenadas CIELAB.

### 3.3.1.4. Acidez titulable

El contenido total en ácidos naturales de paraguayos y platerinas se determinó por valoración con una solución de hidróxido sódico por el método potenciométrico (AOAC, 1990). El análisis se realizó por triplicado para cada uno de los lotes por el siguiente procedimiento: 10 gr de zumo obtenidos de 5 frutos se diluyen hasta aproximadamente 100mL con agua destilada, y se valoran con hidróxido sódico 0,1 N hasta alcanzar Ph = 8,1.

Se utilizó el titulador automático Compact Titrator (figura 7) para la determinación de la acidez. La acidez total se expresa en gramos de ácido málico por 100 mL de zumo, por ser éste el ácido mayoritario de los paraguayos y platerinas.



**Figura 14.** (A) Titulator Crison Compact Titrator y (B) Medida del contenido de la acidez.

### 3.3.1.5. Sólidos solubles totales

Para esta determinación se siguió la técnica descrita en los Métodos Oficiales de Zumos de Frutas (AOAC-1984). La medida se realizó por triplicado sobre los zumos obtenidos en la determinación de la acidez, analizándose en un refractómetro digital ATAGO DBX 55<sup>a</sup> (figura 8), con corrector automático de temperatura, por lo que los resultados se expresaron en °Brix a 20°C.



**Figura 15.** Refractómetro digital ATAGO DBX 55A.

### 3.3.1.6. Índice de madurez

Este parámetro se define como la relación existente entre el contenido en sólidos solubles y la acidez titulable.

### 3.3.1.7. pH

La determinación del pH se realizó en el mismo zumo obtenido para la determinación de la acidez titulable y SST, también por triplicado, utilizando el titulador Crison Compact Titrator.

### 3.3.2. PARÁMETROS FISIOLÓGICOS

#### 3.3.2.1. Determinación de la velocidad de respiración y la producción de etileno

##### 3.3.2.1.1. Preparación de las muestras

En los ensayos de tasa respiratoria y producción de etileno, los frutos fueron pesados e introducidos en tarros de vidrio de 3 L de volumen, con tapes provistos de cierres herméticos y de un orificio sellado con un septum mediante el cual, se produjo la extracción de alícuotas del espacio de cabeza (figura 9).

La permanencia de los frutos en el interior de los botes cerrados herméticamente fue de un mínimo de 3 horas a temperatura ambiente antes de proceder al análisis de la composición gaseosa del espacio de cabeza.



**Figura 16.** Detalle del septum.

##### 3.3.2.1.2. Análisis de la concentración de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>

La concentración de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> en el interior de los frascos herméticos se midió mediante un analizador automático de gases (PBI Dansensor) (figura 10), que nos permite obtener una medida inmediata del %O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> existente en el interior de los frascos de respiración. Se realizaron 3 réplicas por cada lote.



**Figura 17.** Analizador automático de gases (PBI Dansensor)

Con la concentración de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> obtenida por el analizador automático de gases se obtiene la cantidad de mL de O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>/Kg\*h mediante las siguientes fórmulas:

$$(V_{bote} - (\text{peso}/1000)) * ((20,9 - \% \text{ O}_2) * 1000) / (100 * t * (\text{peso}/1000)) = \text{mL O}_2/\text{Kg}^*\text{h}$$

$$(V_{bote} - (\text{peso}/1000)) * ((\% \text{ CO}_2 - 0) * 1000) / (100 * t * (\text{peso}/1000)) = \text{mL CO}_2/\text{Kg}^*\text{h}$$

$$V_{\text{libre}} = V_{\text{bote}} - (\text{peso}/1000) \quad V_{\text{bote}} = 3\text{L}$$

$$T = \text{tiempo} = 3 \text{ horas}$$

$$\text{Peso (g)}$$

### 3.3.2.1.3. Determinación de la concentración de etileno

Para la cuantificación del etileno, se empleo un cromatógrafo de gases (Hewlett Packard 4890) dotado de un detector de ionización de llama (FID) (figura 11) en el que se inyectó una cantidad de muestra gaseosa de 1 mL mediante el uso de una jeringa Hamilton 1001 RN Gastight. Se realizaron 3 réplicas por cada lote.

La columna empleada fue una Hewlett Packard 19001A-QSO (figura) con las siguientes características:

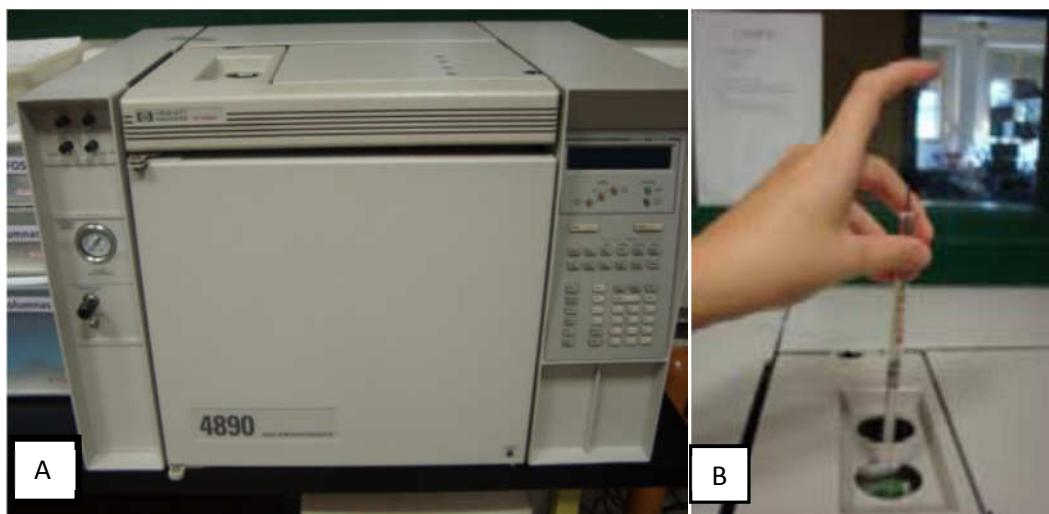
Longitud 6ft

Material acero inoxidable

Diámetro interno 1/8"

Relleno Porapack QS 80/100 mesh

El tiempo de análisis fue de 5 minutos en condiciones isotermas, con el horno a 50°C, el detector a 200°C y el inyector a 50°C, empleándose N<sub>2</sub> como gas portador. En estas condiciones el tiempo de retención del etileno fue 2,4 minutos.



**Figura 18.** Determinación de la concentración de etileno. (A) Equipo utilizado (cromatógrafo de gases Hewlett Packard 4890 dotado de un detector de ionización de llama, FID) y (B) Detalle de la inyección de la muestra.

La determinación de la producción de etileno, fue obtenida una vez conseguido el valor del cromatógrafo a partir de la siguiente fórmula:

$$Rx = (X \text{ tiempo1} - X \text{ tiempo2}) \cdot \text{vol libre} / (\text{tiempo2} - \text{tiempo1}) \cdot \text{peso} \cdot 100$$

Siendo:

- Rx = Tasa respiratoria de etileno expresada en nL/Kg\*h.
- X tiempo1 = Concentración de etileno en la atmósfera (0%).
- X tiempo2 = Valor de la concentración de etileno obtenido en el cromatógrafo.
- Vol. Libre = volumen del frasco – volumen ocupado por los frutos.
- Peso = peso de los frutos muestra.
- Tiempo1 = Hora de cierre de los frascos.
- Tiempo2 = Hora en la que se realizó la toma de muestra a través del septum.

$$nLC_2H_4 / mL = 0,0000972716 * \text{Areca C}_2H_4$$

$$nLC_2H_4 = nLC_2H_4 / mL * V_{\text{libre}}$$

$$nLC_2H_4 / Kg \cdot h = nLC_2H_4 / ((\text{peso}/1000) \cdot h)$$

$$\mu LC_2H_4 / Kg \cdot h = nLC_2H_4 / Kg \cdot h * 1/1000$$

### 3.3.3. DESÓRDENES FISIOLÓGICOS Y PATOLÓGICOS

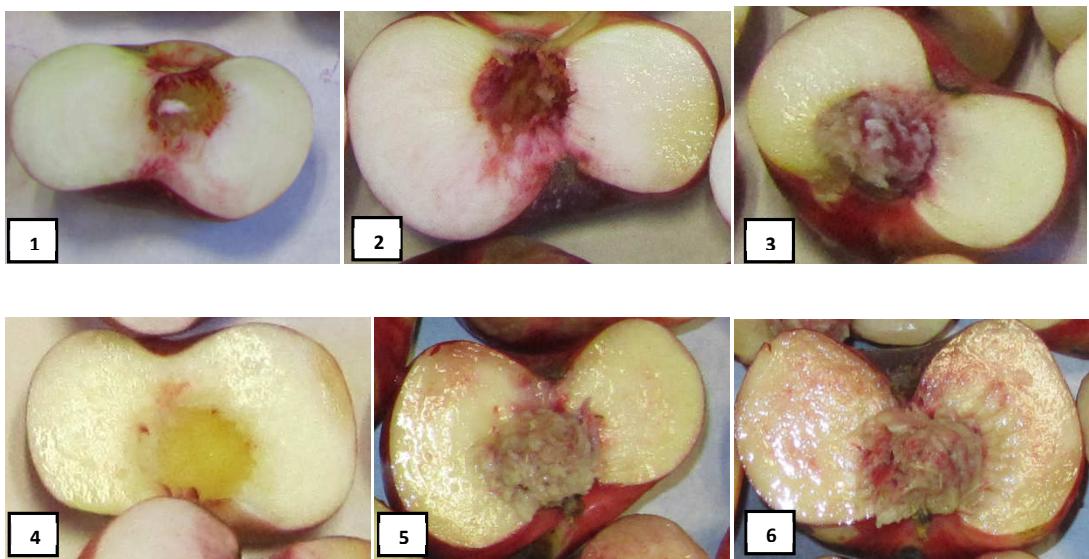
En cada uno de los tiempos de muestreo, se evaluaron posibles alteraciones tanto fisiológicas como patológicas. El estudio se realizó a nivel externo, midiendo el porcentaje de podredumbres y la identificación de la flora alterante y a nivel interno al determinar el porcentaje de frutos con hueso abierto, el grado de vitrescencia, de textura algodonosa o “woollines” y de grado de daño por frío para el cual se tuvo en cuenta el % de pulpa enrojecida (“bleeding”) y el % de pulpa con pardeamiento interno (“internal browning”). Para determinar estos valores los frutos se dividían en dos partes iguales, observándose así claramente la pulpa y el hueso.

A continuación se muestran las diferentes escalas para los diferentes desórdenes fisiológico, tanto para platerinas como para paraguayos.

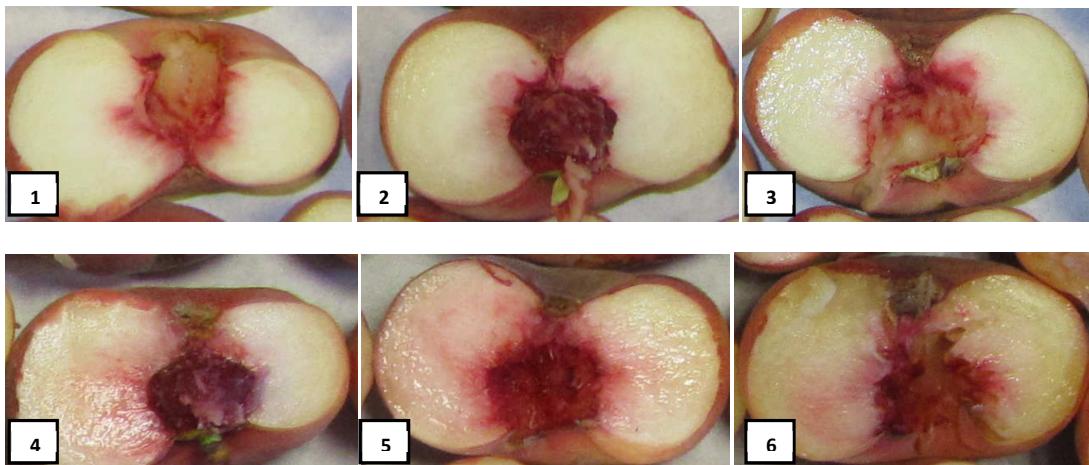
La escala para cuantificar la vitrescencia se refiere al % de pulpa con vitrescencia (tabla b3 y figuras 20 y 21).

**Tabla 3.** Escala para cuantificar el grado de vitrescencia en la pulpa.

Grado de severidad (vitrescencia)	% de pulpa con vitrescencia
1	0%
2	<20%
3	20% - 40%
4	40% - 60%
5	60% - 80%
6	80% - 100%



**Figura 19.** Escala gráfica para la cuantificación del grado de vitrescencia en platerinas (ordenado de grado 1 a grado 6).

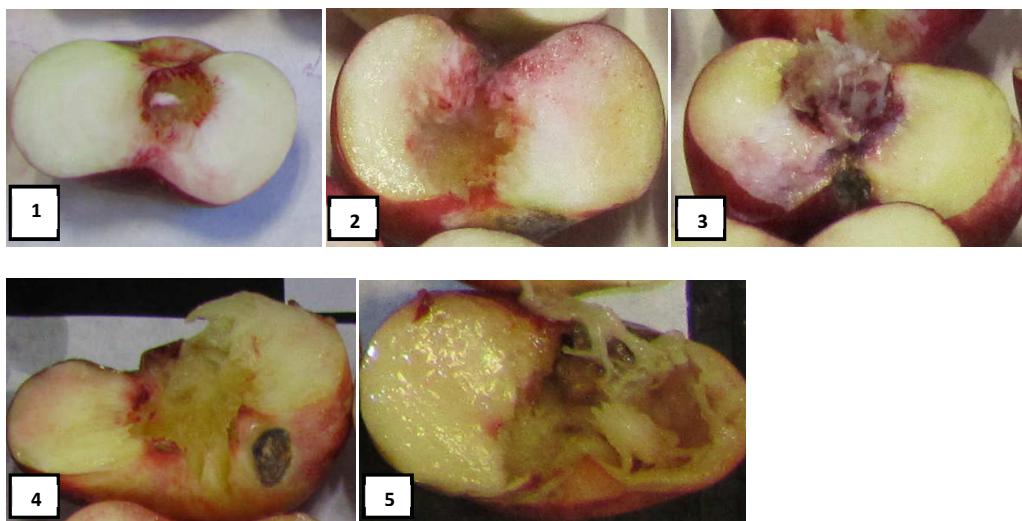


**Figura 20.** Escala gráfica para la cuantificación del grado de vitrescencia en paraguayos (ordenado de grado 1 a grado 6).

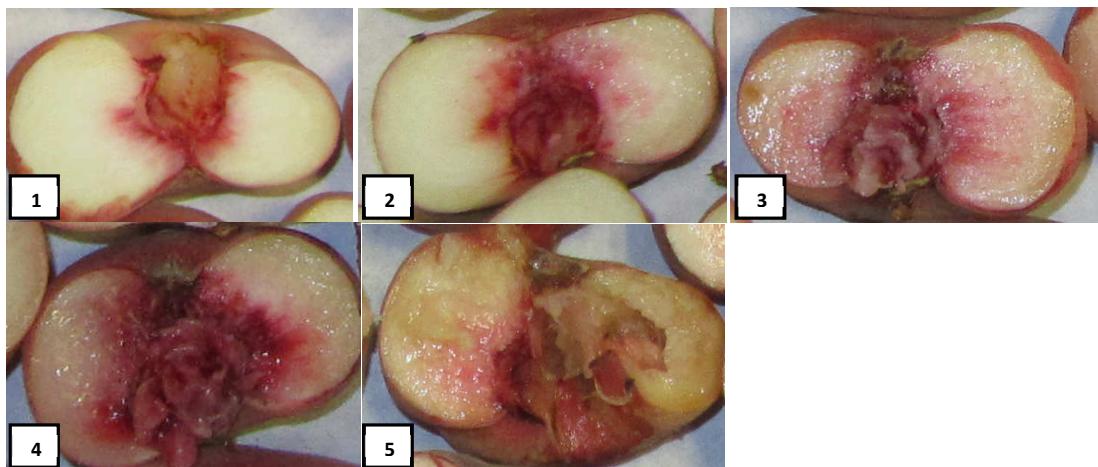
La escala para cuantificar la textura algodonosa o “woollines” se refiere al % de pulpa con textura algodonosa (tabla 4 y figuras 22 y 23).

**Tabla 4.** Escala para cuantificar el grado de vitrescencia en la pulpa.

Grado de severidad (woollines)	% de pulpa con textura algodonosa
1	0%
2	<25%
3	25% - 50%
4	50% - 75%
5	75% - 100%



**Figura 21.** Escala gráfica para la cuantificación de la textura algodonosa o “woollines” en platerinas (ordenado de grado 1 a grado 5).



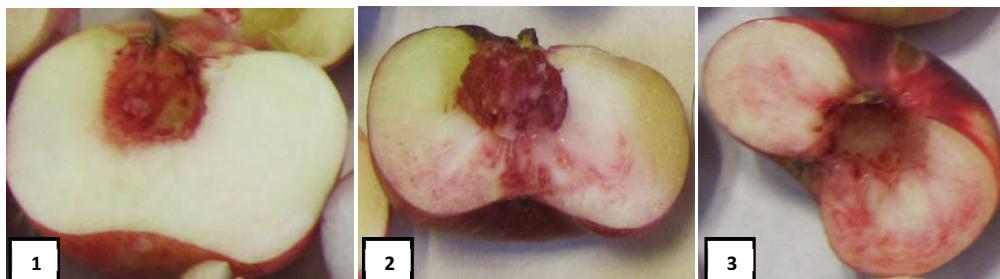
**Figura 22.** Escala gráfica para la cuantificación de la textura algodonosa o “woollines” en paraguayos (ordenado de grado 1 a grado 5).

La caracterización de la severidad de los daños por frío se realizó mediante la cuantificación del pardeamiento interno (“internal browning”) y el enrojecimiento de la pulpa (“bleeding”).

El enrojecimiento de la pulpa consiste en cuantificar la proporción de pulpa enrojecida, que suele aumentar en algunas variedades con el tiempo de conservación. En las variedades con la zona proximal del hueso coloreada, este enrojecimiento es más claro. La escala para cuantificar los daños por frío en lo que se refiere al % de pulpa enrojecida se recoge en la tabla 5 y se puede observar en las figuras 24 y 25.

**Tabla 5.** Escala para cuantificar el grado de enrojecimiento en la pulpa.

Grado de severidad (enrojecimiento)	% de pulpa enrojecida
1	0%
2	<50%
3	50% - 100%



**Figura 23.** Escala gráfica para la cuantificación del enrojecimiento de la pulpa en platerinas (ordenado de grado 1 a grado 3).



**Figura 24.** Escala gráfica para la cuantificación del enrojecimiento de la pulpa en paraguayos (ordenado de grado 1 a grado 3).

El pardeamiento interno (“internal browning”) consiste en medir el oscurecimiento aparecido en la pulpa de los frutos. Este oscurecimiento suele aparecer alrededor del hueso y se difunde hacia al exterior. La escala para cuantificar el pardeamiento interno se recoge en la tabla 6 y en las figuras 26 y 27.

**Tabla 6.** Tabla para cuantificar el grado de pardeamiento en la pulpa.

Grado de severidad (pardeamiento)	% de pulpa oscurecida
1	0%
2	<50%
3	50% - 100%



**Figura 25.** Escala gráfica para la cuantificación del pardeamiento de la pulpa en paraguayos (ordenado de grado 1 a grado 3).



**Figura 26.** Escala gráfica para la cuantificación del pardeamiento de la pulpa en platerinas (ordenado de grado 1 a grado 3).

A continuación se muestra un ejemplo de platerina y otro de paraguayo con hueso abierto (figuras 28 y 29):



**Figura 27.** Ejemplo de platerina con hueso abierto.



**Figura 28.** Ejemplo de paraguayo con hueso abierto.

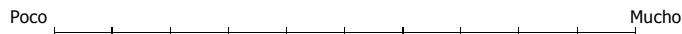
### 3.3.4. Evaluación sensorial

Se procedió a realizar una evaluación sensorial de los diferentes lotes mediante un panel entrenado de 5 cataadores. La evaluación se realizó a través de una ficha de cata (figura 30), donde determinaron los siguientes parámetros: el aspecto general, la sensación al primer mordisco, jugosidad, intensidad del sabor característico, dulzor, acidez, sabores extraños y una opinión global del producto. Además se valoró la intención de compra del producto en cada punto del estudio.

La evaluación del fruto, incluyó los siguientes descriptores:

- Aspecto general externo: Consiste en la evaluación del fruto desde el punto de vista externo, de manera que se valore el fruto por el color, forma, grado de maduración y cualquier tipo de desorden encontrado en la superficie (picados, daños mecánicos etc.). La valoración de este descriptor se estableció entre la siguiente escala de valores: 0 (muy mal aspecto) hasta 10 (muy buen aspecto externo).
- Sensación al primer mordisco o firmeza al primer mordisco: Se trata de otro parámetro relacionado con la textura pero en este caso, se hace referencia a la sensación global que se produce al masticar el fruto en conjunto de manera que se pueda establecer si está muy blando o muy duro de forma general. La valoración de este descriptor se estableció entre: 0 (muy blando) hasta 10 (muy firme).
- Jugosidad: Como indica el parámetro a valorar, la jugosidad se valoró desde 0(poco jugoso) hasta 10 (muy jugoso) con la finalidad de poder determinar la cantidad de agua producida por el fruto en la boca al masticarlo.
- Intensidad del sabor característico: Los valores de este parámetro van de 0=poca a 10= mucha intensidad del sabor característico del fruto.
- Dulzor: Es el descriptor utilizado para reflejar el sabor básico de soluciones acuosas con sustancias como la sacarosa o glucosa que le aportan al fruto un sabor ligeramente dulce. La escala de valores utilizada para el descriptor fue: 0 (poco dulce) hasta 10 (muy dulce).
- Acidez: Es otro descriptor básico en el análisis de los frutos aportado a éstos por los ácidos orgánicos. La escala de valoración se estableció en: 0 (poco acido) hasta 10 (muy acido).
- Sabores extraños: Indica la presencia de sabores extraños que no tienen nada que ver con los sabores característicos del fruto.

- Opinión global del producto: Finalmente el análisis sensorial establece una opinión o valoración global del producto. Los valores de este parámetro se establecieron de muy mala (0) a excelente (5).

Nombre: _____	Fecha: _____
PRODUCTO: Paraguayo /Platerina	
<b>1. ASPECTO GENERAL EXTERNO.</b>	
 Muy Malo _____ Muy bueno	
<b>2. SENSACIÓN AL PRIMER MORDISCO</b>	
 Blando _____ Duro	
<b>3. JUGOSIDAD</b>	
 Poco _____ Mucho	
<b>4. INTENSIDAD SABOR CARACTERÍSTICO</b>	
 Poco _____ Mucho	
<b>5. DULZOR</b>	
 Poco _____ Mucho	
<b>6. ACIDEZ</b>	
 Poco _____ Mucho	
<b>7. SABORES EXTRAÑOS</b>	
 Nulos _____ Mucho	
<b>8. OPINIÓN GLOBAL DEL PRODUCTO</b>	
	
<b>9. ¿COMPRARÍA USTED ESTE PRODUCTO?</b>	
SI	NO
<b>Comentarios:</b>  <hr/> <hr/> <hr/>	
<i>GRACIAS POR TU COLABORACIÓN</i>	

**Figura 29.** Ficha de evaluación de la cata.

## **4. RESULTADOS**

## 4. RESULTADOS

### 4.1. EFECTO DEL 1-MCP EN LA VIDA ÚTIL Y LA CALIDAD DE PLATERINAS 778

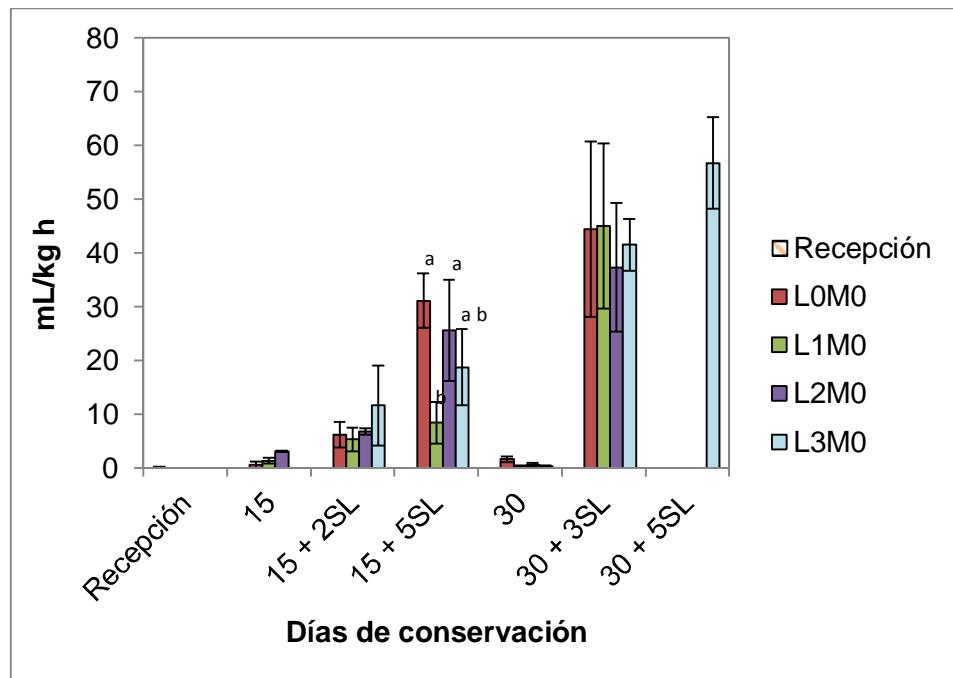
En los siguientes apartados se detallan los resultados obtenidos para las platerinas cv 778 tratadas con 1-MCP en distintos momentos de su conservación. Decir para facilitar la interpretación de las gráficas que en el día de análisis 30 + 5SL únicamente se pudo analizar el lote 3 ya que en el resto la presencia de podredumbres en la práctica totalidad de los frutos imposibilitó el análisis.

#### 4.1.1. PRODUCCIÓN DE ETILENO

La producción de etileno de las platerinas cv. 778 en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 0,16 y 0,56  $\mu\text{L/Kg}^*\text{h}$ , respectivamente (gráficas 1 y 2).

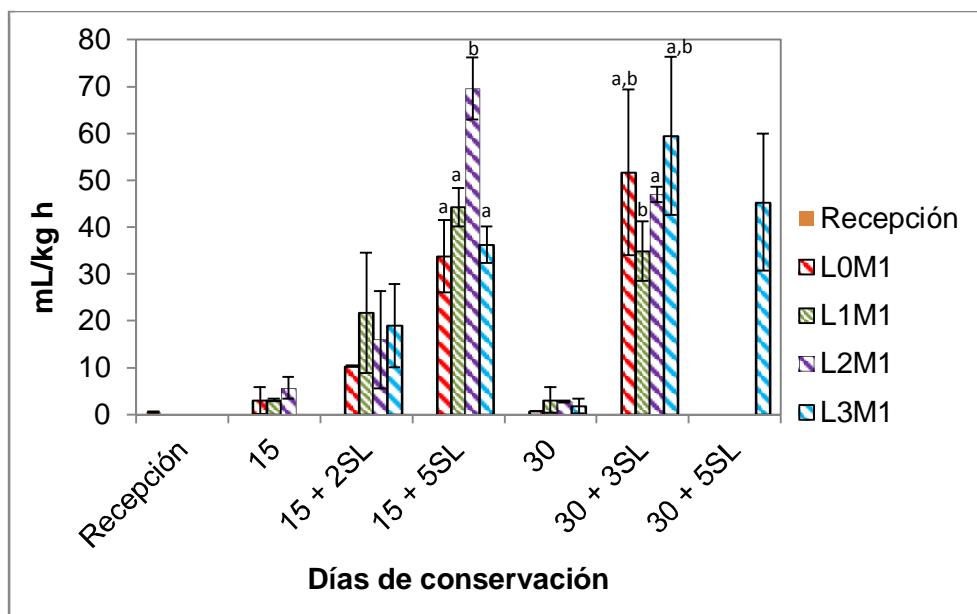
La producción de etileno sólo se detectó cuando los frutos eran sometidos al periodo de simulación de la comercialización siendo prácticamente nula su concentración durante la conservación frigorífica.

En el caso del **grado de madurez M0** (gráfica 1). no se observaron diferencias significativas ni entre los lotes tratados ni de éstos con el control excepto en el punto de control 15 + 5 SL donde el lote L1 presentó una producción de etileno significativamente menor (8,4  $\mu\text{L/Kg}^*\text{h}$ ) que el control (31,1  $\mu\text{L/Kg}^*\text{h}$ ) y que el lote L2 (25,6  $\mu\text{L/Kg}^*\text{h}$ ), diferencia que desaparece en el siguiente periodo de simulación de la comercialización (30 + SL), donde la producción de etileno oscila entre los 37,3  $\mu\text{L/Kg}^*\text{h}$  del lote L2 y los 45  $\mu\text{L/Kg}^*\text{h}$  del lote L1, mostrando además grandes desviaciones estándar dentro de un mismo lote.



**Gráfica 1.** Evolución de la producción de etileno en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

Para el **grado de madurez M1** (gráfica 2) tampoco se observaron diferencias significativas ni entre los lotes tratados ni de éstos con el control. Únicamente se detectaron algunas diferencias puntuales y sin relación aparente entre ellas. Así, en el punto 15 + 5SL el lote L2 presentó una producción de etileno (69,6  $\mu$ L/Kg\*h) significativamente mayor que el resto de los lotes tanto tratados, L1 y L3 (44,3 y 36,3  $\mu$ L/Kg\*h, respectivamente), como control, L0 (33,8  $\mu$ L/Kg\*h). Decir también que, sorprendentemente, en algunos de los puntos de muestreo (15 + 2SL y 15 + 5SL) la producción de etileno en el lote control es incluso menor que la de los lotes tratados, hecho que no se produjo en el grado de madurez M0.



**Gráfica 2.** Evolución de la producción de etileno en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

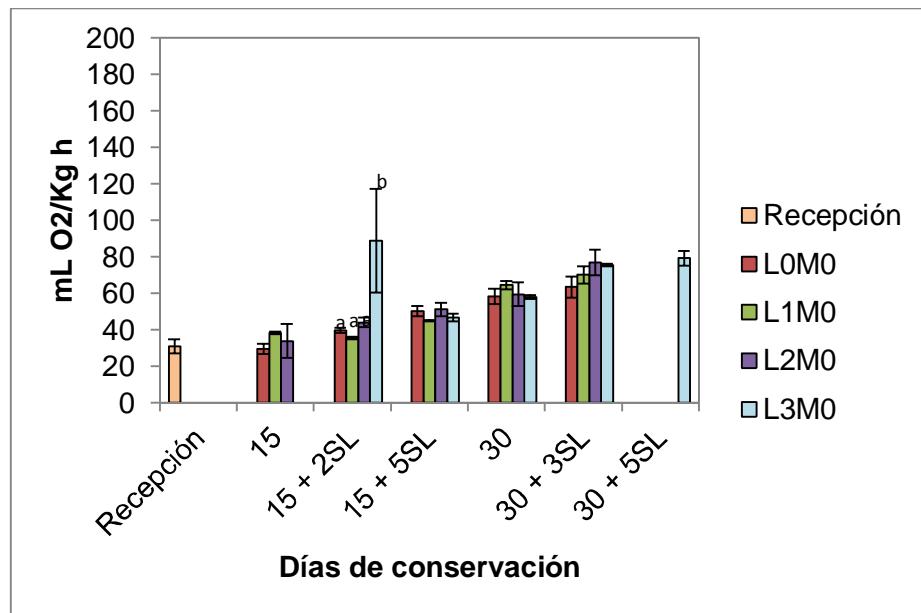
#### 4.1.2. ACTIVIDAD RESPIRATORIA

##### 4.1.2.1. CONSUMO DE OXÍGENO

El consumo de O<sub>2</sub> de las platerinas cv. 778 en su recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 30,9 y 28,8 mL/Kg\*h, respectivamente (gráficas 3 y 4).

En ambos grados de madurez, a medida que fue avanzando la conservación, el consumo de O<sub>2</sub> fue aumentando.

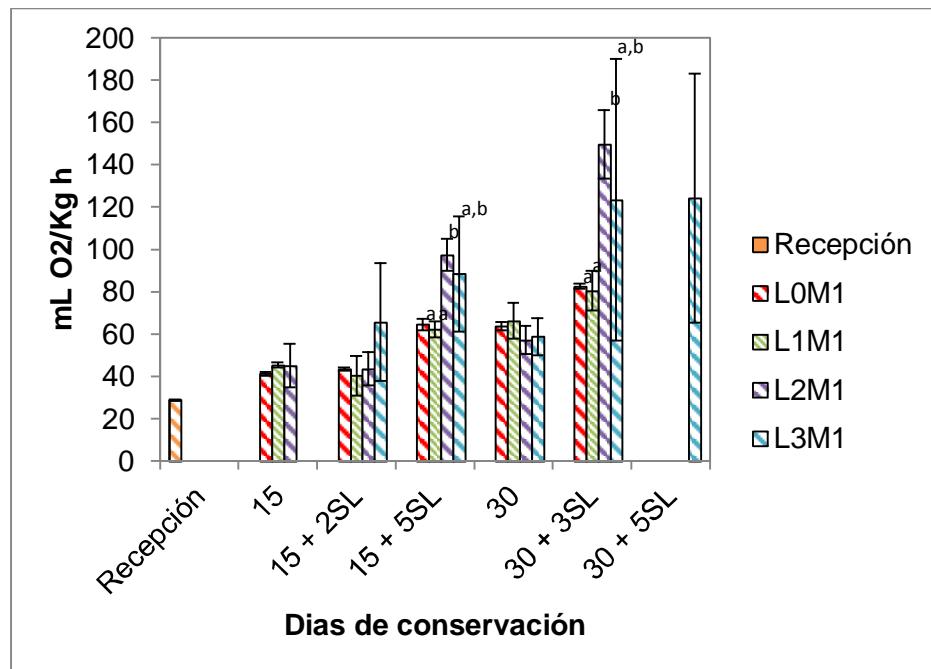
En el caso de **grado de madurez M0** no se observaron diferencias significativas entre los lotes tratados ni entre éstos y el control, salvo en el punto de análisis 15 +2 SL donde el lote L3 registró una producción de O<sub>2</sub> (88,9 mL O<sub>2</sub>/kg h) significativamente mayor al resto de lotes, incluido el lote control L0 (39,8 mL O<sub>2</sub>/kg h).



**Gráfica 3.** Evolución del consumo de O<sub>2</sub> en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

En cuanto al **grado de madurez M1** tampoco se observaron diferencias significativas, solo citar que en el punto de análisis 15 + 5SL el lote L2 presentó una producción de O<sub>2</sub> (97,4 mL O<sub>2</sub>/kg h) superior a la del lote control L0 (64,5 mL O<sub>2</sub>/kg h) y el lote L1 (62,3 mL O<sub>2</sub>/kg h), situación que se vuelve a repetir en el punto de análisis 30 + 3SL.

Añadir también que el consumo de O<sub>2</sub> fue, en general, mayor en el estado de madurez M1 que en M0.



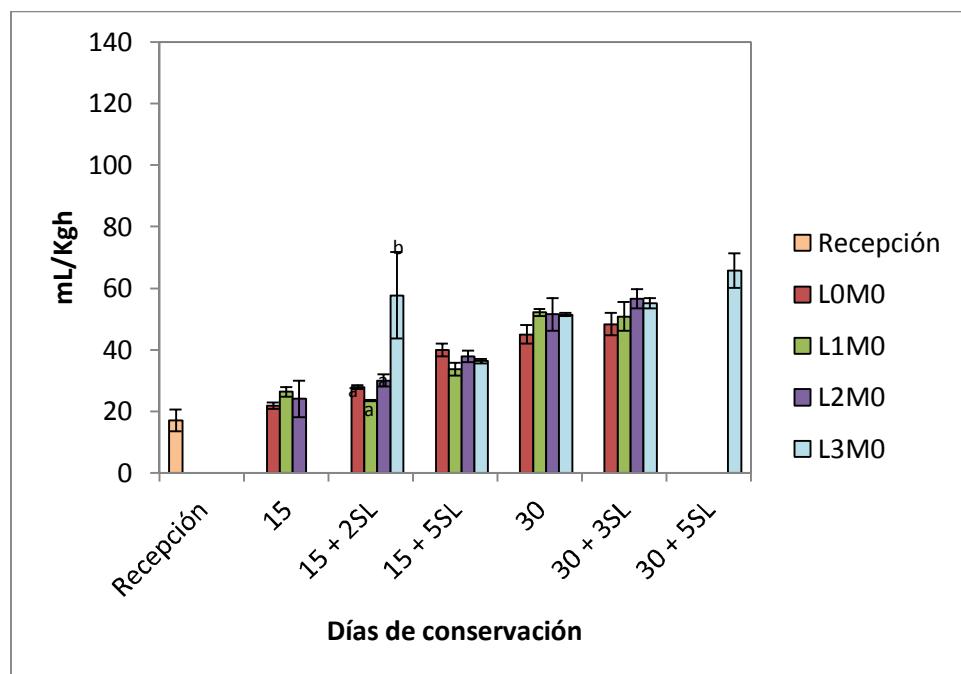
**Gráfica 4.** Evolución del consumo de O<sub>2</sub> en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.1.2.2. PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO

La producción de CO<sub>2</sub> de las platerinas cv. 778 en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 3,5 y 15,4 mL/Kg\*h, respectivamente (gráficas 5 y 6).

En ambos grados de madurez, a medida que fue avanzando el proceso de maduración, la producción de CO<sub>2</sub> fue aumentando.

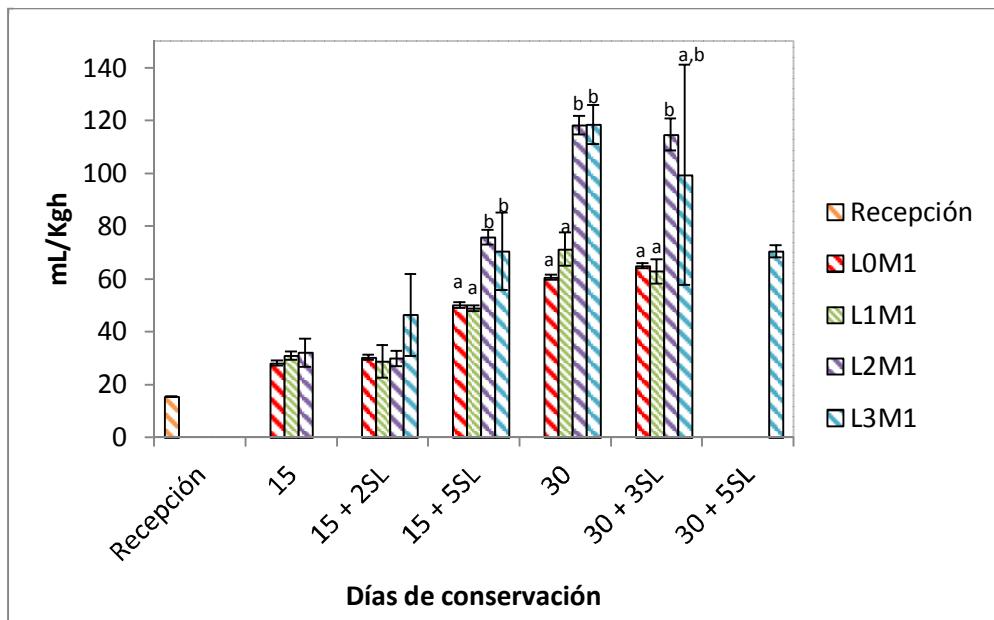
En el caso de **grado de madurez M0** no se observaron diferencias significativas entre los lotes tratados ni entre éstos y el control, salvo en el punto de análisis 15 +2 SL donde el lote L3 registró una producción de CO<sub>2</sub> (57,7 mL/Kg\*h) significativamente mayor al resto de lotes tanto tratados (23,5 y 30 mL/Kg\*h para L1 y L2, respectivamente) como control L0 (27,9 mL/Kg\*h).



**Gráfica 5.** Evolución de la producción de  $\text{CO}_2$  en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a  $0^\circ\text{C}$  y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a  $20^\circ\text{C}$  y 5 SL: 5 días a  $20^\circ\text{C}$ ). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a  $0^\circ\text{C}$  / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a  $0^\circ\text{C}$  / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a  $0^\circ\text{C}$  / 24 horas).

En cuanto al **grado de madurez M1** tampoco se observaron diferencias significativas, salvo en casos puntuales. Así, y al igual que en la producción de  $\text{O}_2$  en el punto de análisis 15 + 5SL el lote L2 presentó una producción de  $\text{O}_2$  (75,9 mL/Kg\*h) superior a la del lote control L0 (50,1 mL/Kg\*h) y a la del lote L1 (48,9 mL/Kg\*h), situación que se volvió a repetir en el punto de análisis 30 + 3SL. También en el punto de análisis 30 días, la producción en los lotes L2 (118,2 mL/Kg\*h) y L3 (118,4 mL/Kg\*h) fue significativamente mayor, a la del lote control L0 (60,6 mL/Kg\*h) y a la de L1 (71,3 mL/Kg\*h).

Al igual que para el consumo de  $\text{O}_2$ , la producción de  $\text{CO}_2$  fue, en general, mayor en el estado de madurez M1 que en M0.



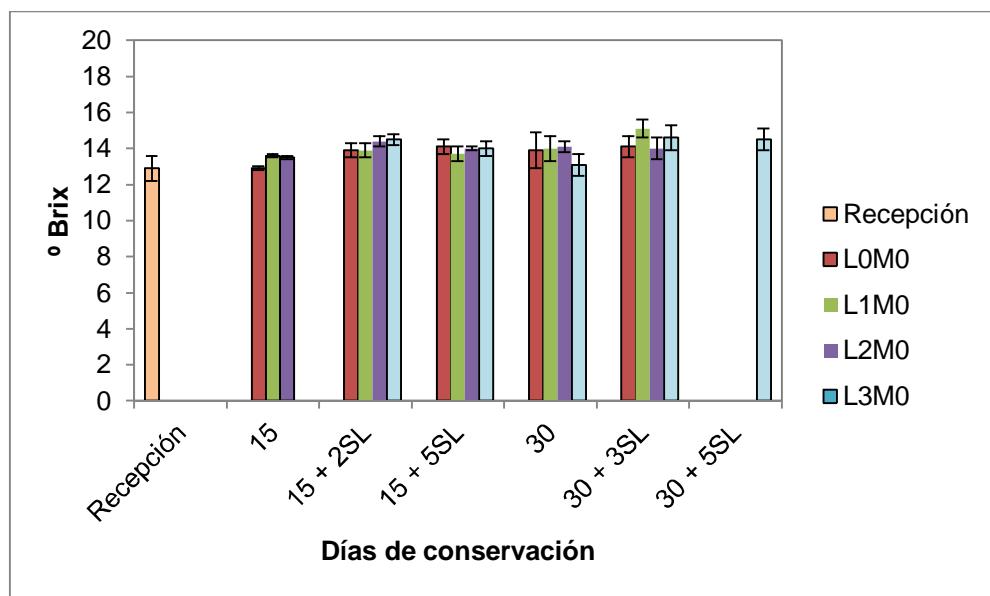
**Gráfica 6.** Evolución de la producción de CO<sub>2</sub> en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.1.3. CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES

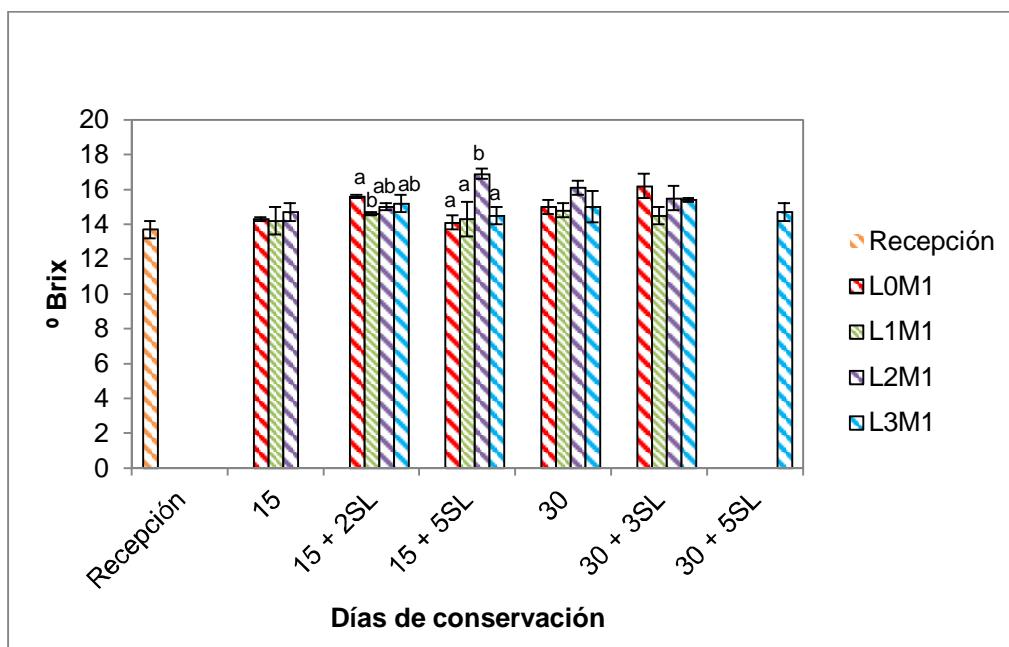
El contenido de sólidos solubles totales en platerinas cv. 778 en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 12,9 y 13,7 ° Brix, respectivamente (gráficas 7 y 8). En ambos grados de madurez el contenido en sólidos solubles totales se mantiene constante durante toda la duración del experimento.

En el caso de **grado de madurez M0**, no se observó ninguna diferencia reseñable ni entre los lotes tratados, ni entre éstos y el lote control.

En cuanto al **grado de madurez M1** tampoco se observaron diferencias significativas ni entre los lotes tratados ni de éstos con el control. Únicamente se detectaron algunas diferencias puntuales y sin relación aparente entre ellas. Así, en el punto 15 + 2SL el lote L0 control tenía un contenido en sólidos solubles totales significativamente mayor (15,6 ° Brix) que el lote L1 (14,6 ° Brix), y en el punto 15 + 5SL el lote L2 presentó un contenido en sólidos solubles totales (16,1 ° Brix) superior al resto de los lotes tratados (14,8 y 15 ° Brix para L1 y L3, respectivamente) y al lote control L0 (15 ° Brix).



**Gráfica 7.** Evolución del contenido de sólidos solubles totales en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservados a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



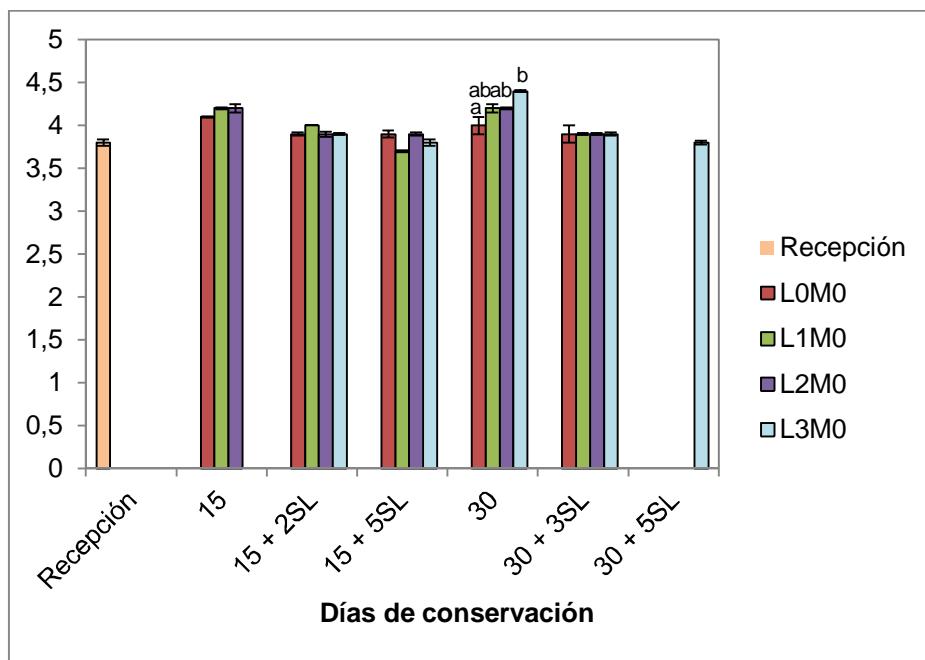
**Gráfica 8.** Evolución del contenido de sólidos solubles totales en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservados a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.1.4. pH

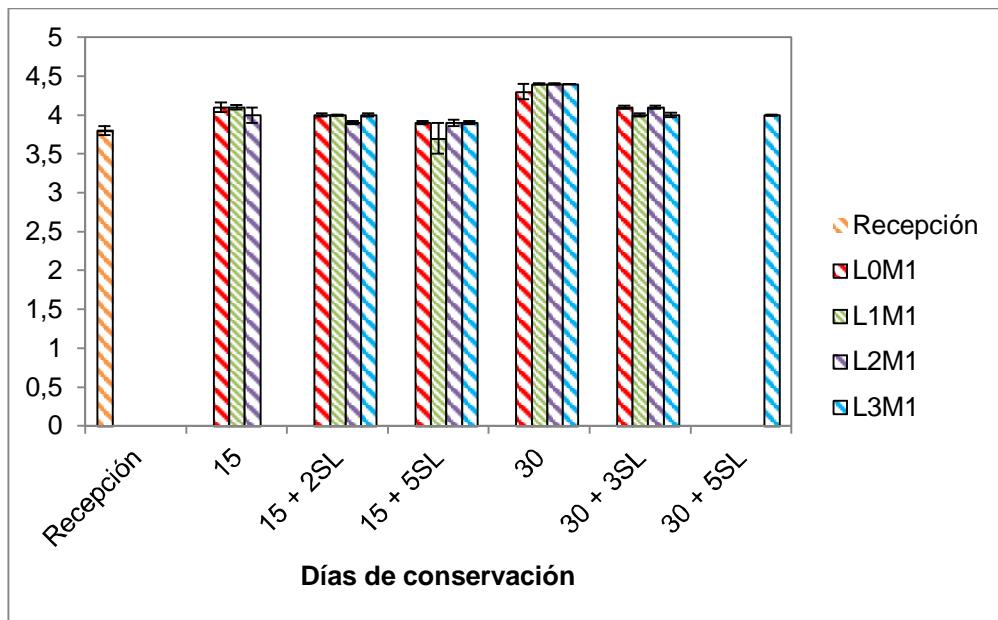
El valor del pH en platerinas cv. 778 en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 3,8 (gráficas 9 y 10). En ambos grados de madurez, a medida que fue avanzando el proceso de maduración, se observó un muy ligero aumento del pH.

En el caso de **grado de madurez M0** no se observaron diferencias significativas entre los lotes tratados ni entre éstos y el control, excepto en el punto de análisis 30 días donde el lote L3 tuvo un pH (4,4) significativamente mayor al lote control L0 (4).

En cuanto al **grado de madurez M1**, en ningún punto de análisis se detectaron diferencias reseñables ni entre los lotes tratados, ni entre éstos y el lote control.



**Gráfica 9.** Evolución del pH en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservados a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

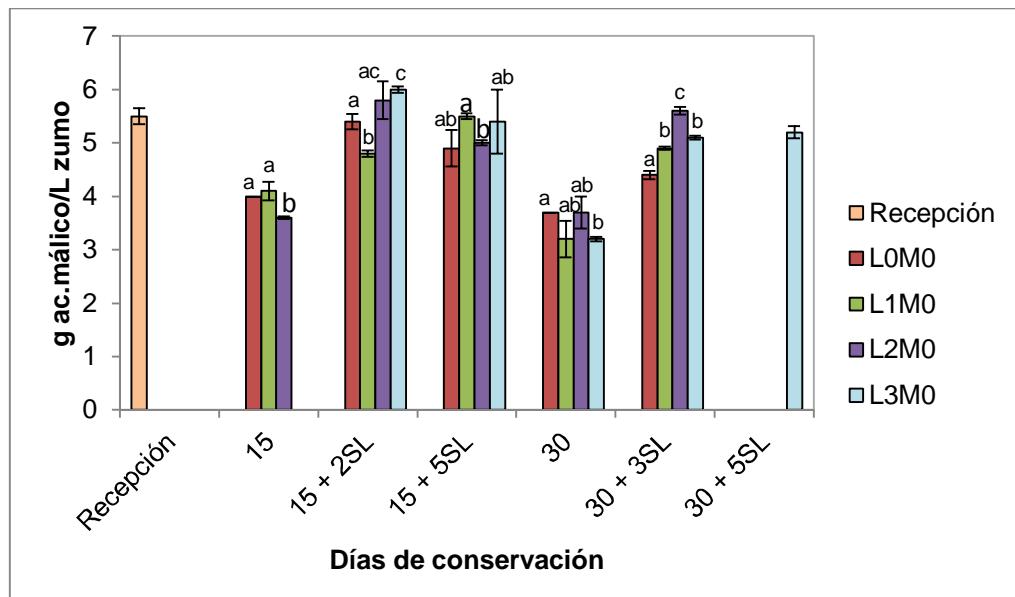


**Gráfica 10.** Evolución del pH en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservados a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

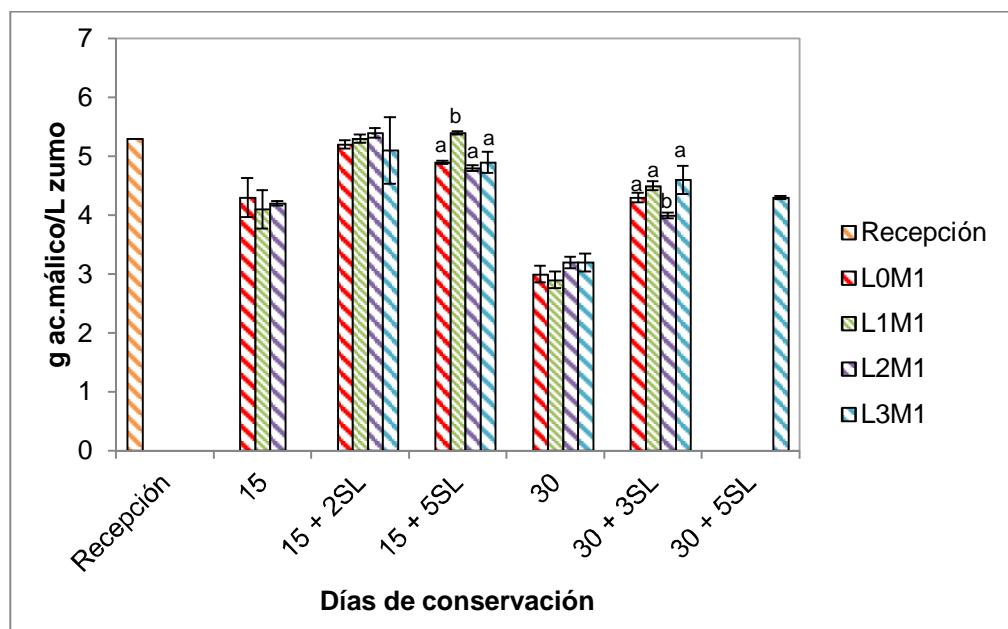
#### 4.1.5. ACIDEZ TITULABLE

La acidez en platerinas cv. 778 en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 5,5 y 5,3 mg ácido málico/L respectivamente (gráficas 11 y 12). En ambos grados de madurez se detectó una disminución de la acidez durante la conservación en frío aumentando ésta durante los periodos de simulación de la comercialización, aunque nunca superando los períodos iniciales. Este comportamiento no es el habitual ya que la acidez suele mantenerse durante la conservación en frío y disminuir durante las simulaciones de la comercialización. Sin embargo, como luego comentaremos, algunos estudios también han detectado comportamientos distintos al esperado.

También decir que el mantenimiento de los valores iniciales de acidez junto al elevado contenido en sólidos solubles contribuye a mantener el equilibrio dulce-ácido en estos frutos, aspecto muy valorado por los catadores en la evaluación sensorial.



**Gráfica 11.** Evolución de la acidez en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservados a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



**Gráfica 12.** Evolución de la acidez en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservados a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

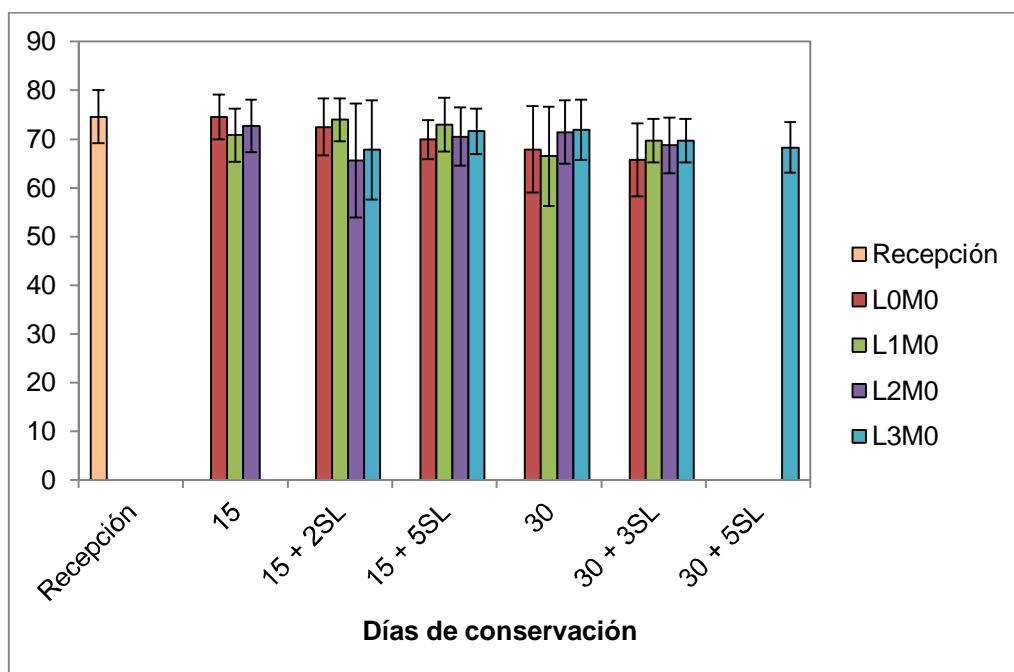
#### 4.1.6. COLOR

El color de la piel de las platerinas no es uniforme en toda su superficie presentando una chapa de color rojo que se torna rojo-granate en la madurez y un fondo que evoluciona desde tonos verde-amarillentos a amarillo-anaranjados. Por ello, el color de estos frutos se midió en ambas zonas presentándose a continuación la evolución de los parámetros  $L^*$  y  $a^*$  en las zonas rojas (chapa) y en las zonas verdes (color de fondo) siendo éstos los que mejor representan la variación de color de estos frutos.

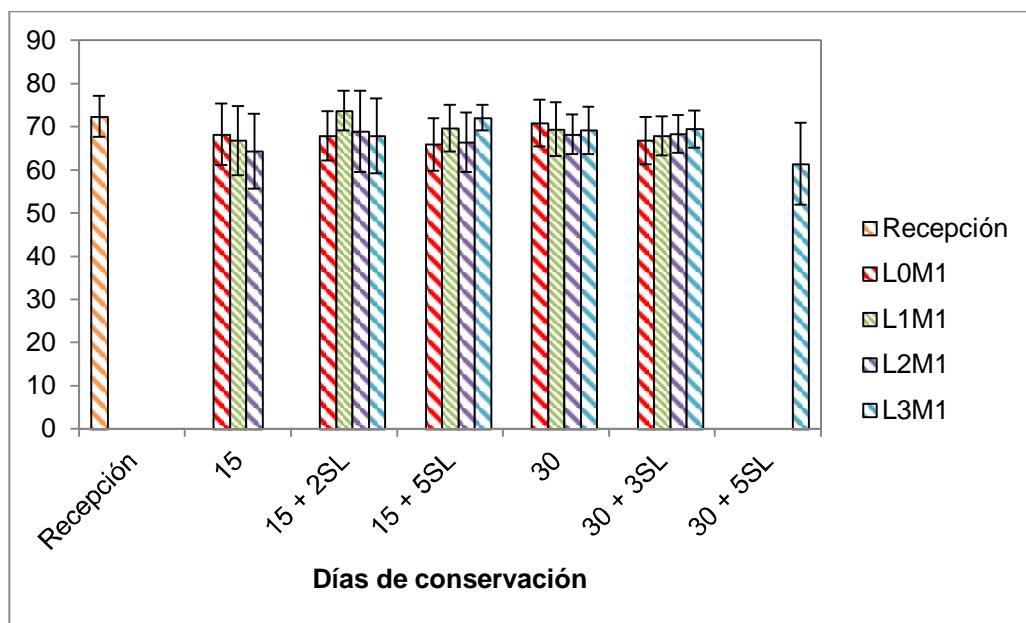
##### 4.1.6.1. Evolución del color de fondo

El valor  $L^*$  en el fondo de las platerinas cv. 778 en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue muy similar, con valores de 74,6 y 72,4, respectivamente (gráficas 13 y 14).

Tanto en el grado de madurez M0 como en M1 no se observaron diferencias significativas ni entre los lotes tratados y ni entre éstos y el lote control L0, manteniéndose los valores en torno a los iniciales e informándonos de que las platerinas aunque como luego veremos varían su tono, no pierden su luminosidad.

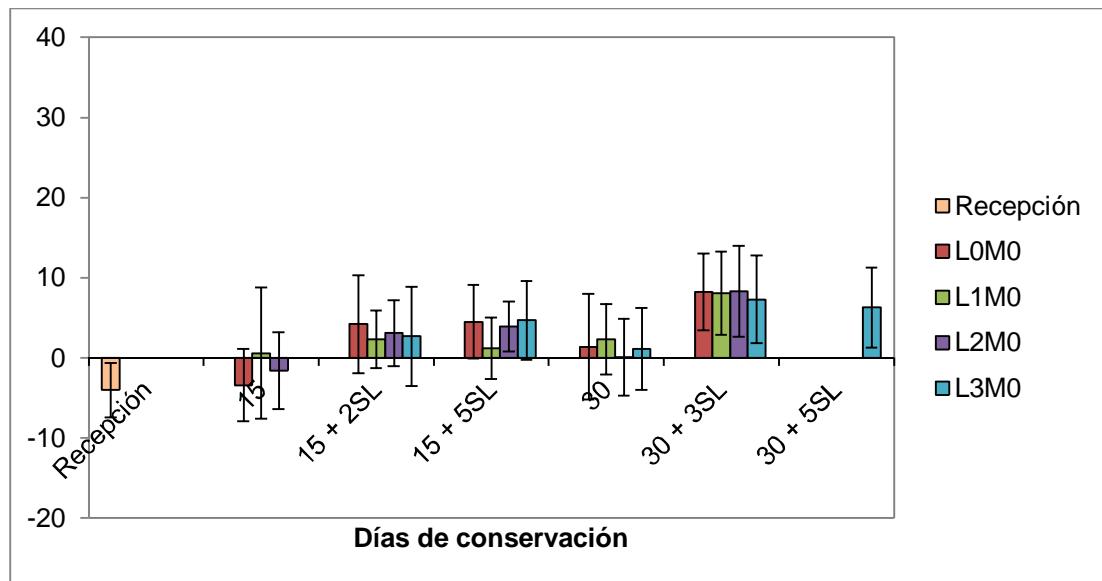


**Gráfica 13.** Evolución del valor  $L^*$  en el fondo de platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

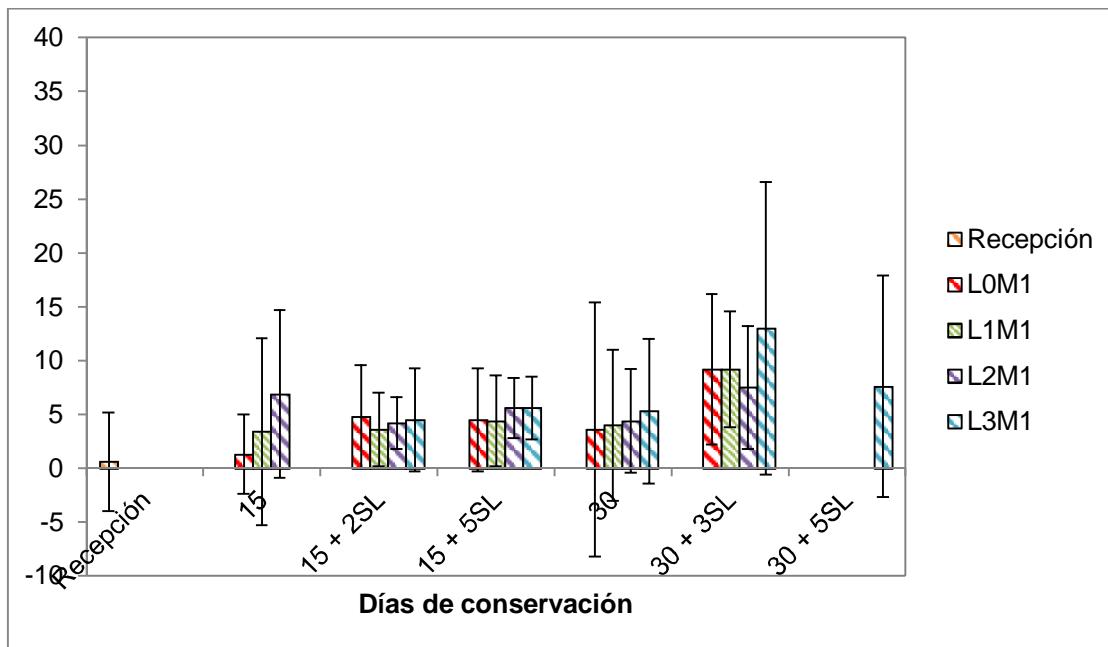


**Gráfica 14.** Evolución del valor  $L^*$  en el fondo de platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

El parámetro de color  $a^*$  (oposición verde-rojo) en el fondo de las platerinas cv. 778 en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de -4 y 0,6 respectivamente (gráficas 15 y 16), mostrándonos como este color es más verde en el grado de madurez menor. Los valores de este parámetro aumentan durante la conservación, y especialmente durante las simulaciones de la comercialización, informándonos así de que el color verde va desapareciendo. Tanto en el grado de madurez M0 como en M1 no se observaron diferencias significativas ni entre los lotes tratados y ni entre éstos y el lote control L0.



**Gráfica 15.** Evolución del parámetro de color  $a^*$  en el fondo de platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a  $0^{\circ}\text{C}$  y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a  $20^{\circ}\text{C}$  y 5 SL: 5 días a  $20^{\circ}\text{C}$ ). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a  $0^{\circ}\text{C}$  / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a  $0^{\circ}\text{C}$  / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a  $0^{\circ}\text{C}$  / 24 horas).

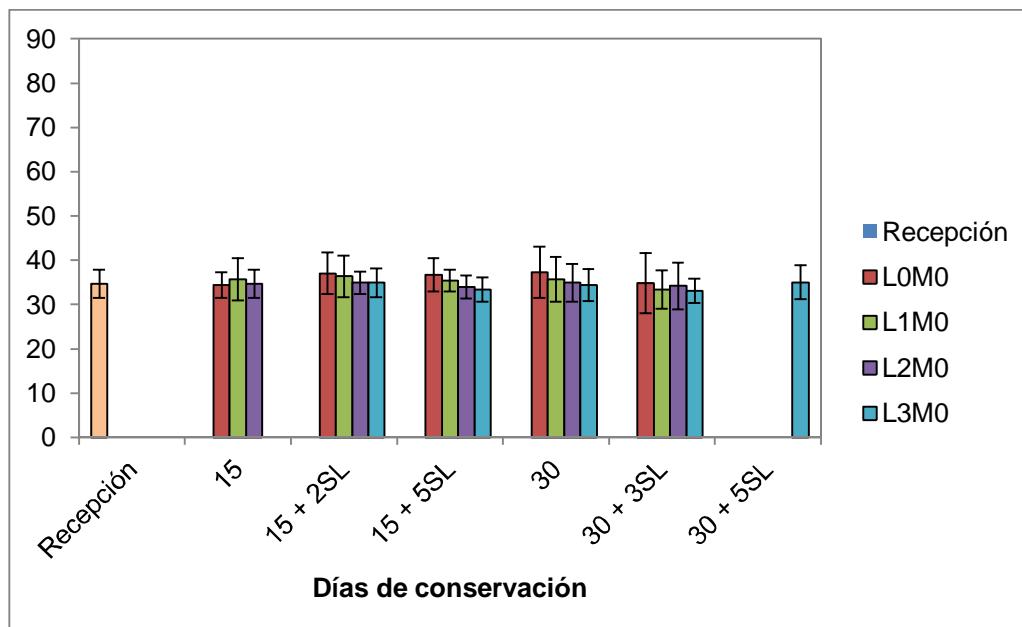


**Gráfica 16.** Evolución del parámetro de color  $a^*$  en el fondo de platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a  $0^{\circ}\text{C}$  y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a  $20^{\circ}\text{C}$  y 5 SL: 5 días a  $20^{\circ}\text{C}$ ). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a  $0^{\circ}\text{C}$  / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a  $0^{\circ}\text{C}$  / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a  $0^{\circ}\text{C}$  / 24 horas).

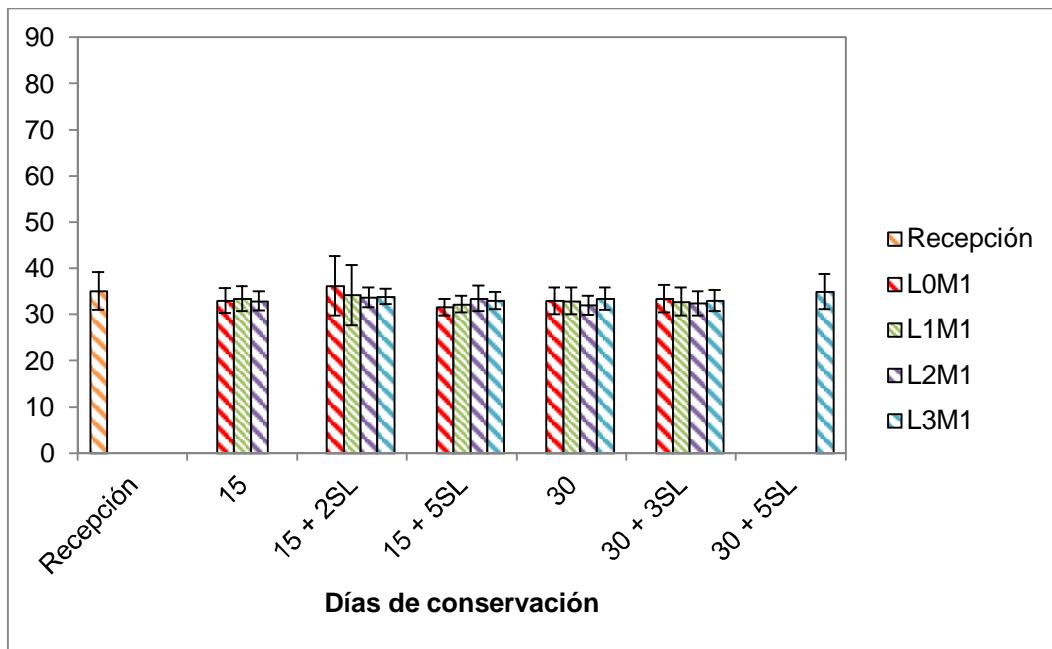
#### 4.1.6.2. Evolución del color de la chapa

El valor de L\* en la chapa de las platerinas cv. 778 en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 34,7 y 35,1, respectivamente (gráficas 17 y 18).

Durante la conservación y las simulaciones no se producen variaciones significativas de este parámetro. Tampoco se observaron diferencias significativas ni entre los lotes tratados y ni entre éstos y el lote control L0.

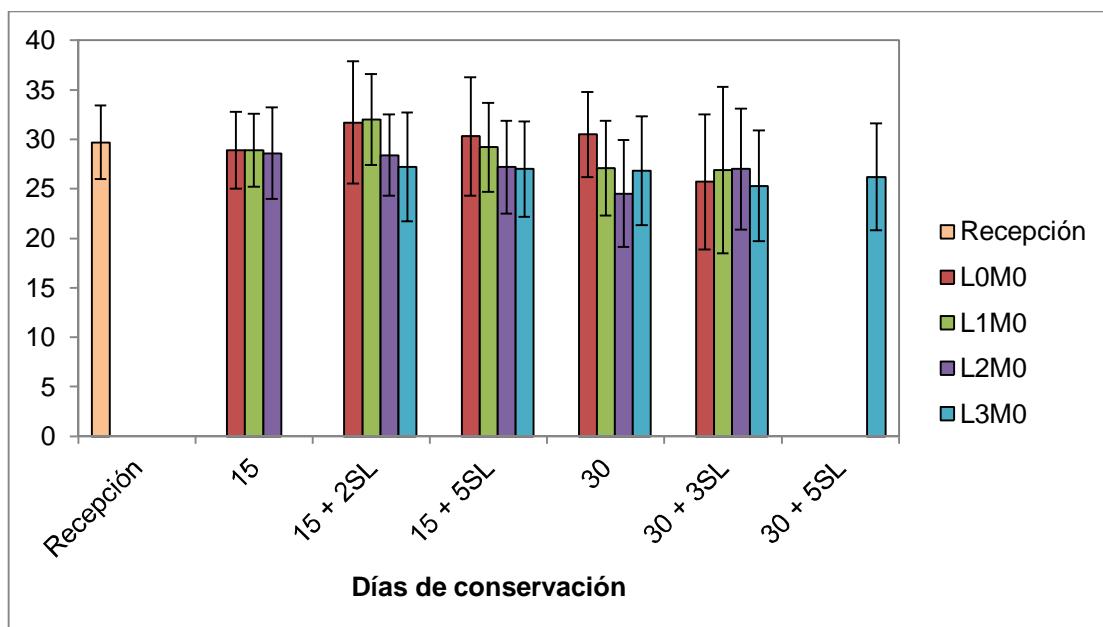


**Gráfica 17.** Evolución del valor L\* en la chapa de platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

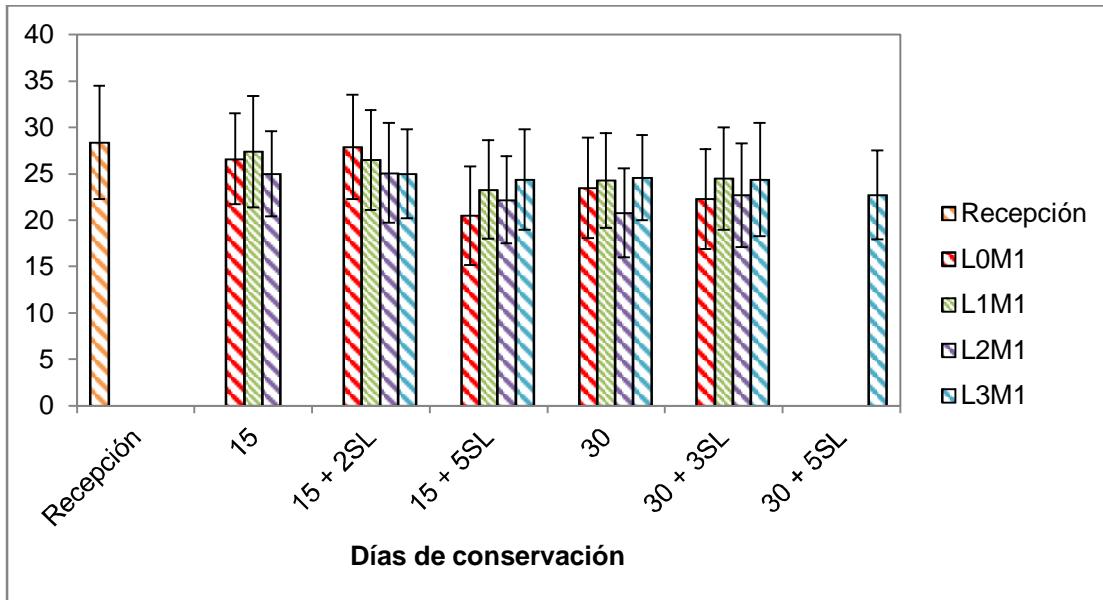


**Gráfica 18.** Evolución del valor  $L^*$  en la chapa de platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

El valor del “a\* de la chapa de las platerinas cv. 778 en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 29,7 y 28,4, respectivamente, ligeramente superior en el grado de madurez menor al presentar éste un color más rojo y menos granate. Aunque se observa una ligera disminución de este valor conforme avanza la maduración no se detectan diferencias significativas entre los lotes (gráficas 19 y 20).



**Gráfica 19.** Evolución del parámetro de color  $a^*$  en la chapa de platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



**Gráfica 20.** Evolución del parámetro de color  $a^*$  en la chapa de platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

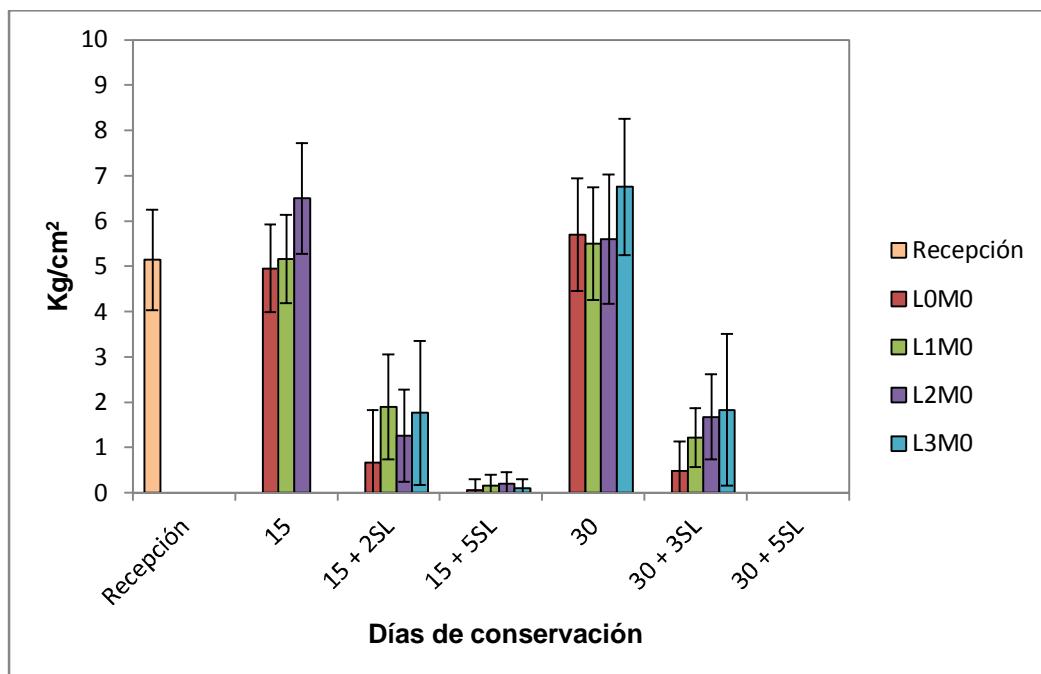
#### 4.1.7. FIRMEZA

El valor de la firmeza en las platerinas cv. 778 en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 5,1 y 4,3 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente (gráficas 21 y 22).

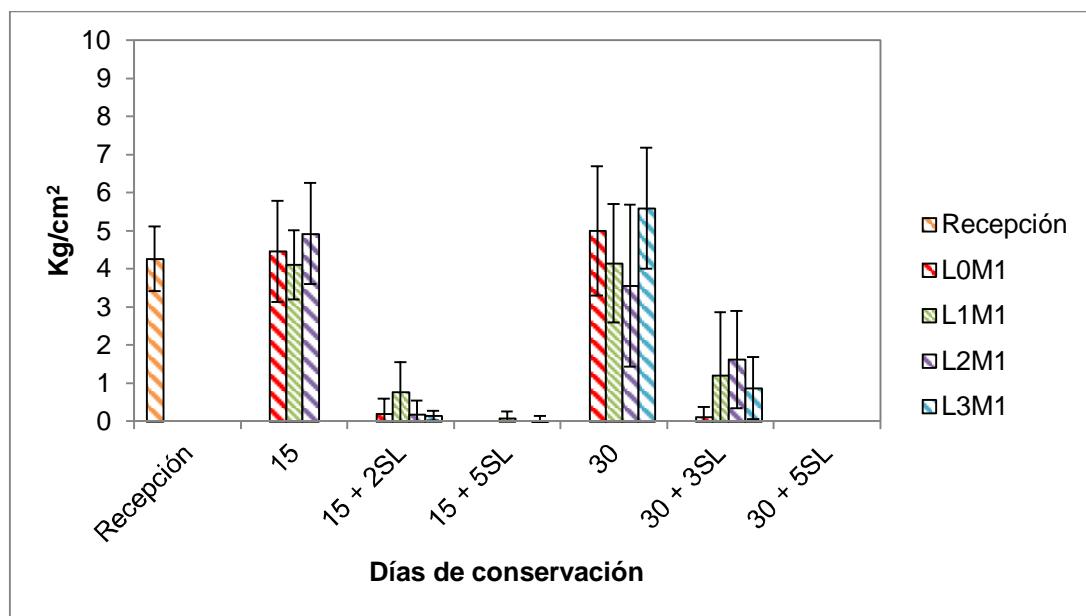
Para el grado de madurez M0 la firmeza se mantiene en torno a los valores iniciales durante la conservación en frío pero disminuye drásticamente, con valores medios siempre inferiores a 2 kg/cm<sup>2</sup>, durante las simulaciones de la comercialización llegando incluso a valores cercanos a 0 tras 5 días a 20 °C. Es por ello que en el días 30 + 5SL no se obtuvieron datos al no poder procederse a la medida ya que todos los frutos presentaban valores de 0.

Se observa, sin embargo, como los lotes tratados presentan unos valores medios superiores al lote control pero sin poder establecerse diferencias significativas dadas la variabilidad de las muestras.

Similares resultados se observaron para el grado de madurez M1 donde tras 2 días de conservación a 20 °C la firmeza decae hasta valores en torno a 1, no observándose en este caso ningún efecto de los tratamientos con 1-MCP.



**Gráfica 21.** Evolución de la firmeza en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



**Gráfica 22.** Evolución de la firmeza en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.1.8. VITRESCENCIA

En la tabla 7 se presentan los datos de los síntomas por vitrescencia durante la conservación de las platerinas cv. 778 en grado de madurez M0. Los primeros síntomas de vitrescencia aparecieron en el día 15 con porcentajes muy bajos y con grados de severidad entre muy ligeros y ligeros y únicamente en los lotes L0 y L2. Para este grado de madurez, el % de frutos con ausencia de vitrescencia permaneció por encima del 80 % en los puntos de análisis 15 días, 15 días + 2 SL y 30 días. Destacar que en el punto de control 15 + 5 SL, los lotes L1 y L3 mantuvieron un 62 % y un 80% de sus frutos con ausencia de vitrescencia, a diferencia de los lotes L0 y L2 en los que prácticamente todos los frutos se vieron afectados.

**Tabla 7.** Evolución de la vitrescencia en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

Grado de severidad	Lotes			
	L0M0	L1M0	L2M0	L3M0
<b>15 días</b>	%	%	%	%
Ausencia	95	100	75	100
Muy ligera			25	
Ligera	5			
Moderada				
Severa				
Extrema				
<b>15 días + 2SL</b>	%	%	%	%
Ausencia	86	90	80	90
Muy ligera		10		
Ligera	10		20	8
Moderada	4			2
Severa				
Extrema				
<b>15 días + 5SL</b>	%	%	%	%
Ausencia	5	62		80
Muy ligera				
Ligera	95	20	94	10
Moderada		18		
Severa			6	
Extrema				
<b>30 días</b>	%	%	%	%
Ausencia	80	90	87	87
Muy ligera	17		10	13
Ligera		10		
Moderada	3		3	
Severa				
Extrema				
<b>30 días + 3SL</b>	%	%	%	%
Ausencia	20	10	17	13
Muy ligera	77	74	66	53
Ligera	3			34
Moderada		10	17	
Severa		3		
Extrema		3		
<b>30 días+ 5SL</b>	%	%	%	%
Ausencia				4
Muy ligera				13
Ligera				70
Moderada				13
Severa				
Extrema				

En la tabla 8 se presentan los datos de los síntomas por vitrescencia durante la conservación de las platerinas cv. 778 en grado de madurez M1. En este grado de madurez la aparición de la vitrescencia se retrasó hasta el día 15 + SL. Durante la conservación fueron en los días 15 y 30 donde se presentaron los % más altos de frutos con ausencia de vitrescencia. En el resto de los puntos de control los síntomas

fueron apareciendo conforme fue avanzando la maduración llegando a tener registros de vitescencia severa en el lote L2 (48%) y el lote L3 (14%) en el punto 15 + 5 SL y de vitescencia extrema en los lotes L0 (10%) y L1 (10%) en el punto 30 + 3SL y en el lote L3 (33%) en el punto 30 + 5SL.

**Tabla 8.** Evolución de la vitescencia en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

Grado de severidad	Lotes			
	L0M1	L1M1	L2M1	L3M1
<b>15 días</b>	%	%	%	%
Ausencia	100	100	100	
Muy ligera				
Ligera				
Moderada				
Severa				
Extrema				
<b>15 días + 2SL</b>	%	%	%	%
Ausencia	77	66	69	12
Muy ligera				80
Ligera	23	34	31	8
Moderada				
Severa				
Extrema				
<b>15 días + 5SL</b>	%	%	%	%
Ausencia	3	65		3
Muy ligera				42
Ligera	97		4	42
Moderada		35	48	42
Severa			48	13
Extrema				
<b>30 días</b>	%	%	%	%
Ausencia	94	75	67	83
Muy ligera	3	25	20	13
Ligera	3		3	
Moderada			10	4
Severa				
Extrema				
<b>30 días + 3SL</b>	%	%	%	%
Ausencia				
Muy ligera		33	10	33
Ligera	41	41	65	60
Moderada	20	16	15	7
Severa	29		10	
Extrema	10	10		
<b>30 días + 5SL</b>	%	%	%	%
Ausencia				
Muy ligera				7
Ligera				
Moderada				60
Severa				33
Extrema				

Como conclusión de este apartado podemos decir que no se detectó un efecto positivo del tratamiento con 1-MCP en la reducción de la vitrescencia ya que en algunos puntos de control es el lote sin tratamiento el que presenta menor porcentaje de frutos afectados.

La aparición de más de un 10% de frutos afectados de vitrescencia en grado de severidad igual o superior a moderada invalida la comercialización de los frutos.

Hay que tener en cuenta a la hora de interpretar estos resultados que la vida útil de los frutos no se establece sólo en función de los porcentajes de alteración que presentan cuando éstos abandonan la refrigeración sino que se tiene en cuenta su evolución durante los períodos de simulación de la comercialización. Así, si por ejemplo un lote tiene un grado de afectación muy bajo al abandonar la refrigeración (p.e. a los 30 días) pero éste aumenta por encima del límite marcado durante el periodo a 20 °C (30 + 3 SL) su vida útil en refrigeración no serán 30 días sino 15 ya que un requisito indispensable es que por lo menos la calidad se mantenga durante el primer periodo a temperatura ambiente.

Un ejemplo lo tenemos en el lote L1M0. Este lote tras 30 días a 0 °C presenta un 90% de frutos libres de vitrescencia y un 10% en grado ligero con lo que sería aceptable desde el punto de vista de la vitrescencia. Sin embargo, tras 3 días a 20 °C el 16% de los frutos presentan vitrescencia entre moderada y extrema. En este caso debemos retroceder y establecer la vida útil en 15 días a 0 °C o 15 días a 0 °C más 2 días a 20 °C.

Por tanto, en función de la aparición y severidad de la vitrescencia la vida útil de estos frutos se establecería en:

**Tabla 9.** Vida útil en función de la aparición de vitrescencia en platerinas 778 tratadas con 1-MCP.

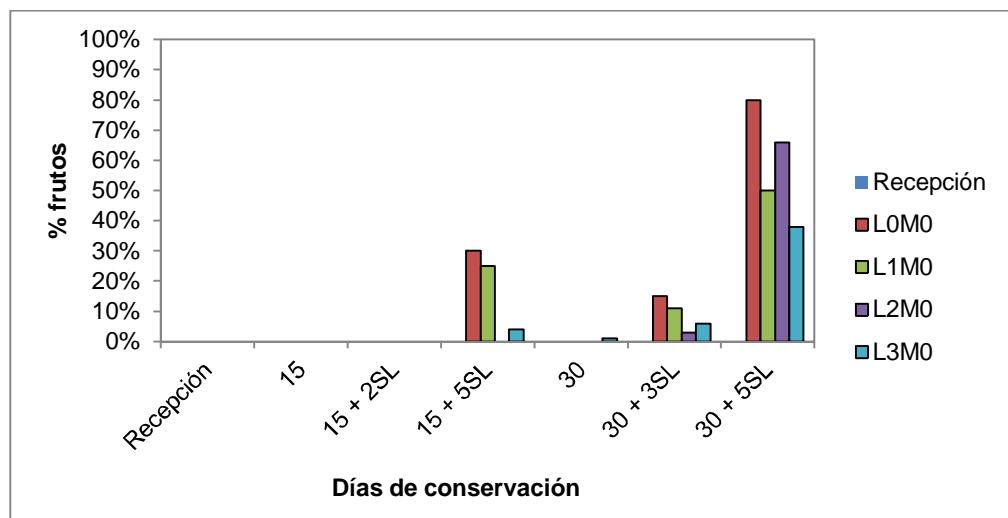
Fruta	Grado de madurez	Tratamiento				
		L0: Sin tratamiento	L1: 3000 ppb	L2: 1000 ppb (días 3, 5 y 15)	L3: 1000 ppb (días 3, 15 y 30)	
Platerina 778	0	30 + 3SL	15 + 2SL	15 + 5SL	30 + 3SL	
	1	15 + 5SL	15 + 2SL	15 + 2SL	30 + 3SL	

Así, en grado de madurez 0 son el lote sin tratamiento y el tratado con 3 dosis de 1-MCP en los días 3, 15 y 30 los que alcanzan una mayor vida útil: 30 días en

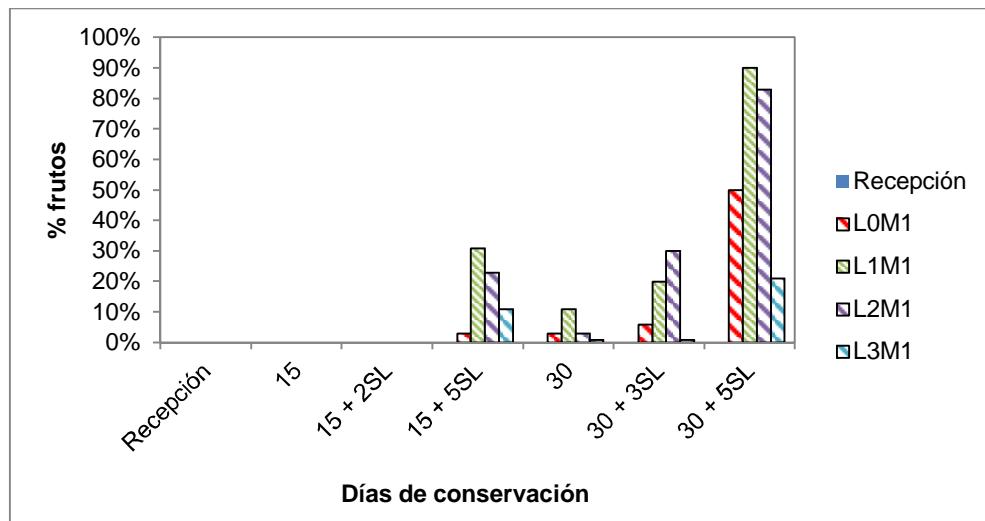
refrigeración más su primer periodo de simulación de la comercialización. Para el grado de madurez 1 también es el lote 3 el que alcanza una mayor vida útil (30 + 3SL).

#### 4.1.9. PODREDUMBRES

En las gráficas 23 y 24 se presentan los datos de aparición de podredumbres durante la conservación de las platerinas cv. 778.



**Gráfica 23.** Evolución del % de frutos con podredumbre en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



**Gráfica 24.** Evolución del % de frutos con podredumbre en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

En las platerinas cv. 778, tanto en el grado de madurez 0 como 1, no se detectan frutos con podredumbre hasta el punto de control 15 + 5 SL. Tras 1 mes de conservación en frío no se presentan prácticamente podredumbres pero durante la simulación de la comercialización el % de frutos afectados aumenta significativamente superando en casi todos los casos el % aceptado comercialmente, que es menor al 5%. Así, en función de este criterio comercial, la vida útil para los distintos lotes se establecería en:

**Tabla 10.** Vida útil en función de la aparición de podredumbres en platerinas 778 y tratadas con 1-MCP.

Grado de madurez	Tratamiento			
	L0: Sin tratamiento	L1: 3000 ppb (día 3)	L2: 1000 ppb (días 3, 5 y 15)	L3: 1000 ppb (días 3, 15 y 30)
0	15 + 2SL	15 + 2SL	30 + 3SL	15 + 5SL
1	15 + 5SL	15 + 2SL	15 + 2SL	15 + 2SL 30 + 3SL

Teniendo en cuenta estas dos últimas alteraciones, y a falta del análisis sensorial, la vida útil se establecería en:

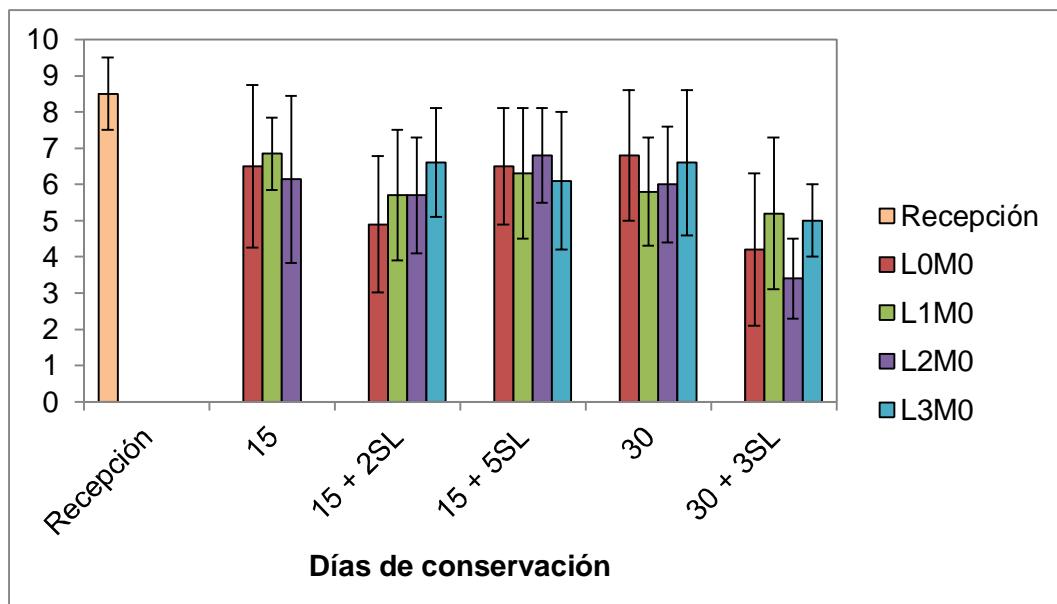
**Tabla 11.** Vida útil en función de la aparición de vitrescencia y podredumbres en platerinas 778 tratados con 1-MCP.

Fruta	Grado de madurez	Tratamiento				
		L0: Sin tratamiento	L1: 3000 ppb	L2: 1000 ppb (días 3, 5 y 15)	L3: 1000 ppb (días 3, 15 y 30)	
Platerina 778	0	15 + 2SL	15 + 2SL	15 + 5SL	15 + 5SL	
	1	15 + 5SL	15 + 2SL	15 + 2SL	30 + 3SL	

#### 4.1.10. ANÁLISIS SENSORIAL

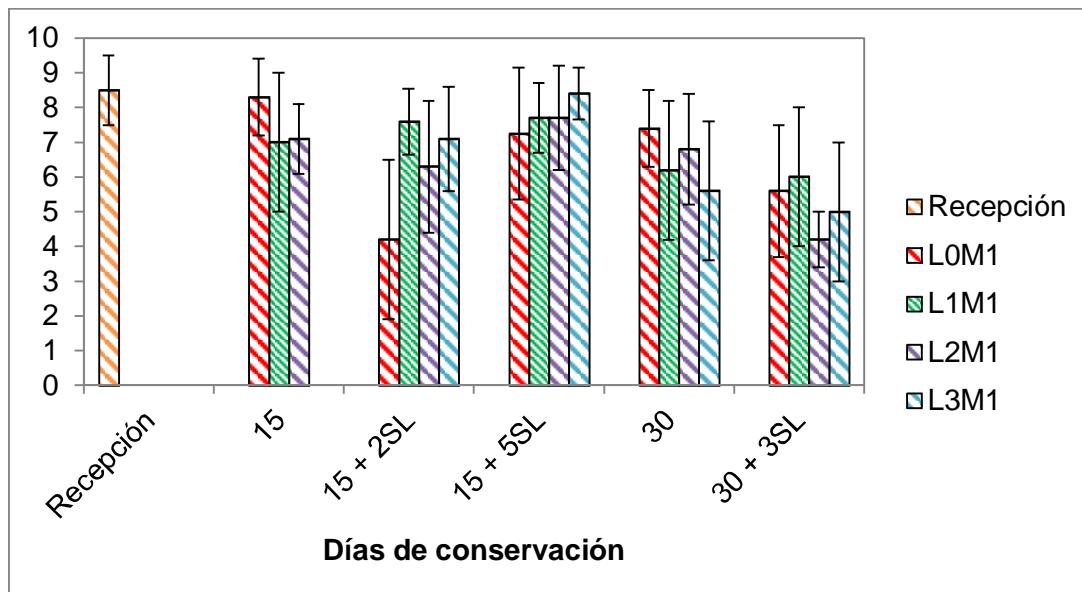
##### 4.1.10.1. Aspecto externo

Las puntuaciones medias que los catadores otorgaron al aspecto externo (0= muy malo y 10= muy bueno) de las platerinas cv. 778 se recogen en las gráficas 25 y 26 para el grado de madurez M0 y M1, respectivamente. En la recepción ambos grados de madurez obtienen puntuaciones cercanas al 8,5. Durante la conservación del grado M0 esta puntuación desciende notablemente y ya tras 15 días en frío ninguno de los lotes supera puntuaciones de 7. Al final de la conservación (30 + 3 SL) sólo el lote L1 supera el mínimo aceptable (5). En el grado de madurez M1 la situación fue muy similar aunque las puntuaciones fueron ligeramente mayores. Tampoco se pueden establecer diferencias significativas entre los distintos tratamientos dada la amplia desviación estándar.



**Gráfica 25.** Evolución del aspecto externo en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C

y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

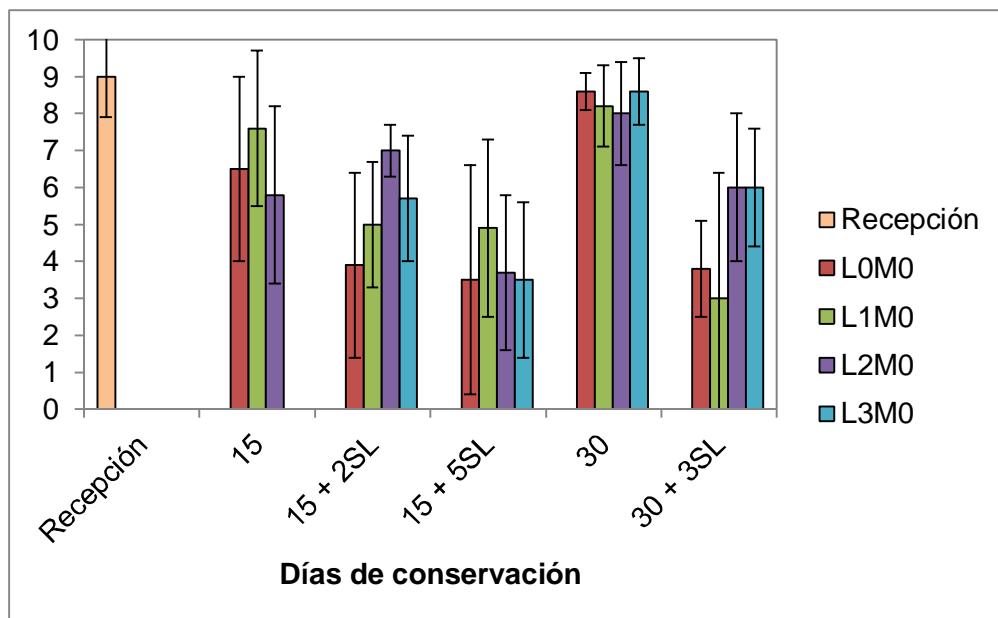


**Gráfica 26.** Evolución del aspecto externo en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

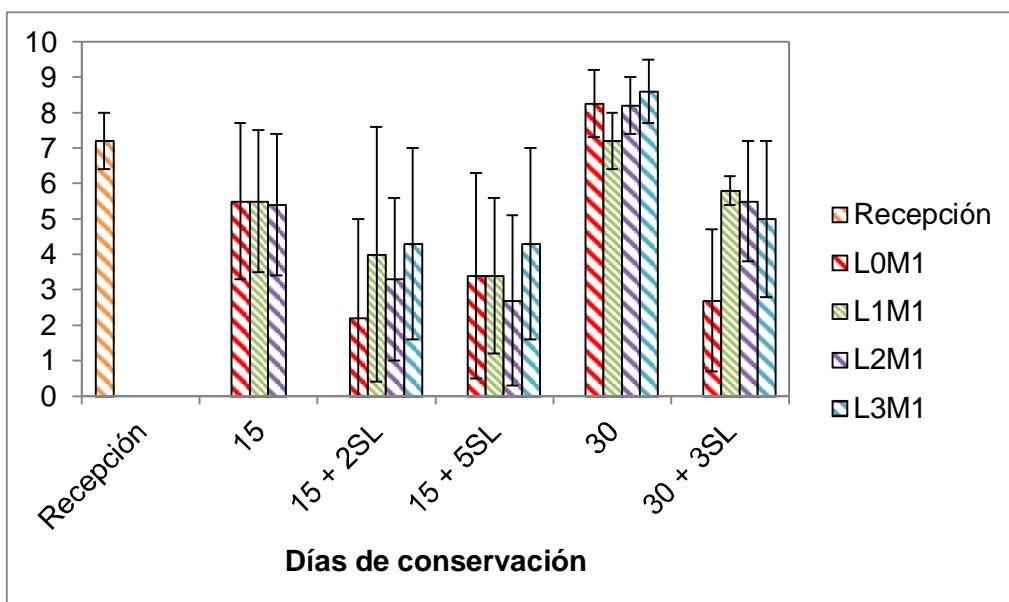
#### 4.1.10.2. Sensación al primer mordisco o Firmeza al primer mordisco

Los resultados para la evaluación de la sensación al primer mordisco (0=blando, 10=duro), parámetro relacionado con la firmeza del fruto, de las platerinas cv. 778 se recogen en las gráficas 27 y 28 para el grado de madurez M0 y M1, respectivamente. La calificación inicial para este parámetro obtiene puntuaciones cercanas a 9 lo que nos informa de que los frutos estaban duros como corresponde al punto de recolección. Los análisis tras la conservación en frío (15 y 30 días) también presentan valores superiores a 5, especialmente tras 30 días donde la mayoría de los lotes superan el 8 de puntuación media. Este aumento de los valores de firmeza durante la conservación puede estar relacionado con fenómenos de endurecimiento en frío o con el desarrollo de gomosidad. Durante los períodos de simulación de la comercialización, tanto en el grado de madurez M0 como en M1, estas calificaciones disminuyen

notablemente para establecerse en valores medios (ni duros ni blandos). Durante estos períodos fue el lote control el que generalmente obtuvo menores puntuaciones (entre 3 y 4, ligeramente blandas) por lo que, a pesar de no detectarse diferencias significativas, podemos intuir un efecto positivo de los tratamientos con 1-MCP en el mantenimiento de la firmeza.



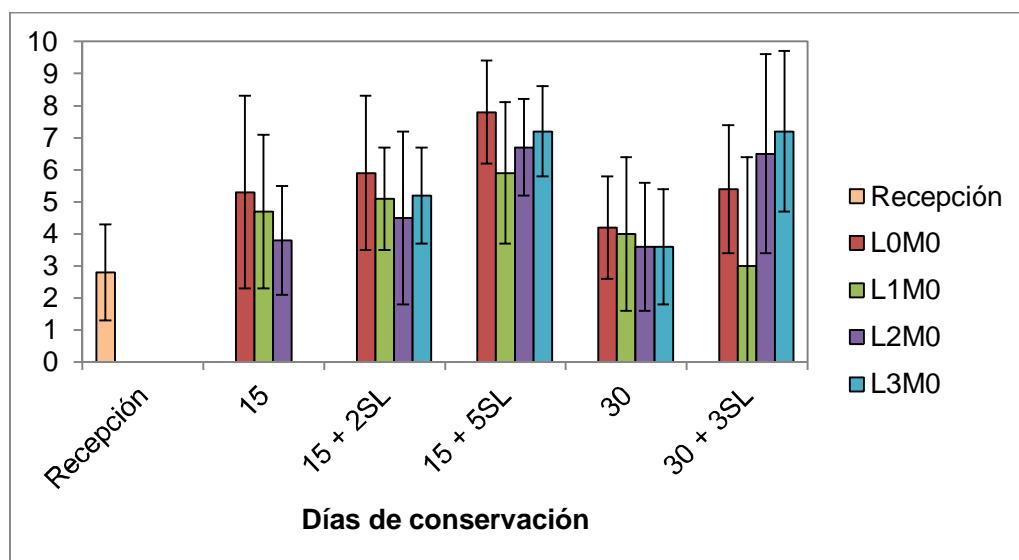
**Gráfica 27.** Evolución de la sensación al primer mordisco en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



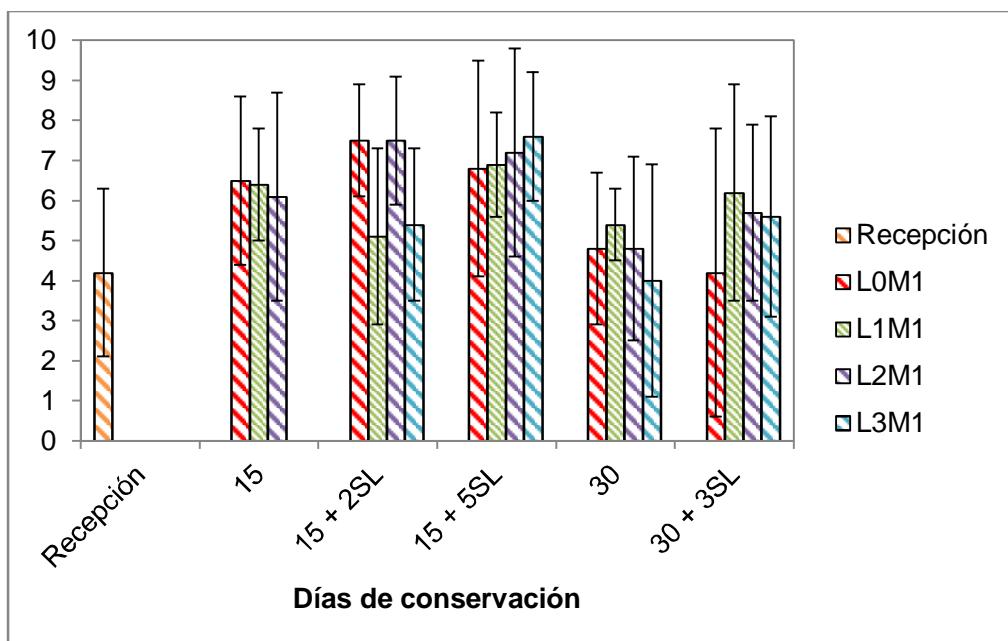
**Gráfica 28.** Evolución de la sensación al primer mordisco en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.1.10.3. Jugosidad

Los resultados de la valoración de la jugosidad (0= poco jugoso, 10= muy jugoso) de las platerinas cv 778 se recogen en las gráficas 29 y 30 para el grado de madurez M0 y M1, respectivamente. Este parámetro evoluciona en sentido contrario a la firmeza ya que, en general, a menor firmeza más se percibe la jugosidad. Así, vemos como aumenta durante los periodos de simulación de la comercialización y como inmediatamente tras la conservación en frío los valores son casi siempre inferiores a 5, sobre todo en los lotes tratados y en el día 30.



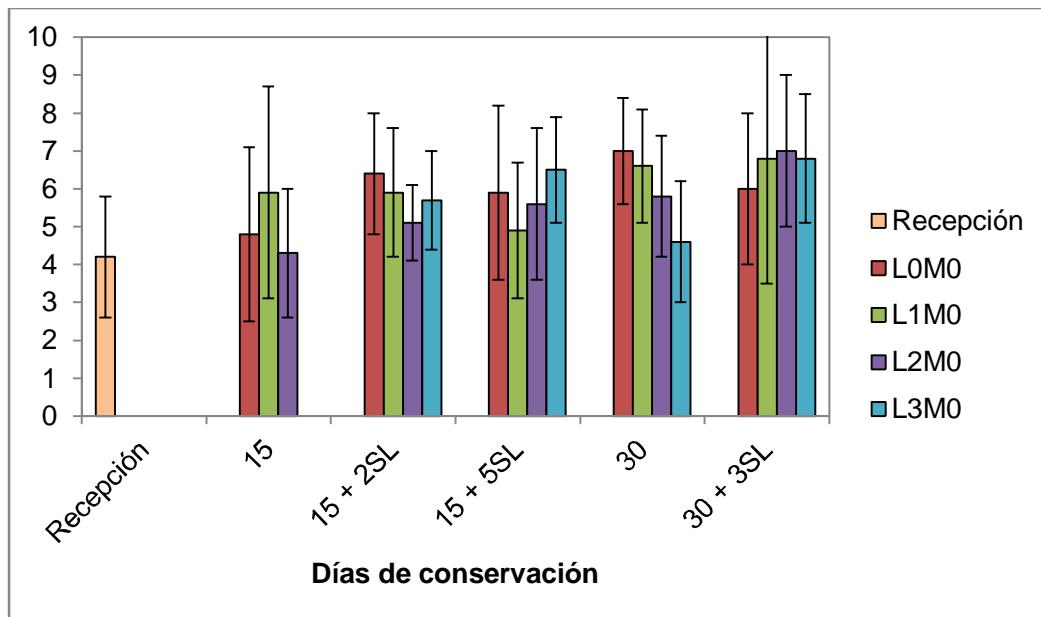
**Gráfica 29.** Evolución de la jugosidad en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



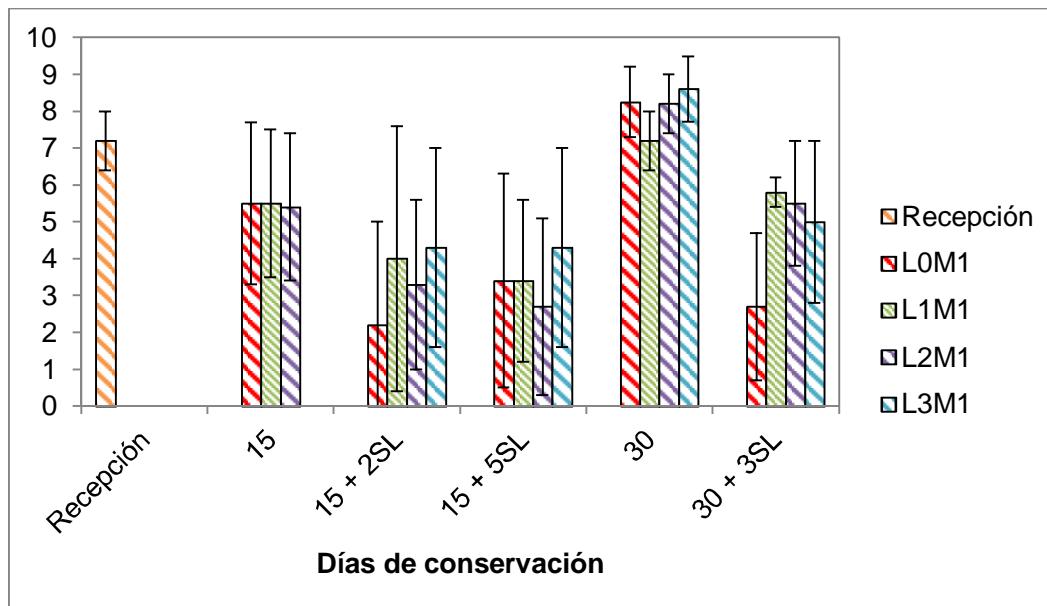
**Gráfica 30.** Evolución de la jugosidad en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.1.10.4. Intensidad del sabor característico

Los valores para la intensidad del sabor característico (0=poco a 10= mucho) de las platerinas cv 778 se recogen en las gráficas 31 y 32 para el grado de madurez M0 y M1, respectivamente. Para el grado de madurez M0, la intensidad del sabor característico no sufrió variaciones significativas ni durante la conservación en frío ni durante los periodos de simulación de la comercialización obteniendo puntuaciones entre 5 y 7 en la mayoría de los puntos de control. A pesar de obtener estas bajas puntuaciones hay que reseñar que en el día 0 la valoración fue de 4 por lo que, aunque ligeramente, la valoración de este parámetro mejora. Lo contrario, sin embargo, sucede en el grado M1 en donde la valoración inicial (~7) empeora durante la conservación y únicamente en el punto de control 30 días se iguala o se supera este valor.



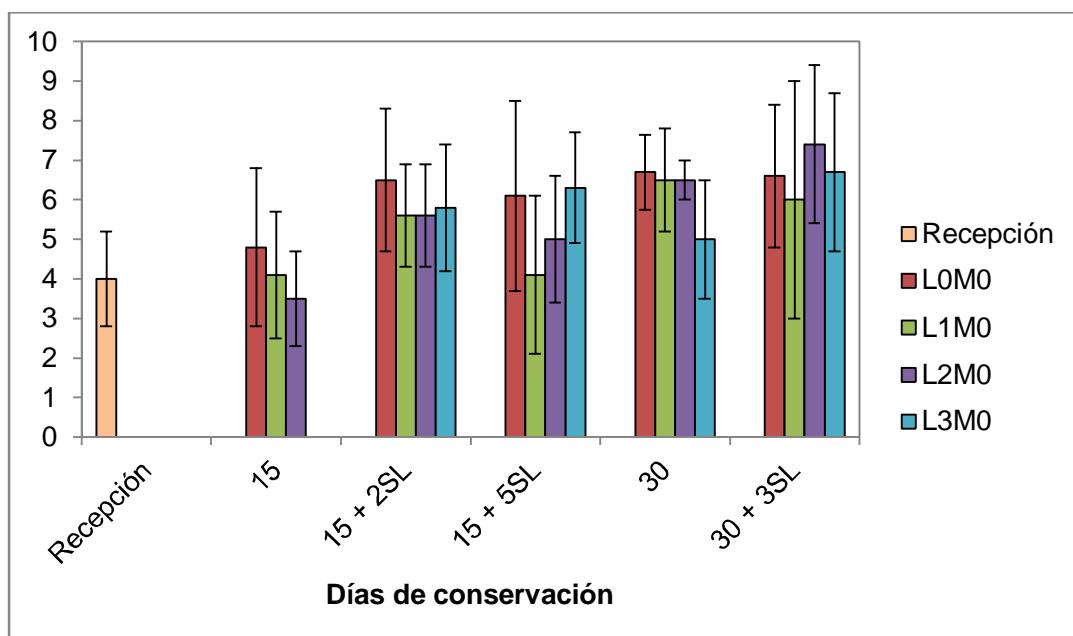
**Gráfica 31.** Evolución de la intensidad del sabor característico en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



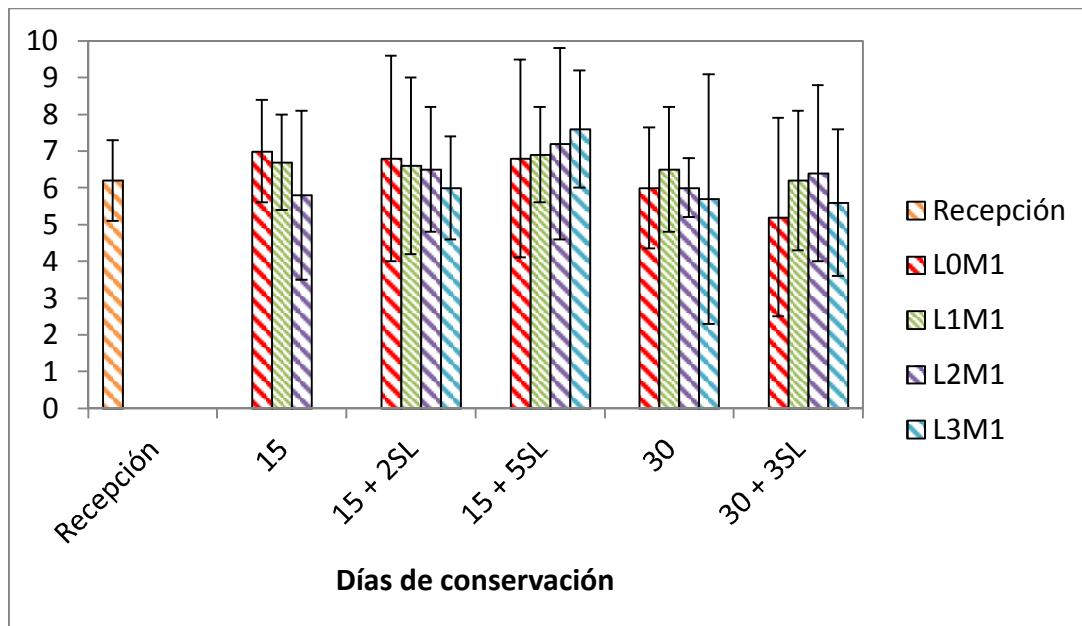
**Gráfica 32.** Evolución de la intensidad del sabor característico en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.1.10.5. Dulzor

Los valores para el dulzor (0=poco a 10= mucho) de las platerinas cv 778 se recogen en las gráficas 33 y 34 para el grado de madurez M0 y M1, respectivamente. En el grado de madurez M0 el dulzor inicial (4) va aumentando conforme avanza la conservación para establecerse en valores cercanos a 6, no llegando a establecerse diferencias significativas entre los lotes. En el grado de madurez M1 los valores durante la conservación no sufren variaciones manteniéndose en torno a 6 (ni muy ácida ni muy dulce).



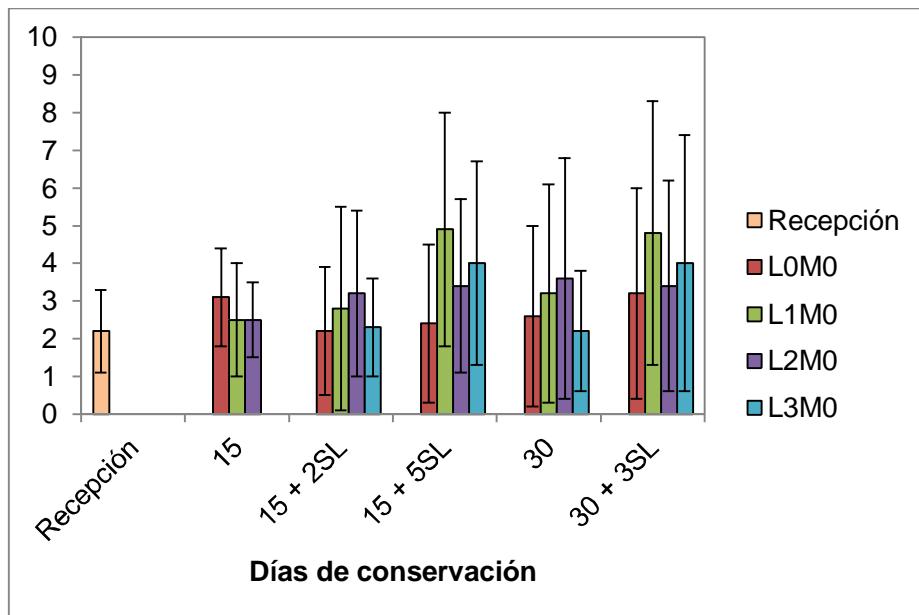
**Gráfica 33.** Evolución del dulzor en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



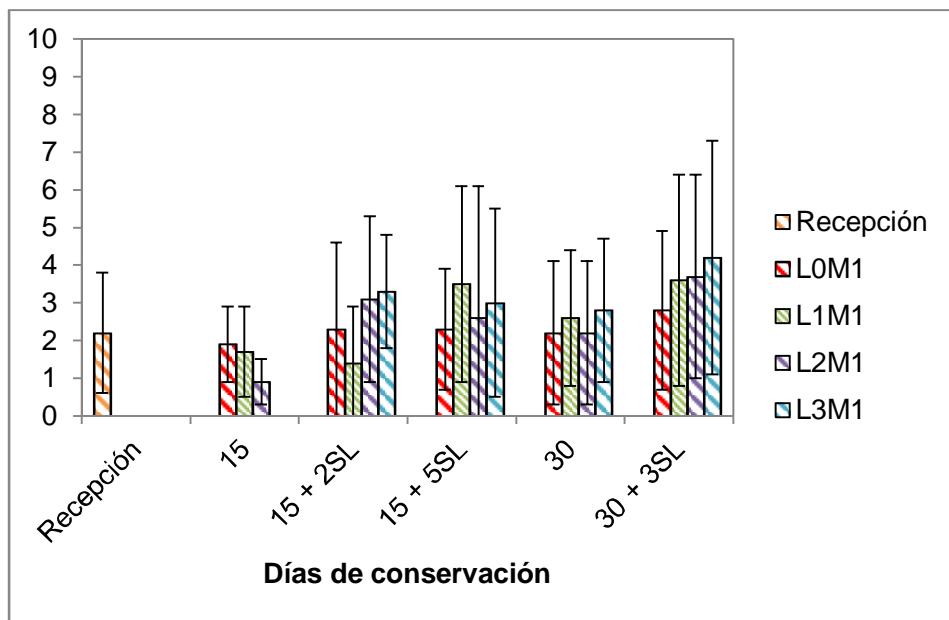
**Gráfica 34.** Evolución del dulzor en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.1.10.6. Acidez

Los valores para la acidez (0=poco a 10= mucho) de las platerinas cv 778 se recogen en las gráficas 35 y 36 para el grado de madurez M0 y M1, respectivamente. Como se puede observar la acidez sensorial aumenta ligeramente durante los periodos de simulación de la comercialización, al igual que sucedía en la valoración química de este parámetro (apartado 4.1.5.). Sin embargo, dadas las amplias desviaciones estándar no podemos establecer diferencias entre los lotes. Los valores para este parámetro nunca superan el 5 e incluso en su recepción presentan valores de 2 por lo que podemos calificar esta variedad de platerina como poco ácida.



**Gráfica 35.** Evolución de la acidez en platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



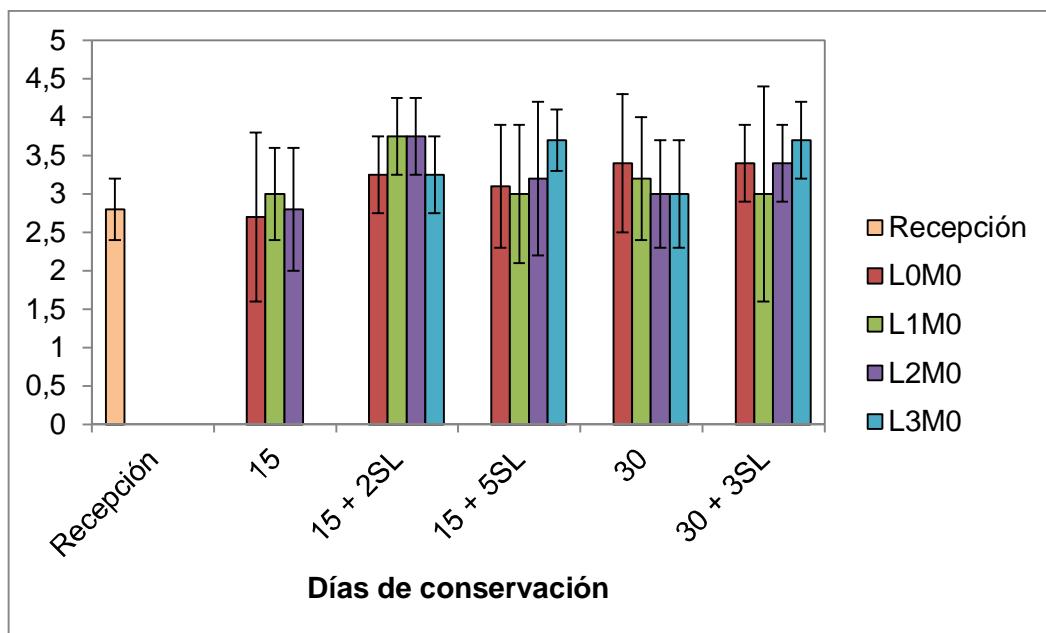
**Gráfica 36.** Evolución de la acidez en platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.1.10.7. Sabores extraños

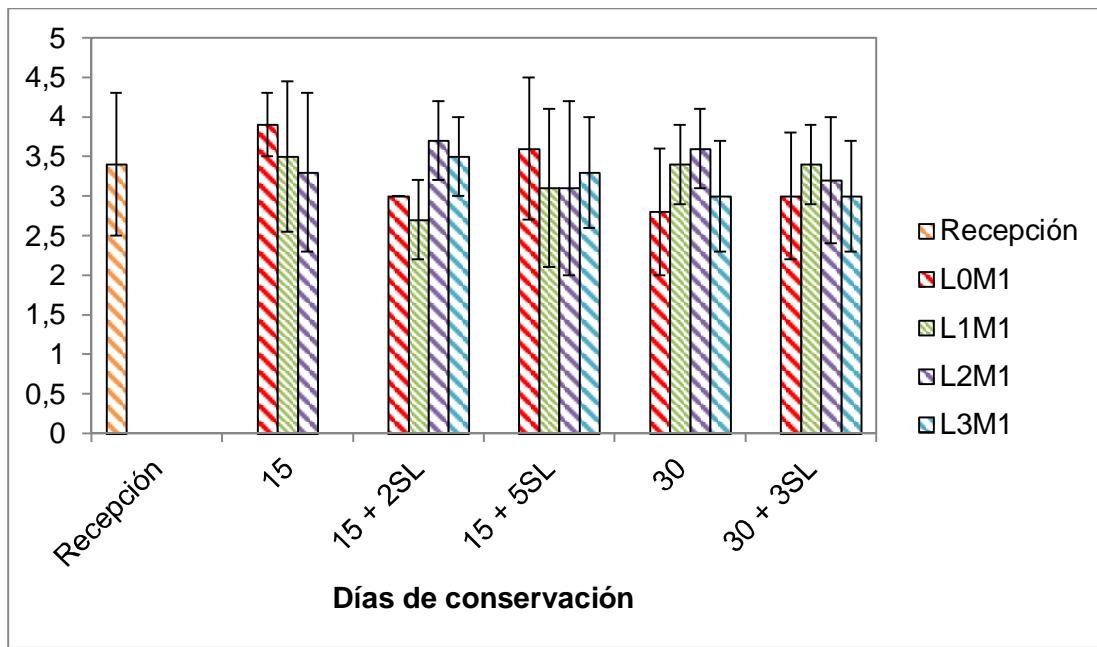
La presencia de sabores extraños siempre fue inferior a 1 y su presencia fue aleatoria por lo que no se representan gráficamente los datos obtenidos.

#### 4.1.10.8. Opinión global

Finalmente el análisis sensorial establece una opinión o valoración global del producto. Los valores de este parámetro, de muy mala (0) a excelente (5) para las platerinas cv 778 se recogen en las gráficas 37 y 38 para el grado de madurez M0 y M1, respectivamente. En este caso tampoco se pueden establecer diferencias claras entre los lotes. Únicamente decir que en el grado de madurez M0, el valor inicial de 2,75 aumenta durante la conservación y especialmente tras 2 días a 20 °C con valores en torno a 3-3,5. Sin embargo, en el grado M1, con un valor inicial más alto (~3,5), los valores se mantienen o disminuyen ligeramente.



**Gráfica 37.** Evolución de la opinión global sobre platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



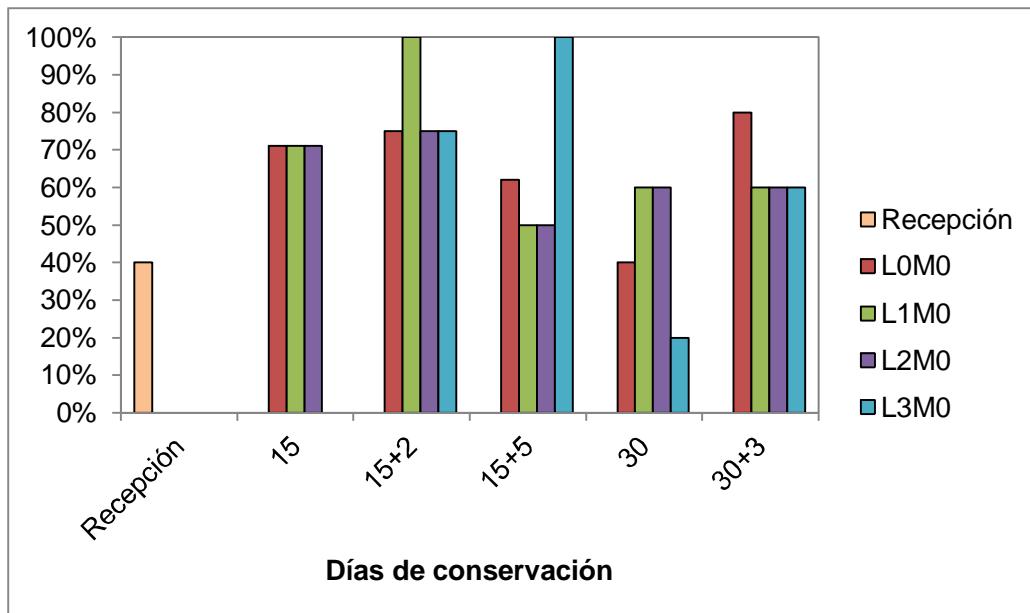
**Gráfica 38.** Evolución de la opinión global sobre platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.1.10.9. Compra del producto

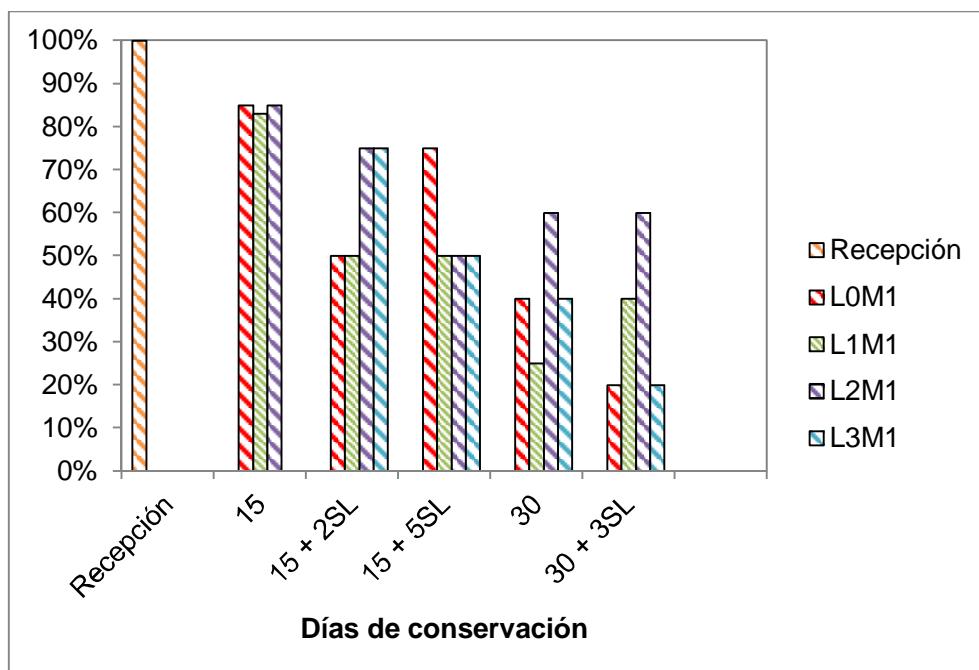
Finalmente el cuestionario para la valoración organoléptica del producto incluía la opción de compra del producto (sí o no) la cual resume finalmente si los frutos son aptos para su comercialización. En las gráficas 39 y 40 podemos observar los porcentajes obtenidos para el grado M0 y M1, respectivamente. Hay que tener en cuenta, sin embargo que esta opción de compra no es realmente la que se produce en un supermercado ya que los catadores poseen más información que la que puede obtener un consumidor normal que sólo podrá valorar el aspecto externo. Por ello quizás sería más acertado definir este parámetro con la pregunta ¿volvería a comprar este producto?

En el grado de madurez M0, sólo el 40% de los catadores compraría el producto en el día 0 lo que indica, al igual que parámetros anteriores, una falta de madurez. Estos porcentajes mejoran durante la conservación pero sólo el lote L1 en el punto 15 + 2SL y el lote L3 en el punto 15 + 5SL serían comprados por todos catadores. Los valores más bajos se presentan en el día 30 donde no se superan porcentajes del 60%.

En el grado de madurez M1, solamente el lote de recepción sería comprado por el 100% de los catadores, a partir de aquí el % de compra va disminuyendo progresivamente hasta valores del 20% en los lotes control y L3 del punto de análisis 30 + 3SL. Señalar que en el punto de análisis 15 + 2SL los lotes L2 y L3 tuvieron un % de compra del 75%.



**Gráfica 39.** Evolución de la compra de platerinas cv. 778 en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



**Gráfica 40.** Evolución de la compra de platerinas cv. 778 en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.2. EFECTO DEL 1-MCP EN LA VIDA UTIL Y CALIDAD DE PARAGUAYOS SWEET CAB

En los siguientes apartados se detallan los resultados obtenidos para los paraguayos cv Sweet Cab tratados con 1-MCP en distintos momentos de su conservación. El punto de control 30 + 5SL ha sido omitido de las gráficas ya que no se pudo analizar ninguno de los lotes debido a la elevada presencia de podredumbres. El análisis correspondiente al día 30 + 2SL se realizó un día después, en el día 30 + 3SL.

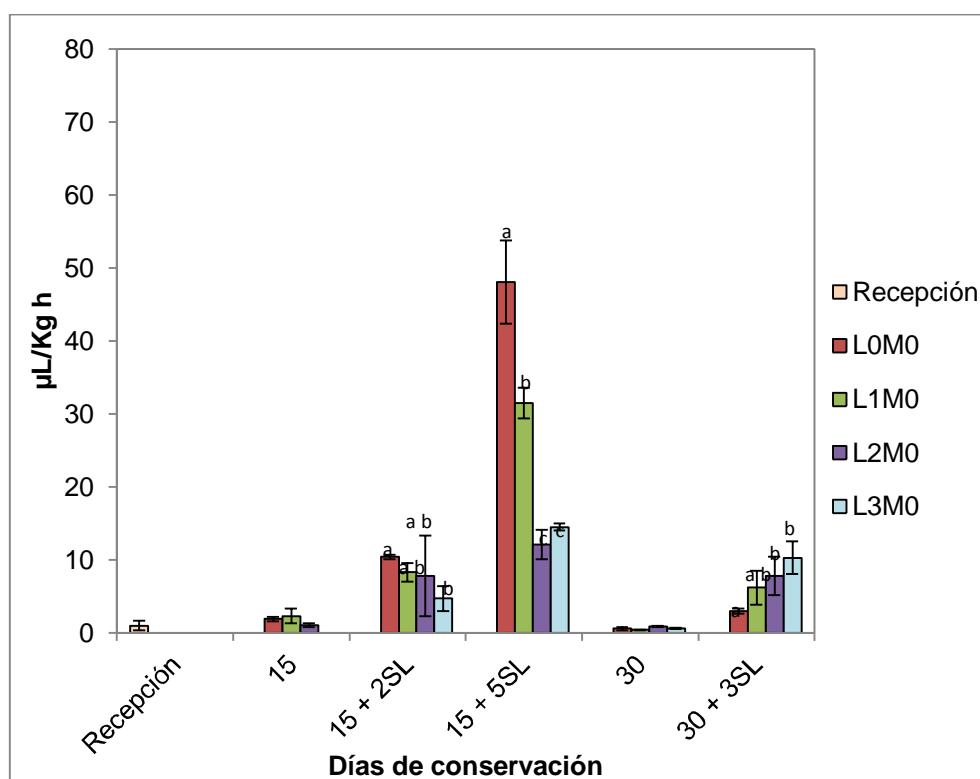
##### 4.2.1. PRODUCCIÓN DE ETILENO

La producción de etileno de los paraguayos cv. Sweet Cab en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 1 y 8  $\mu\text{L/Kg}^*\text{h}$ , respectivamente (gráficas 41 y 42).

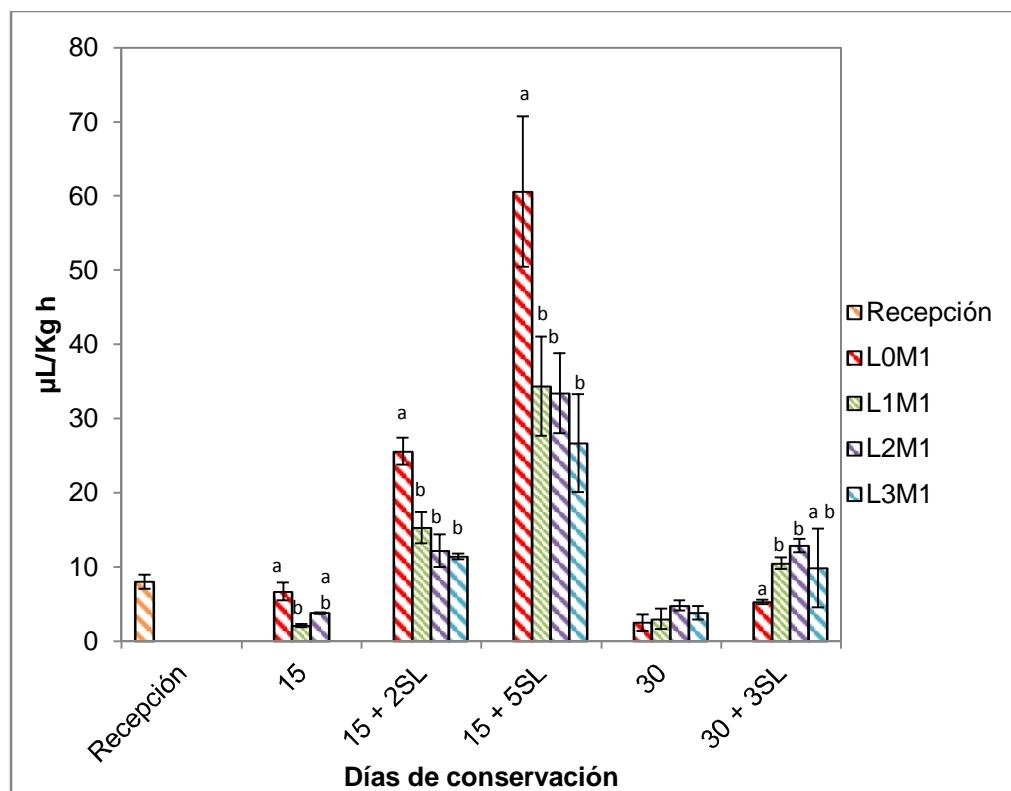
La producción de etileno, al igual que en las platerinas, aumentó significativamente cuando los frutos eran sometidos al periodo de simulación de la comercialización siendo prácticamente nula su concentración durante la conservación frigorífica.

En el caso del **grado de madurez M0** se observó que en el punto de control 15 + 5 SL, el lote control L0 presentó una producción de etileno (48,1  $\mu\text{L/Kg h}$ ), significativamente mayor que la de los lotes tratados. Sin embargo, este hecho no se repitió en el día 30 + 3SL. En este punto de comercialización todos los frutos presentan unas producciones de etileno muy bajas a pesar de haber abandonado la refrigeración, lo que nos indica que están al final de su vida útil, en plena senescencia.

Para el **grado de madurez M1** la evolución de la producción de etileno fue muy similar así como las diferencias encontradas en el punto de control 15 + 5SL y la drástica disminución de la producción en el día 30 + 3SL:



**Gráfica 41.** Evolución de la producción de etileno en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservados a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



**Gráfica 42.** Evolución de la producción de etileno en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservados a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

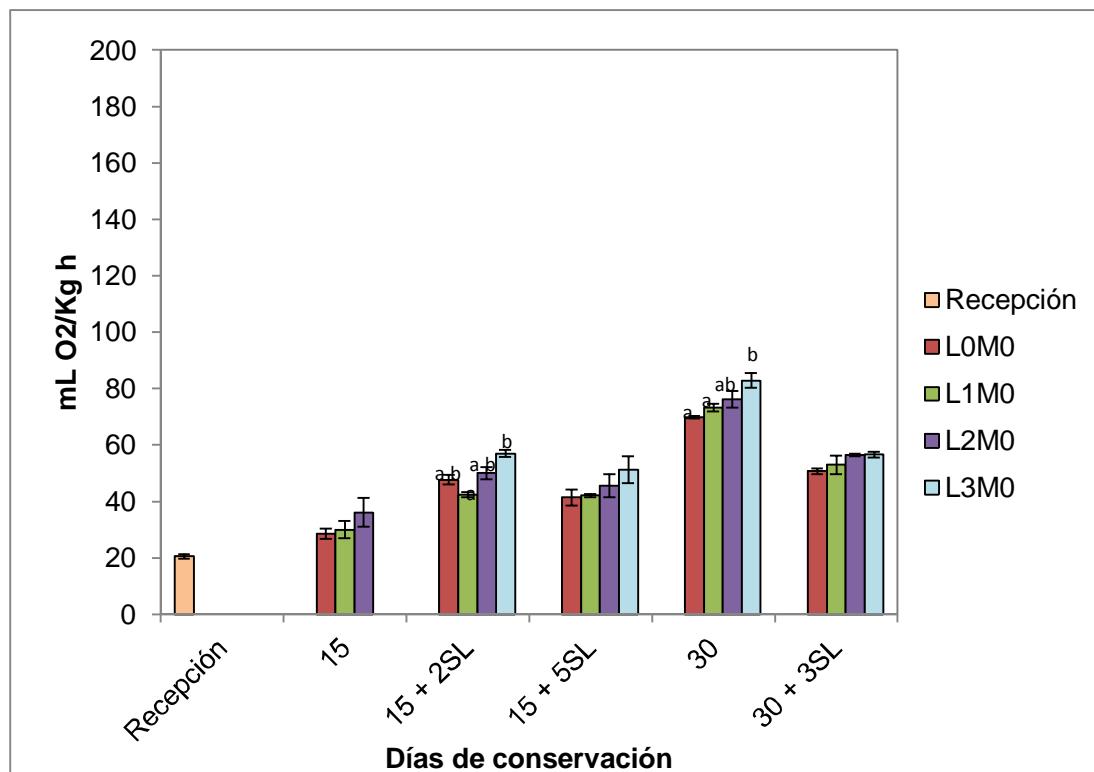
#### 4.2.2. ACTIVIDAD RESPIRATORIA

##### 4.2.2.1. CONSUMO DE OXÍGENO

El consumo de O<sub>2</sub> de los paraguayos cv. Sweet Cab en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 20,5 y 24 mL/Kg\*h, respectivamente (gráficas 43 y 44).

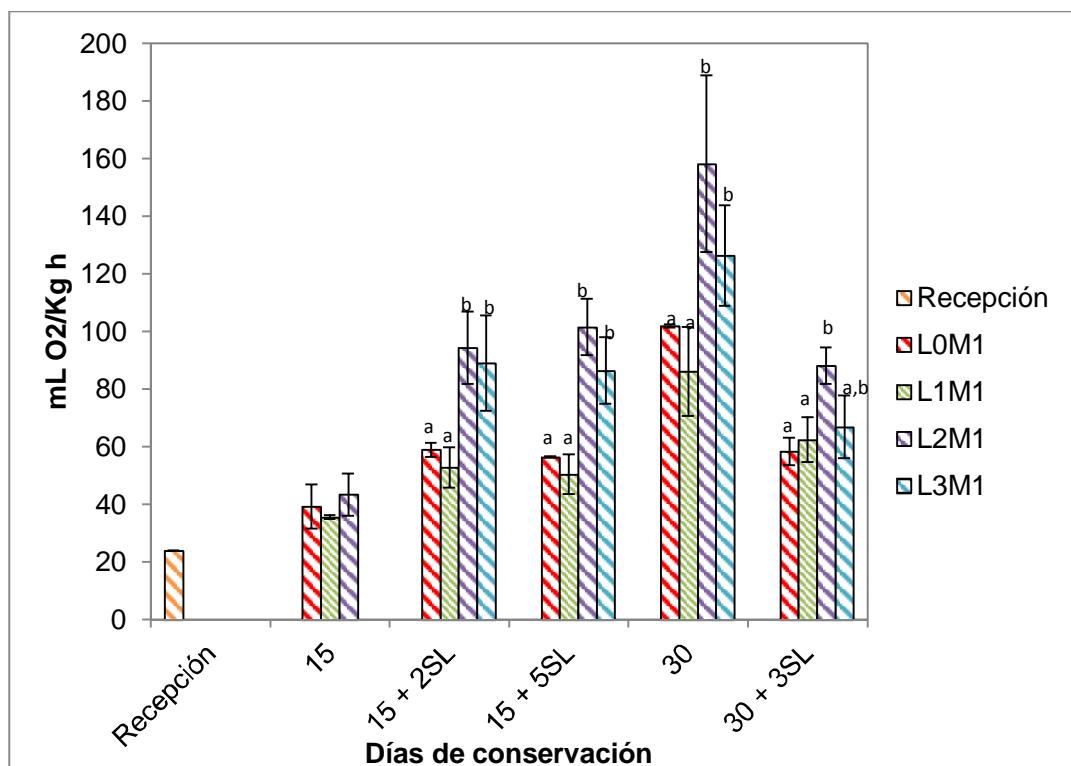
En el caso de **grado de madurez M0** la producción de oxígeno tras 15 días a 0 °C es ligeramente superior a la inicial en todos los lotes. Ésta aumentó tras 2 días a 20 °C (entre 45 y 60 24 mL/Kg\*h) para luego disminuir a los 5 días. Aunque se observaron diferencias significativas entre algunos lotes éstas no son lo suficientemente claras como para establecer un patrón de comportamiento. Tras 30 días de conservación el

consumo de  $O_2$  fue mayor al detectado a los 15 días pero en este caso desciende en el primer periodo de simulación de la comercialización.



**Gráfica 43.** Evolución del consumo de  $O_2$  en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservados a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

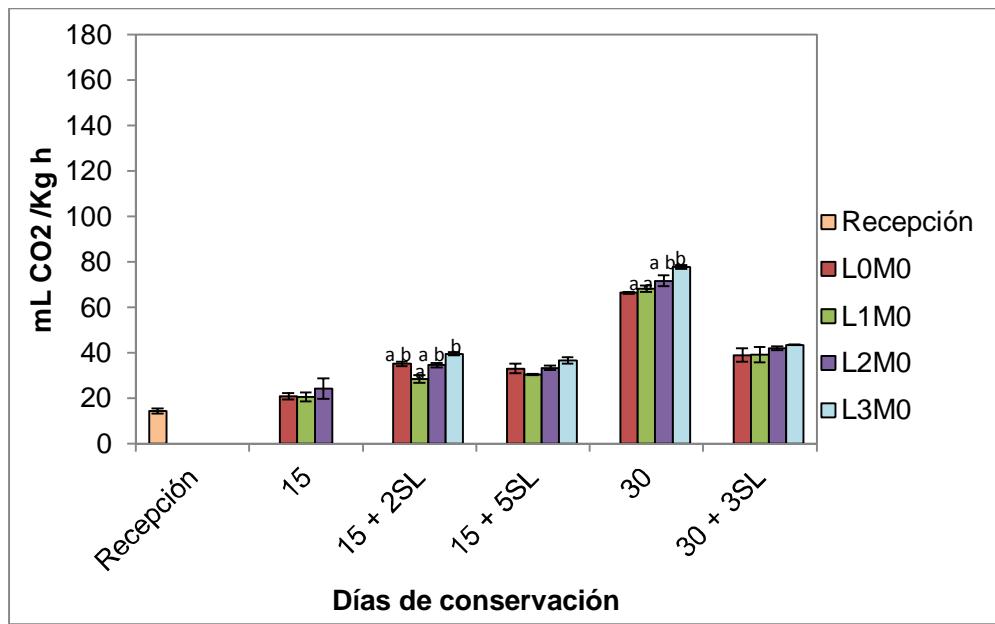
En el **grado de madurez M1**, la evolución fue muy similar aunque el consumo de  $O_2$  fue mayor. Destacar los lotes L2 y L3 los cuales obtuvieron las tasas respiratorias más altas especialmente en el día 30 de análisis.



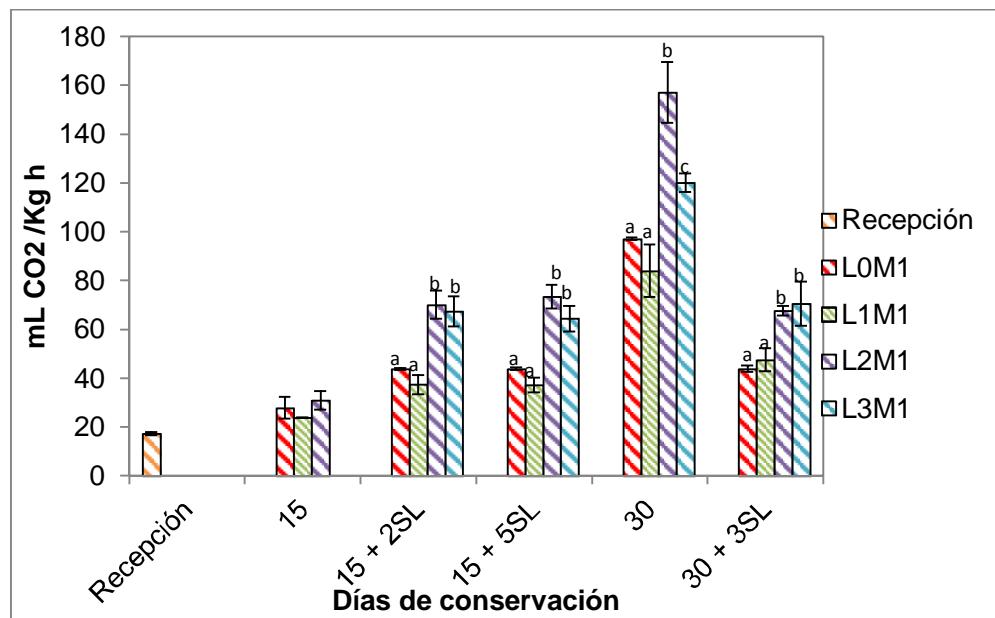
**Gráfica 44.** Evolución del consumo de  $O_2$  en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservados a  $0^{\circ}C$  y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a  $20^{\circ}C$  y 5 SL: 5 días a  $20^{\circ}C$ ). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a  $0^{\circ}C$  / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a  $0^{\circ}C$  / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a  $0^{\circ}C$  / 24 horas).

#### 4.2.2.2. PRODUCCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO

La producción  $CO_2$  de los paraguayos cv. Sweet Cab en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 14,5 y 17,2  $mL/Kg^*h$ , respectivamente (gráficas 45 y 46). La evolución, en ambos grados de madurez, fue muy similar a la descrita anteriormente para el consumo de oxígeno.



**Gráfica 45.** Evolución de la producción de CO<sub>2</sub> paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservados a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

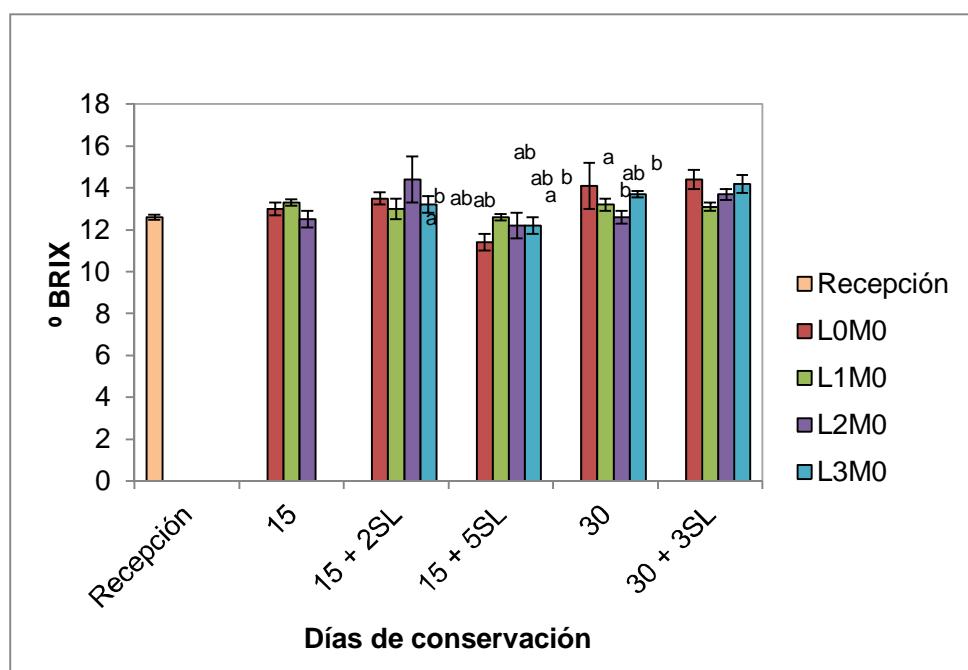


**Gráfica 46.** Evolución de la producción de CO<sub>2</sub> paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservados a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.2.3. CONTENIDO DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES EN PARAGUAYOS

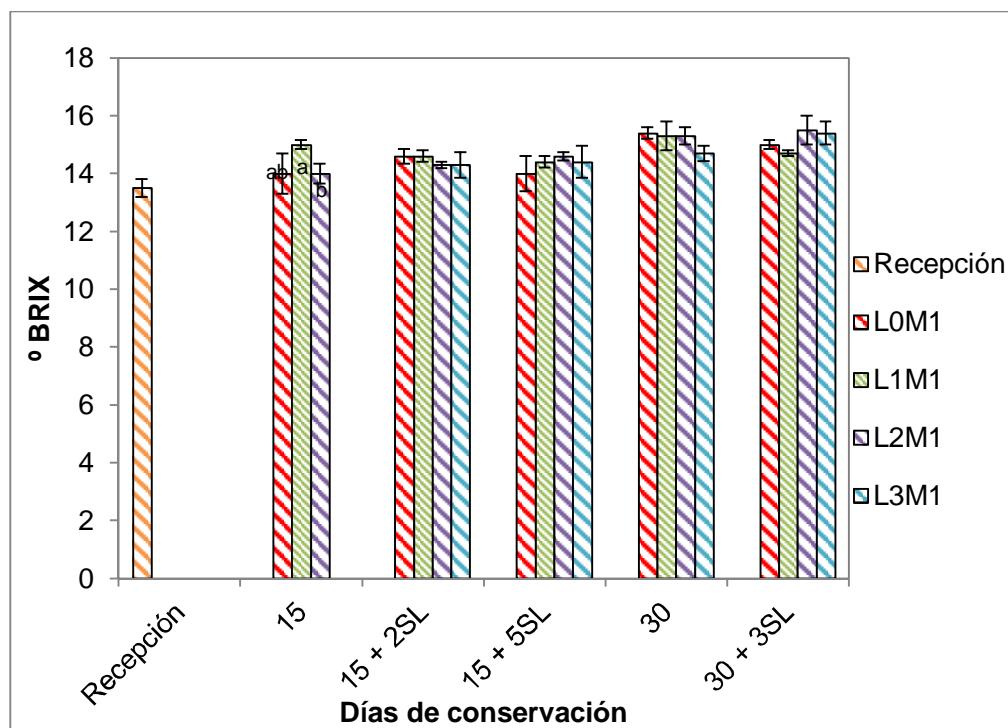
El contenido de sólidos solubles totales en paraguayos cv. Sweet Cab en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 12,6 y 13,5 ° Brix, respectivamente (gráficas 47 y 48).

En el caso de **grado de madurez M0**, no se observaron diferencias significativas ni entre los lotes tratados, ni entre éstos y el lote control, excepto en el punto 15 +5SL en donde el lote L1 mostró un contenido en sólidos solubles (12,6°Brix) ligeramente mayor al lote control L0 (11,4°Brix), en el punto 30 días, fue el lote L3 (13,7 °Brix) el que presentó un contenido en sólidos solubles ligeramente superior al del lote L2 (12,6 °Brix), y en el punto de análisis 30 + 3SL el lote control L0 (14,1 °Brix) tuvo un contenido en sólidos solubles mayor al del lote L1 (13,6°Brix).



**Gráfica 47.** Evolución del contenido de sólidos solubles totales en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservados a 0 ° C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

En cuanto al **grado de madurez M1**, únicamente se observaron diferencias significativas en el punto de análisis 15 días en el que el lote L1 (15°Brix) presentó un contenido en sólidos solubles mayor que el del lote L2 (14 °Brix).

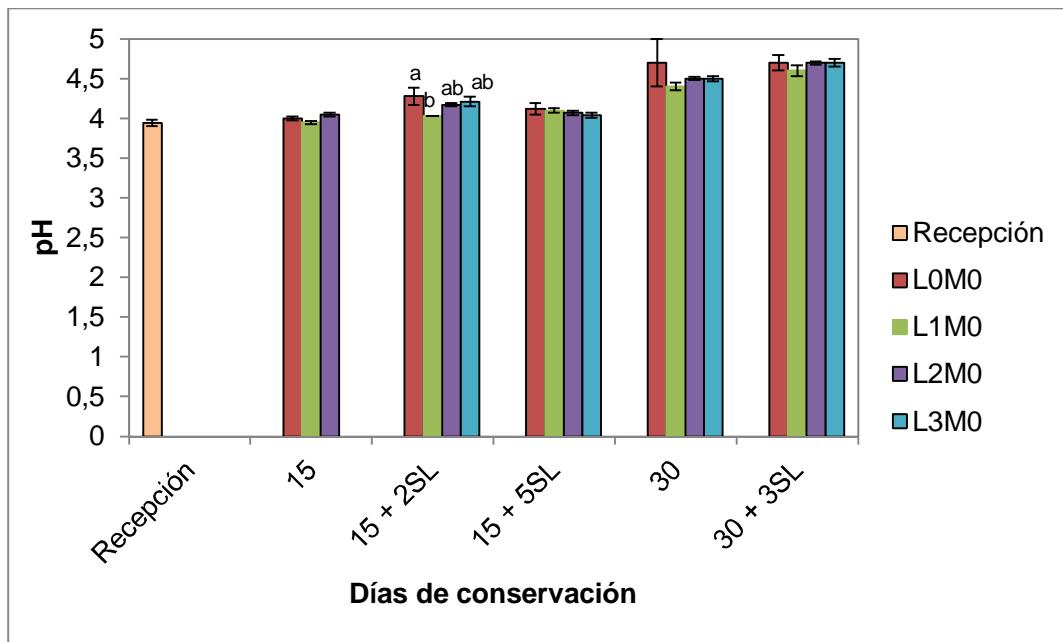


**Gráfica 48.** Evolución del contenido de sólidos solubles totales en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservados a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

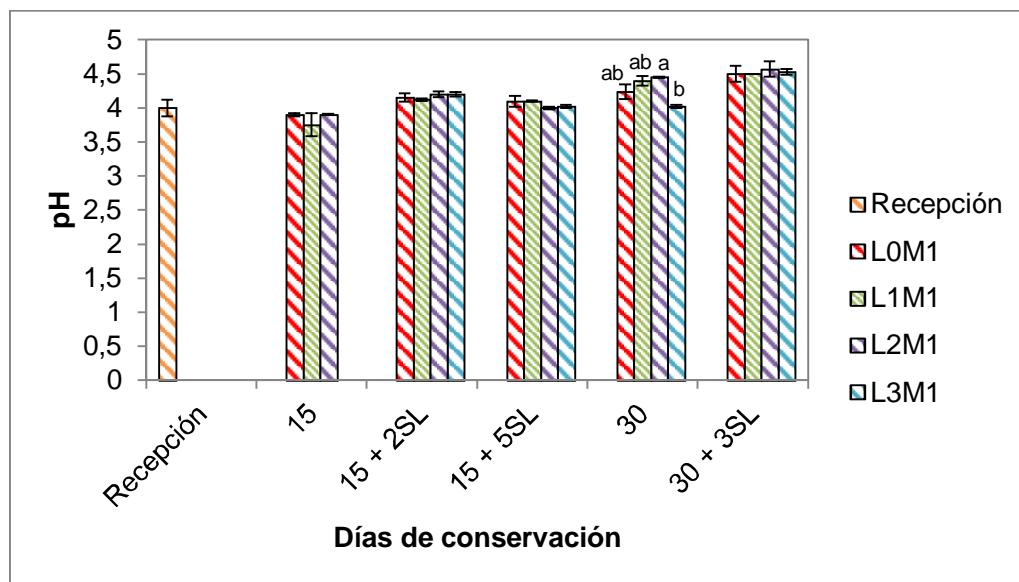
#### 4.2.4. pH

El valor del pH en paraguayos cv. Sweet Cab en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 3,9 y 4, respectivamente (gráficas 49 y 50).

En ambos grados de madurez, a medida que fue avanzando el proceso de maduración, el pH fue aumentando ligeramente pero sin alcanzar en ningún punto medidas superiores a 5.



**Gráfica 49.** Evolución del pH en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservados a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

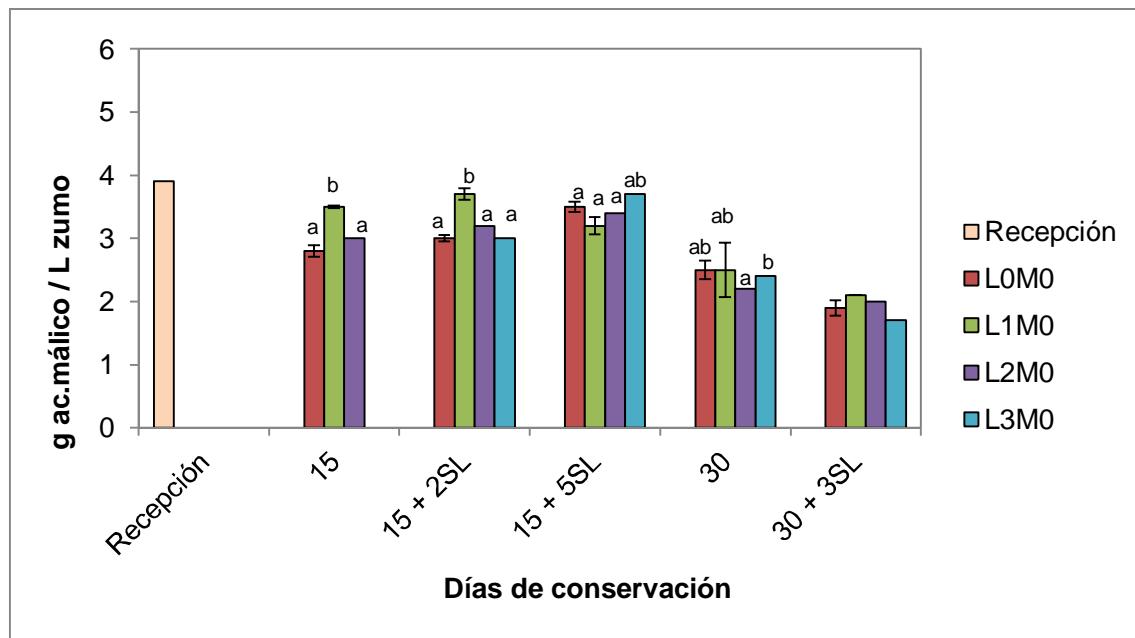


**Gráfica 50.** Evolución del pH en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservados a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.2.5. ACIDEZ TITULABLE

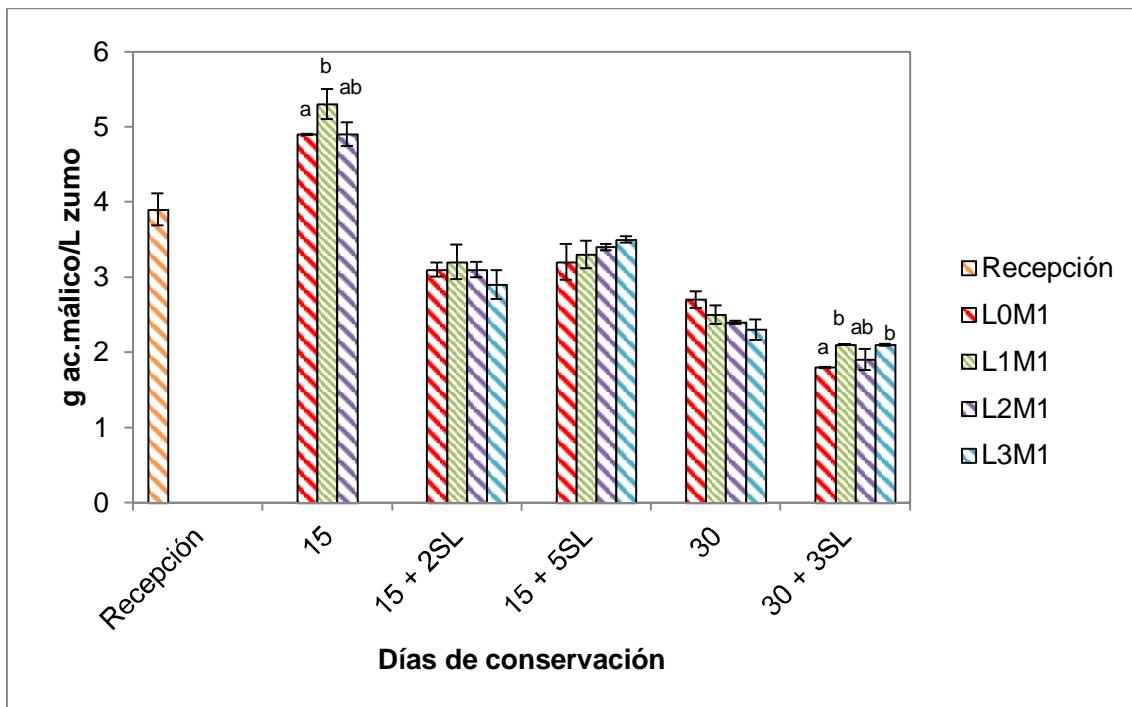
La acidez en paraguayos cv. Sweet Cab en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 3,9 g ácido málico en un litro de zumo (gráficas 51 y 52).

En el caso de **grado de madurez M0** los valores de acidez durante los 15 días en frío y tras los periodos de simulación se mantienen muy semejantes a los iniciales. En el día 30 se observó un descenso, con valores en torno a 2,5 g ácido málico /L, que continúa durante los 3 días a 20 °C.



**Gráfica 51.** Evolución de la acidez en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservados a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

En cuanto al **grado de madurez M1**, y al contrario que en el grado de madurez M0, el valor de la acidez tras 15 días de conservación en frío aumentó hasta casi 5 g ácido málico /L para que luego, y como es normal, disminuir durante los periodos de simulación de la comercialización. A los 30 días de conservación la acidez disminuyó hasta aproximadamente 2-2,5 g ácido málico /L .



**Gráfica 52.** Evolución de la acidez en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservados a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

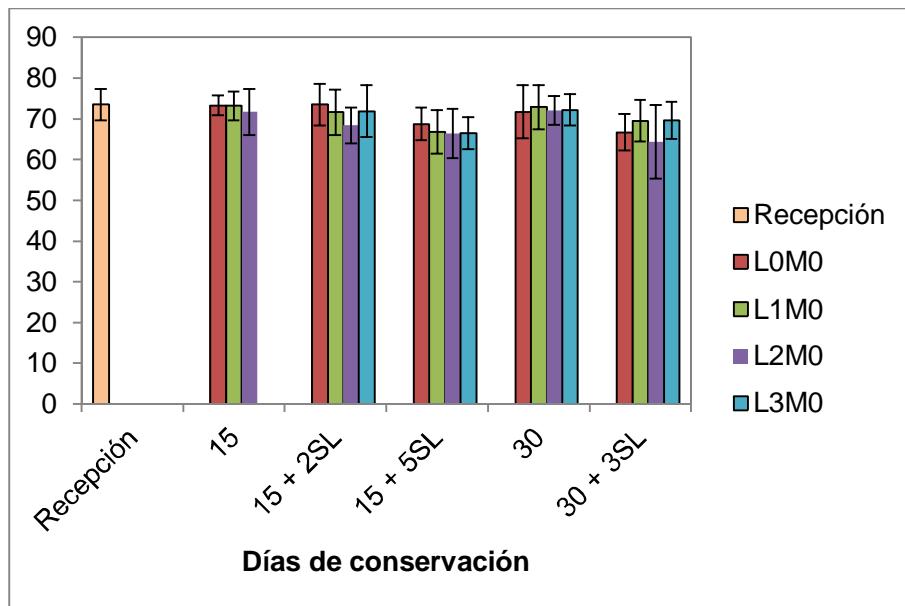
#### 4.2.6. COLOR

Al igual que ocurre en las platerinas, el color de la piel de los paraguayos no es uniforme en toda su superficie presentando una chapa de color rojo-granate en la madurez y un fondo que evoluciona desde tonos verde-amarillentos a amarillo-anaranjados. Por ello, el color de estos frutos se midió en ambas zonas presentándose a continuación la evolución de los parámetros  $L^*$  y  $a^*$  en las zonas rojas y en las zonas verdes.

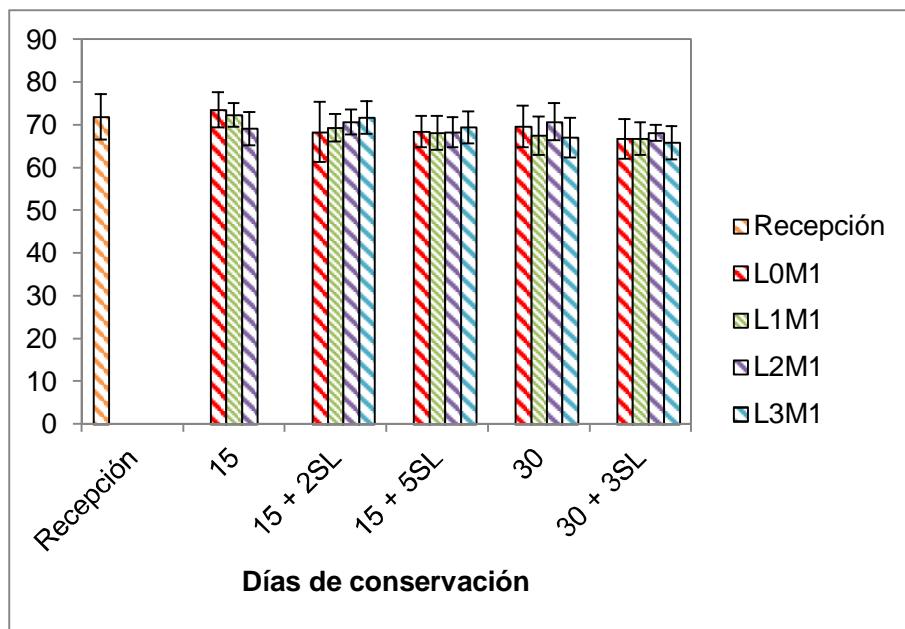
##### 4.2.6.1. Evolución del color de fondo

El valor de “L” en las zonas verdes de los paraguayos cv. Sweet Cab en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 73,5 y 71,8 (gráficas 53 y 54).

Tanto en el grado de madurez M0 como en M1 no se observaron diferencias significativas ni entre los lotes tratados y ni entre éstos y el lote control L0, manteniéndose los valores sin apenas variaciones durante toda la conservación.



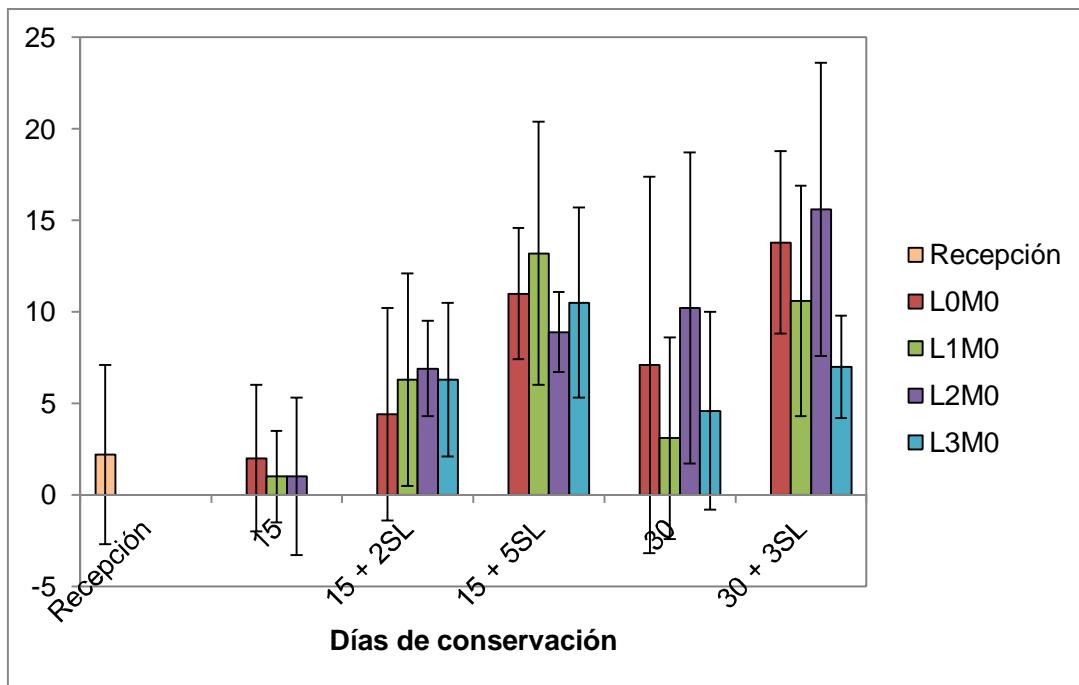
**Gráfica 53.** Evolución del valor de “L” en el fondo de los paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



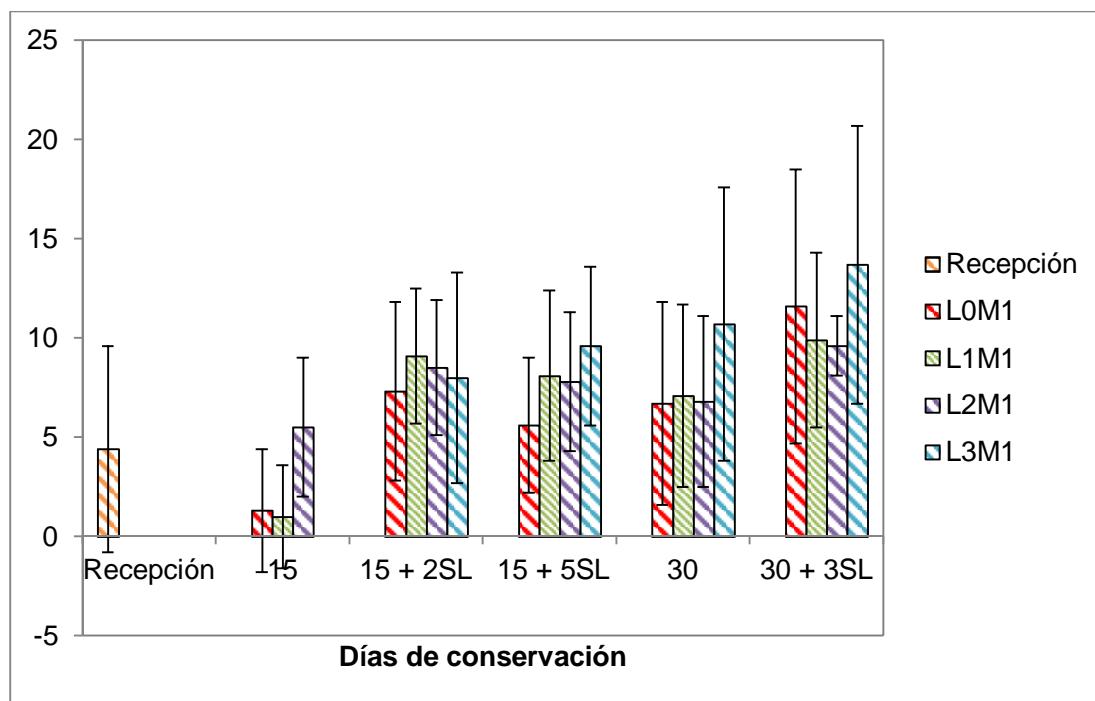
**Gráfica 54.** Evolución del valor de “L” en el fondo de los paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

El valor del parámetro de color  $a^*$  (oposición verde-rojo) en el fondo de los paraguayos cv. Sweet Cab en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 2,2 y 4,4 (gráficas 55 y 56).

Los valores de este parámetro, al igual que en las platerinas, aumentan ligeramente durante la conservación informándonos así de que el color verde va desapareciendo. Tanto en el grado de madurez M0 como en M1 no se observaron diferencias significativas ni entre los lotes tratados y ni entre éstos y el lote control L0.



**Gráfica 55.** Evolución del valor del parámetro de color “a” en el fondeo de los paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

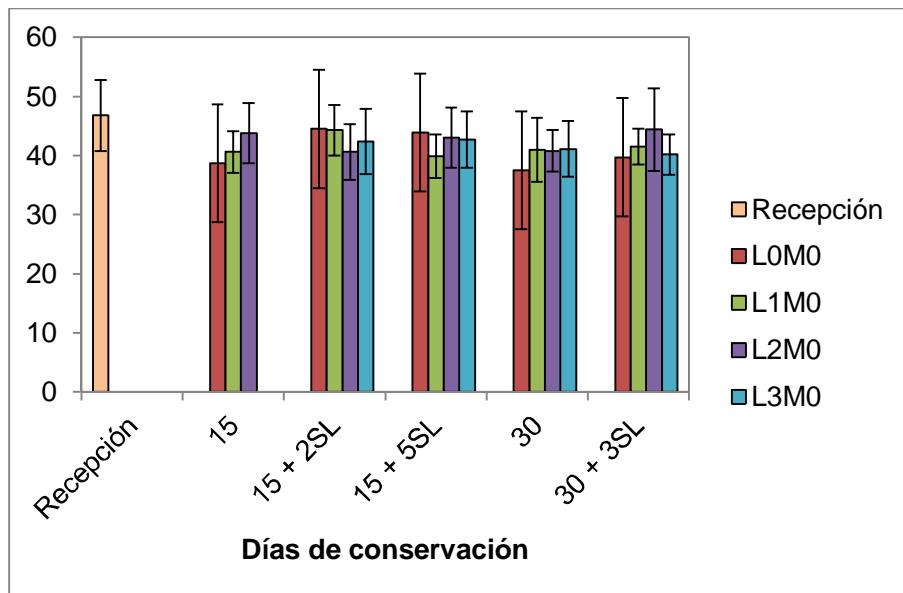


**Gráfica 56.** Evolución del parámetro de color “a” en el fondo de los paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

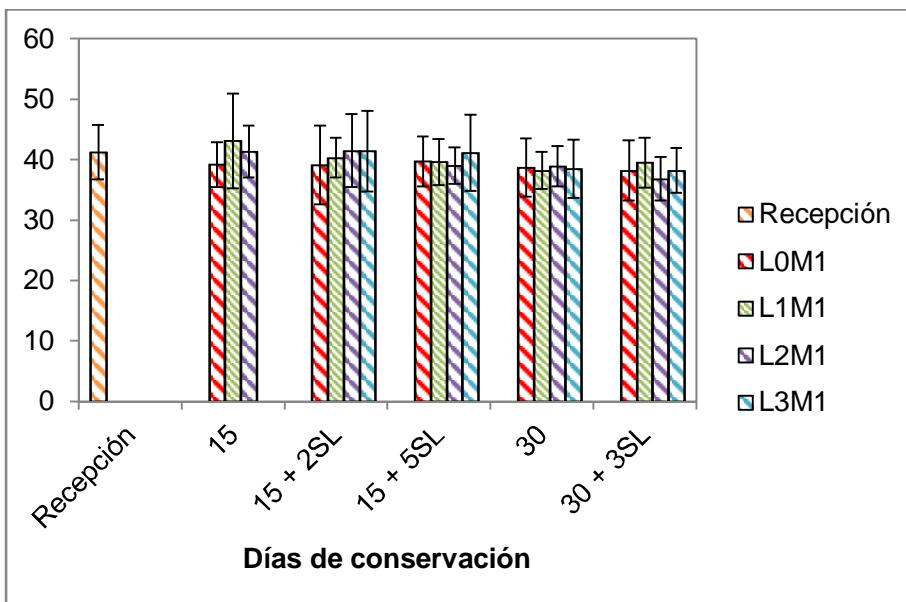
#### 4.2.6.2. Evolución del color de la chapa

El valor de “L” en la chapa de los paraguayos cv. Sweet Cab en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 46,8 y 41,2 (gráficas 57 y 58).

Tanto en el grado de madurez M0 como en M1 no se observaron diferencias significativas ni entre los lotes tratados y ni entre éstos y el lote control L0, manteniéndose los valores en torno a los iniciales.



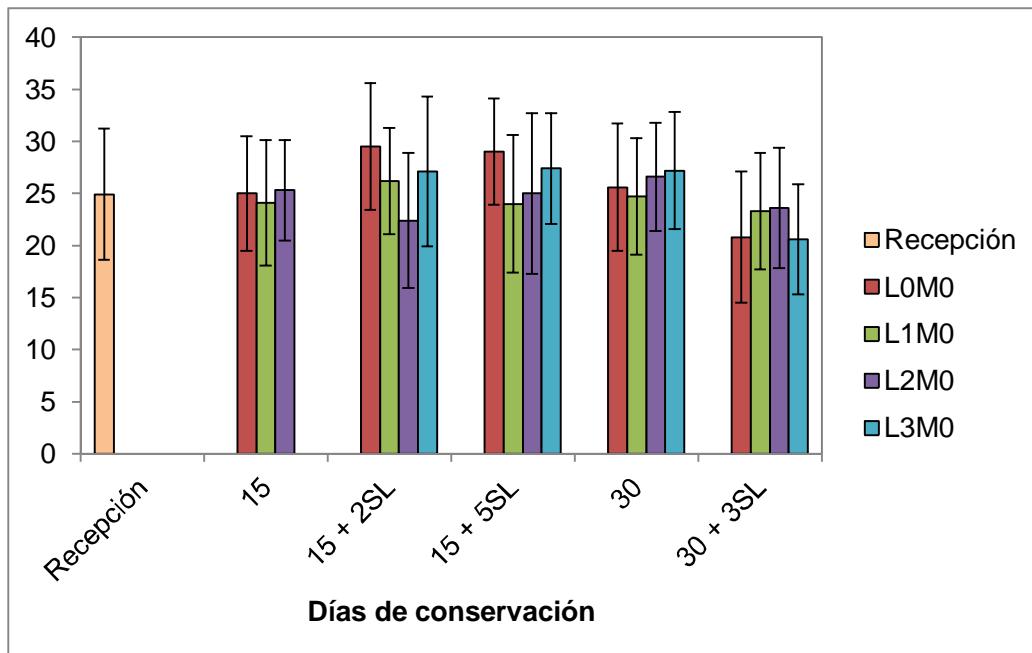
**Gráfica 57.** Evolución del valor de “L” en la chapa de los paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



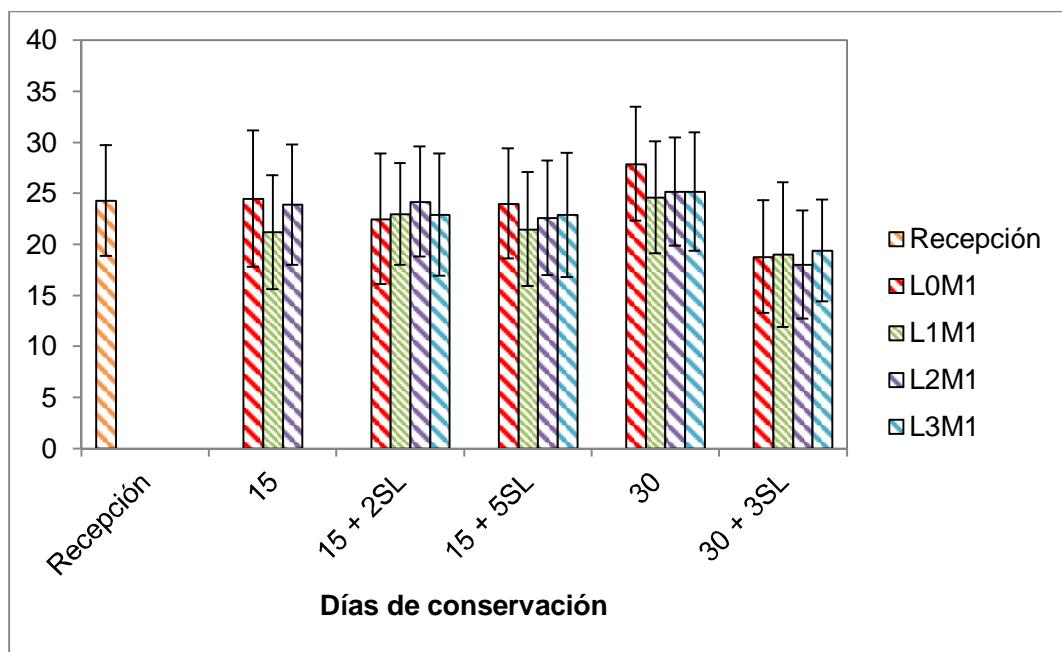
**Gráfica 58.** Evolución del valor de “L” en la chapa de los paraguayos paraguayanos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

El valor del parámetro de color “a” (oposición verde-rojo) en la chapa de los paraguayos cv. Sweet Cab en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 24,9 y 24,3 (gráficas 59 y 60).

Tanto en el grado de madurez M0 como en M1 no se observaron diferencias significativas ni entre los lotes tratados y ni entre éstos y el lote control L0.



**Gráfica 59.** Evolución del valor del parámetro de color “a” en la chapa de los paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

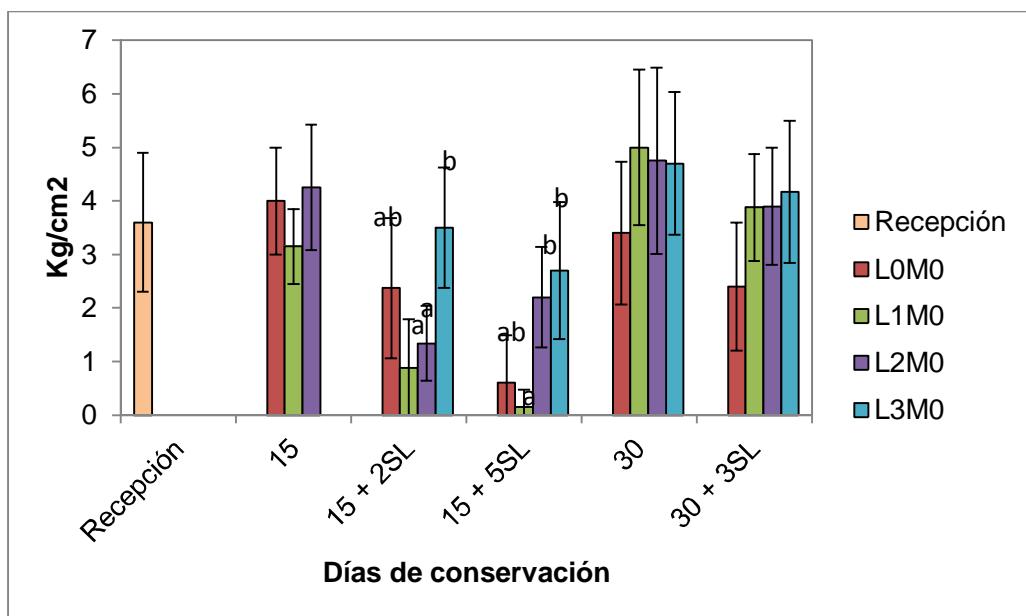


**Gráfica 60.** Evolución del parámetro de color “a” en la chapa de los paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

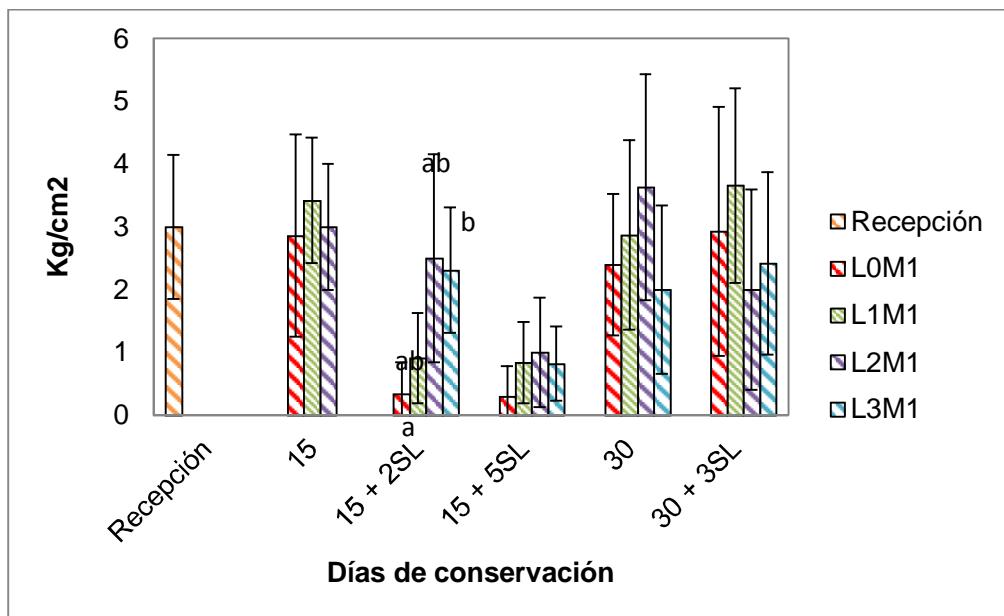
#### 4.2.7. FIRMEZA

El valor de la firmeza en paraguayos cv. Sweet Cab en la recepción para los dos grados de madurez, M0 y M1, fue de 3,6 y 3 (gráficas 61 y 62).

En el grado de madurez M0, no se observaron diferencias significativas salvo en el punto de análisis 15 + 2 SL donde el lote L3 presentó una firmeza significativamente superior (3,5 Kg/cm<sup>2</sup>) a la de resto de los lotes (L1 (0,9 Kg/cm<sup>2</sup>) y L2 (1,3 Kg/cm<sup>2</sup>)). También en el punto de análisis 15 + 5 SL, los lotes L2 (2,2 Kg/cm<sup>2</sup>) y L3 (2,7 Kg/cm<sup>2</sup>). Presentaron una firmeza superior a la del lote L1 (0,2 Kg/cm<sup>2</sup>) y a la del lote control L0 (0,6 Kg/cm<sup>2</sup>). El endurecimiento que se observa en los días finales de la conservación (30 y 30 + 3SL) corresponde al desarrollo de texturas anómalas, en concreto gomosas, que hacen que aumente la fuerza necesaria para penetrar el frutos. Resultados similares se observan en el grado de madurez M1, aunque en este caso únicamente en el punto de análisis 15 + 2SL los lotes tratados presentan una mayor firmeza que el control, siendo significativa sólo en el lote L3 debido a las grandes desviaciones estándar que presenta este parámetro.



**Gráfica 61.** Evolución de firmeza en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



**Gráfica 62.** Evolución de la firmeza en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.2.8. VITRESCENCIA

En la tabla 12 se recogen los datos de los síntomas por vitrescencia durante la conservación de los paraguayos cv. SweetCab en grado de madurez M0.

Tras 15 días de conservación en frío, aproximadamente el 90% de los frutos no presentaban vitrescencia. Tras el periodo de simulación de la comercialización el % de frutos con síntomas aumentó llegando a un 13% de frutos con vitrescencia severa y un 16% de frutos con vitrescencia extrema en el lote L2, lote con la mayor incidencia de esta fisiopatología en este punto de control. El % de frutos afectados aumenta tras 5 días a 20 °C y en ninguno de los lotes hay frutos libres de este desorden presentando grados de severidad entre muy ligeros y moderados pero nunca severos o extremos. Tras 30 días de conservación en frío el lote con menos frutos afectados es el L0 (90 % de los frutos libres de vitrescencia). De nuevo los periodos a 20 °C aumentan el % de frutos afectados y la severidad de la lesión alcanzando al 100% de los frutos tras 4 días de simulación de la comercialización siendo los lotes menos afectados el 0 y el 1.

**Tabla 12.** Evolución de la vitrescencia en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

Grado de severidad	Lotes			
	L0M0	L1M0	L2M0	L3M0
<b>15 días</b>	%	%	%	%
Ausencia	93	97	87	
Muy ligera	7	3	13	
Ligera				
Moderada				
Severa				
Extrema				
<b>15 días + 2SL</b>	%	%	%	%
Ausencia	76	76	57	77
Muy ligera	10	10	7	17
Ligera	7	8	7	
Moderada	7			3
Severa			13	3
Extrema			16	
<b>15 días + 5SL</b>	%	%	%	%
Ausencia	7	7	60	10
Muy ligera	90	80	7	73
Ligera	3	13	3	7
Moderada			20	10
Severa				
Extrema				

30 días	%	%	%	%
Ausencia	90	63	73	63
Muy ligera	10	33	27	23
Ligera		4		14
Moderada				
Severa				
Extrema				
30 días + 3SL	%	%	%	%
Ausencia	50	53		
Muy ligera	43	24	90	97
Ligera	7	23		3
Moderada			10	
Severa				
Extrema				
30 días + 4SL	%	%	%	%
Ausencia	83	83	80	70
Muy ligera			20	
Ligera				
Moderada	17	17		30
Severa				
Extrema				

En la tabla 10 se recogen los datos de los síntomas por vitrescencia durante la conservación de los paraguayos cv. SweetCab en grado de madurez M1.

Para el grado de madurez M1, al igual que en M0, aproximadamente el 90% de los frutos no presentaban vitrescencia en el punto de control 15 días. Sin embargo, sólo los lotes 1 y 2 superan el primer periodo de simulación de la comercialización.

**Tabla 13.** Evolución de la vitrescencia en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

Grado de severidad	Lotes			
	L0M1	L1M1	L2M1	L3M1
15 días	%	%	%	%
Ausencia	93	87	86	
Muy ligera	7	10	7	
Ligera		3	7	
Moderada				
Severa				
Extrema				
15 días + 2SL	%	%	%	%
Ausencia				7
Muy ligera	45	83	70	30
Ligera	35	10	30	53
Moderada	10	7		
Severa	10			7
Extrema				3

15 días + 5SL	%	%	%	%
Ausencia				
Muy ligera	23	70	83	10
Ligera	30			50
Moderada	33	30	13	6,5
Severa	7			26
Extrema	7		4	6,5
30 días	%	%	%	%
Ausencia	13	83	17	50
Muy ligera	53	13	70	43
Ligera	24		13	7
Moderada	10	4		
Severa				
Extrema				
30 días + 3SL	%	%	%	%
Ausencia		17	33	
Muy ligera		53	30	83
Ligera	83	13	27	
Moderada	13		10	17
Severa	4	10		
Extrema		7		
30 días + 4SL	%	%	%	%
Ausencia				
Muy ligera	73	3	13	63
Ligera		17	60	
Moderada	27	70	10	17
Severa		10	3	20
Extrema			14	

Como ocurrió con las platerinas, tampoco se detectó un efecto positivo del tratamiento con 1-MCP en la reducción de la vitrescencia en paraguayos

Por tanto, en función de la aparición y severidad de la vitrescencia la vida útil de estos frutos se establecería en:

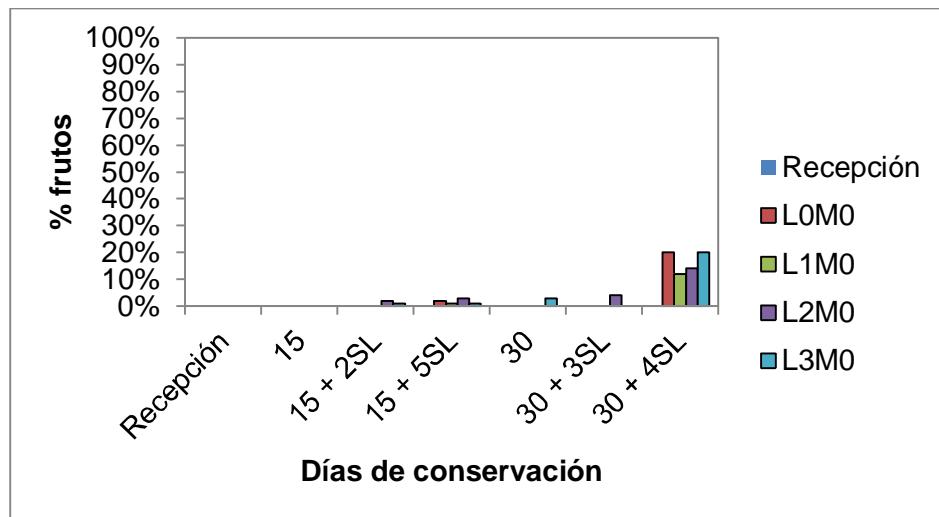
**Tabla 14.** Vida útil en función de la aparición de vitrescencia en paraguayos Sweet Cab tratados con 1-MCP.

Fruta	Grado de madurez	Tratamiento			
		L0: Sin tratamiento	L1: 3000 ppb (día 3)	L2: 1000 ppb (días 3, 5 y 15)	L3: 1000 ppb (días 3, 15 y 30)
Paraguayo Sweet Cab	0	30 + 3SL	30 + 3SL	15	15 + 2SL 30 + 3SL
	1	15	15 + 2SL	15 + 2SL	15

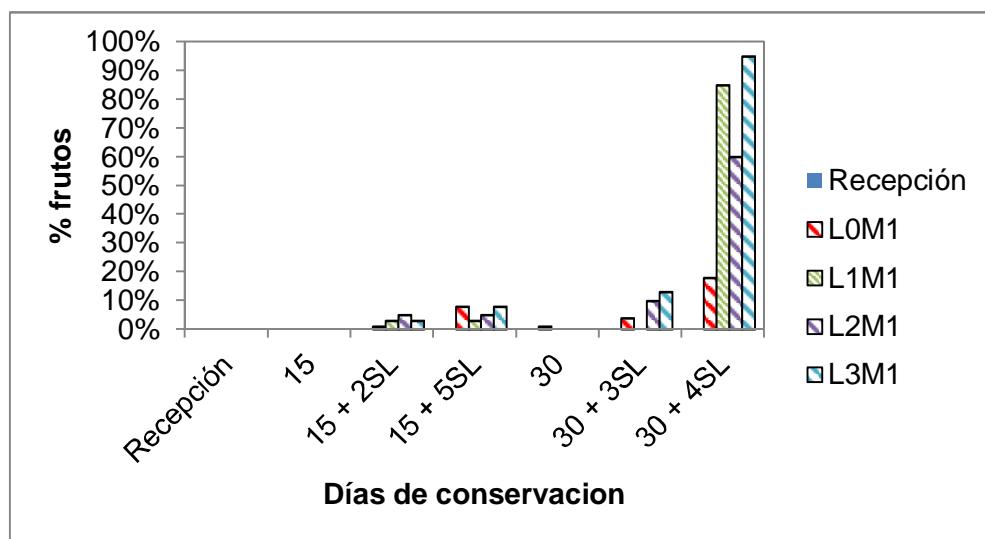
En el grado de madurez 0 tres de los lotes, excepto el 2, superan el mes de conservación en refrigeración. Sin embargo en el grado de madurez 1 sólo los lotes 1 y 2 superan el primer periodo de simulación de la comercialización tras 15 días en frío.

#### 4.2.9. PODREDUMBRES

En las gráficas 63 y 64 se presentan los datos de aparición de podredumbres durante la conservación de los paraguayos cv. SweetCab.



**Gráfica 63.** Evolución del % de frutos con podredumbre en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



**Gráfica 64.** Evolución del % de frutos con podredumbre en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

Tanto en el grado de madurez M0 como en M1, los primeros frutos con podredumbre aparecieron en el punto de control 15 + 2 SL. En el grado de madurez menor, M0, los porcentajes no superaron el 5% hasta el último punto de control (30 + 4 SL) con valores en torno a un 20 %. Sin embargo, en el grado M1 ya en el día 30 + 3 SL los lotes 2 y 3 superaron el 5% y al final de la conservación incluso alcanzaron porcentajes del 90%

Así, en función del criterio comercial de <5% de frutos afectados de podredumbre, la vida útil de los distintos lotes se establecería en:

**Tabla 15.** Vida útil en función de la aparición de podredumbres en paraguayos Sweet Cab tratados con 1-MCP.

Grado de madurez	Tratamiento			
	L0: Sin tratamiento	L1: 3000 ppb	L2: 1000 ppb (días 3, 5 y 15)	L3: 1000 ppb (días 3, 15 y 30)
0	30 + 3SL	30 + 3SL	30 + 3SL	30 + 3SL
1	15 + 2SL	30 + 3SL	15 + 5SL	15 + 2SL

Teniendo en cuenta estas dos últimas alteraciones, y a falta del análisis sensorial, la vida útil se establecería en:

**Tabla 16.** Vida útil en función de la aparición de vitescencia y podredumbres en paraguayos Sweet Cab tratados con 1-MCP.

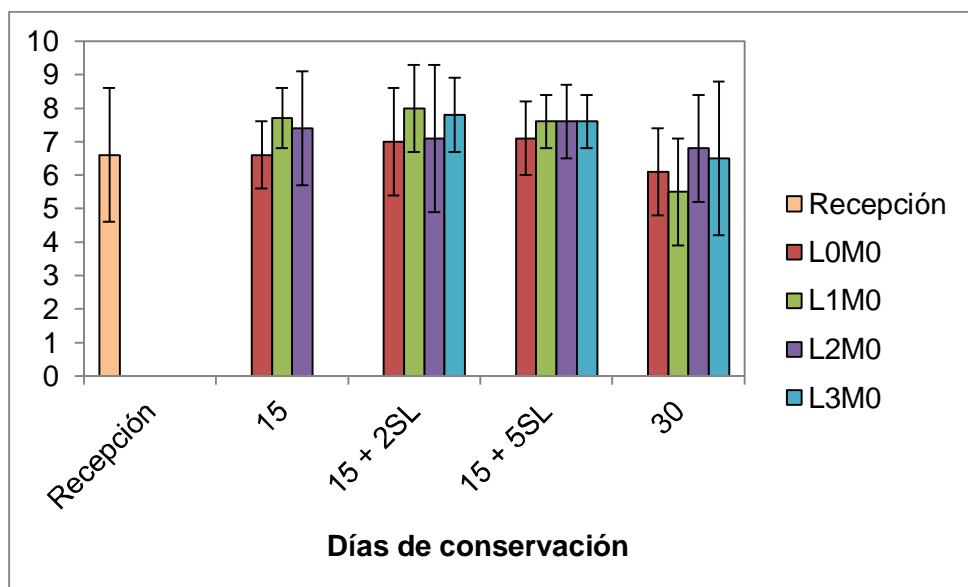
Fruta	Grado de madurez	Tratamiento			
		L0: Sin tratamiento	L1: 3000 ppb	L2: 1000 ppb (días 3, 5 y 15)	L3: 1000 ppb (días 3, 15 y 30)
Paraguayo Sweet Cab	0	30 + 3SL	30 + 3 SL	15	30 + 3SL
	1	15	15 + 2SL	15 + 2SL	15

#### 4.2.10. ANÁLISIS SENSORIAL

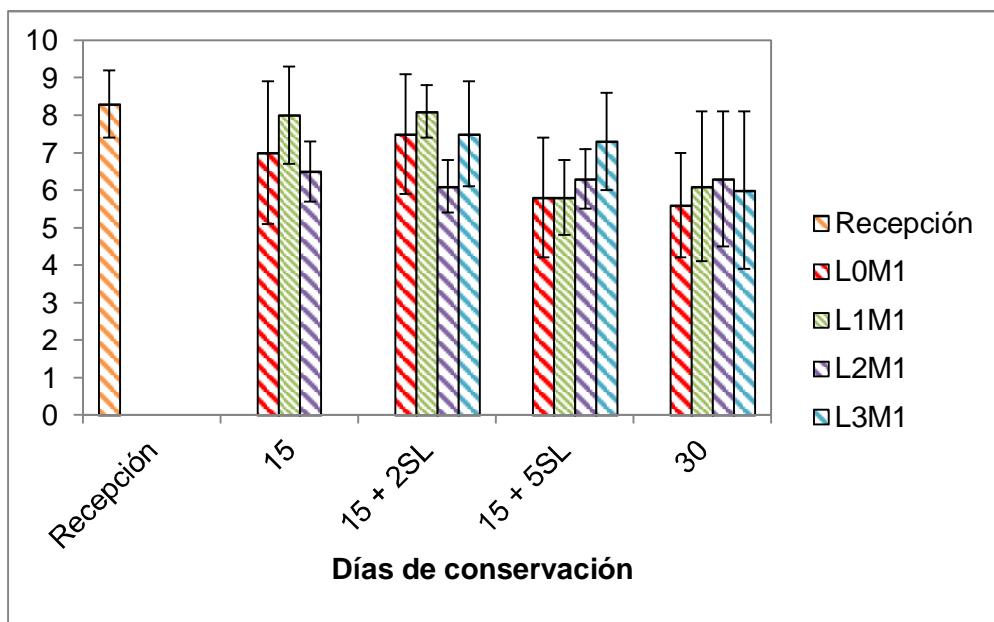
##### 4.2.10.1. Aspecto externo

Las puntuaciones medias que los catadores otorgaron al aspecto externo (0= muy malo y 10= muy bueno) de los paraguayos cv. Sweet Cab se recogen en las gráficas 65 y 66 para el grado de madurez M0 y M1, respectivamente. En la recepción el grado de madurez M1 obtuvo una puntuación de 8,3, superior en casi 2 puntos a la del grado de madurez M0 que recibió un 6,6, pudiendo ser debido a que el grado de madurez

M0 no estuviera maduro todavía. Durante la conservación del grado M0 esta puntuación aumenta hasta valores cercanos a 8 y disminuye a los 30 días en frío hasta puntuaciones similares a la recepción, llegando el lote L1 a 5,5. En el grado de madurez M1 las puntuaciones fueron disminuyendo ligeramente hasta llegar al 6 a los 30 días en frío, el lote L2 fue el que mejor conservó su aspecto externo al menos hasta el punto de control 15 + 2SL con valores ligeramente superiores a 8.



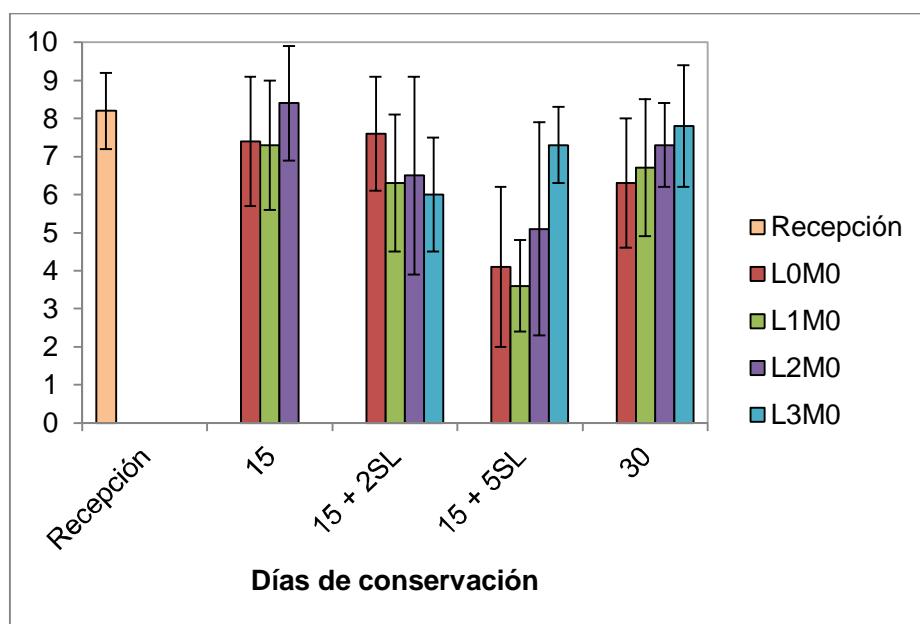
**Gráfica 65.** Evolución del aspecto externo en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



**Gráfica 66.** Evolución del aspecto externo en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

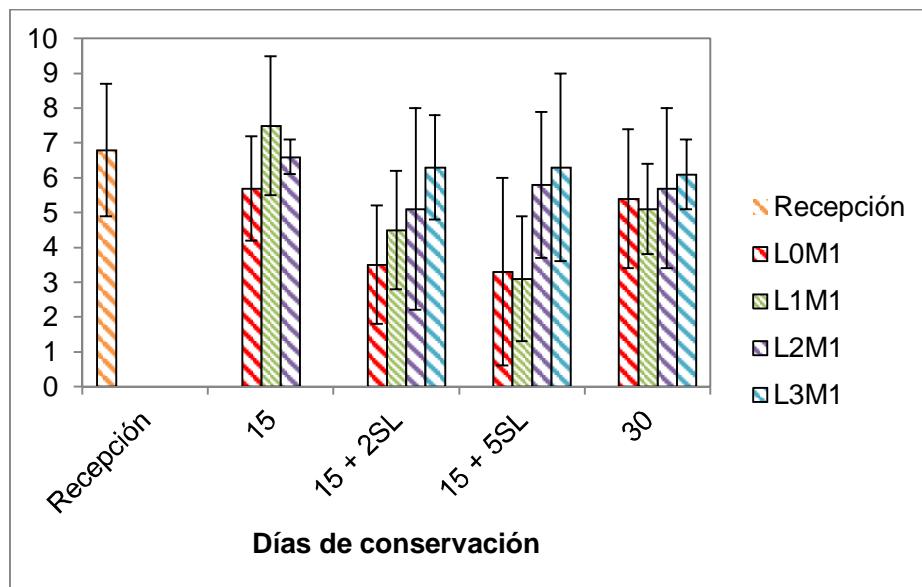
#### 4.2.10.2. Sensación al primer mordisco

Los resultados para la evaluación de la sensación al primer mordisco (0=blando, 10=duro), parámetro relacionado con la firmeza del fruto, de los paraguayos cv. Sweet Cab se recogen en las gráficas 67 y 68 para el grado de madurez M0 y M1, respectivamente. Las puntuaciones iniciales para el grado de madurez M0 y M1 fueron 8,2 y 6,8 respectivamente, lo cual confirma la mayor firmeza de M0 y el estado más maduro de M1. Para el grado de madurez M0 el valor de la firmeza fue disminuyendo en todos los lotes excepto en el lote L3 que a los 5 días de comercialización presentó una calificación de 7,3 llegando a 7,8 a los 30 días en frío. En el grado de madurez M1 las calificaciones fueron en general inferiores a M0 y disminuyendo conforme avanzó el proceso de maduración. Tanto en M0 como en M1 los lotes control y L1 fueron los lotes con mayor pérdida de firmeza, con valores entre 3 y 4 en el punto de análisis 15 + 5 SL mientras que el resto de los lotes recibió unas calificaciones medias entre 5 y 6.



**Gráfica 67.** Evolución de la sensación al primer mordisco en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas), L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

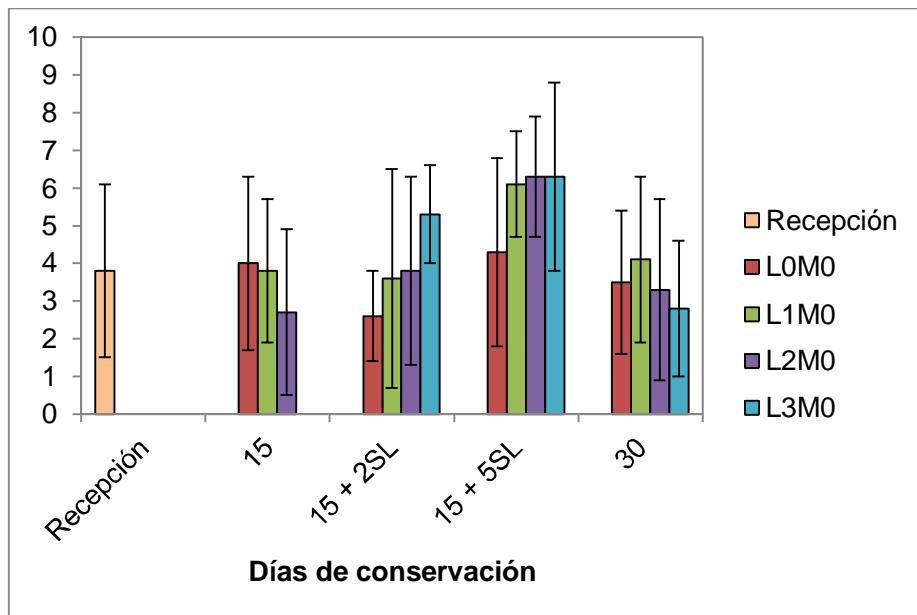
horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



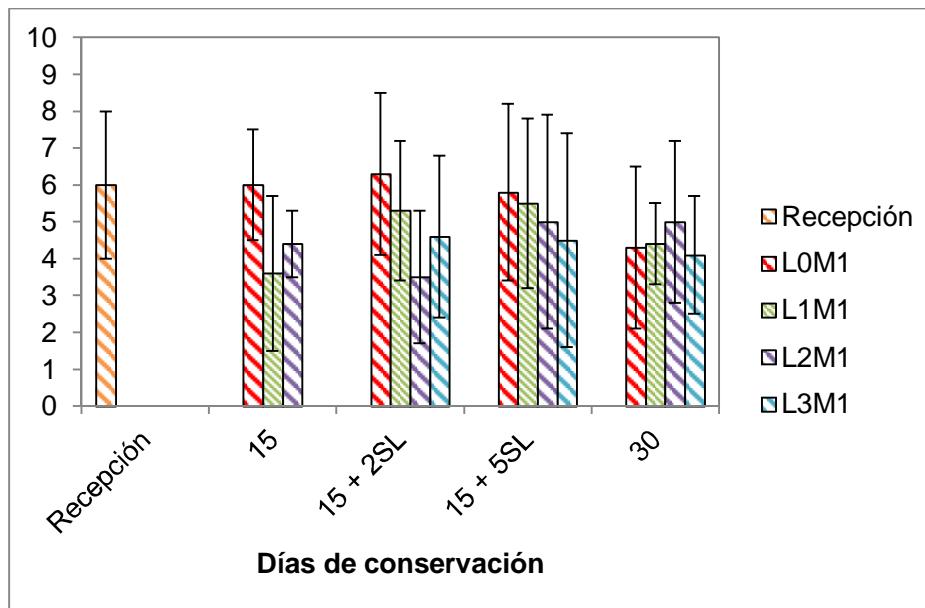
**Gráfica 68.** Evolución de la sensación al primer mordisco en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.2.10.3. Jugosidad

Los resultados de la valoración de la jugosidad (0= poco jugoso, 10= muy jugoso) de los paraguayos cv Sweet Cab se recogen en las gráficas 69 y 70 para el grado de madurez M0 y M1, respectivamente. Este parámetro evoluciona en sentido contrario a la firmeza ya que, en general, a menor firmeza más se percibe la jugosidad. Así, vemos como aumenta durante los periodos de simulación de la comercialización y como inmediatamente tras la conservación en frío los valores son casi siempre inferiores a 5, sobre todo en los lotes tratados y en el día 30.



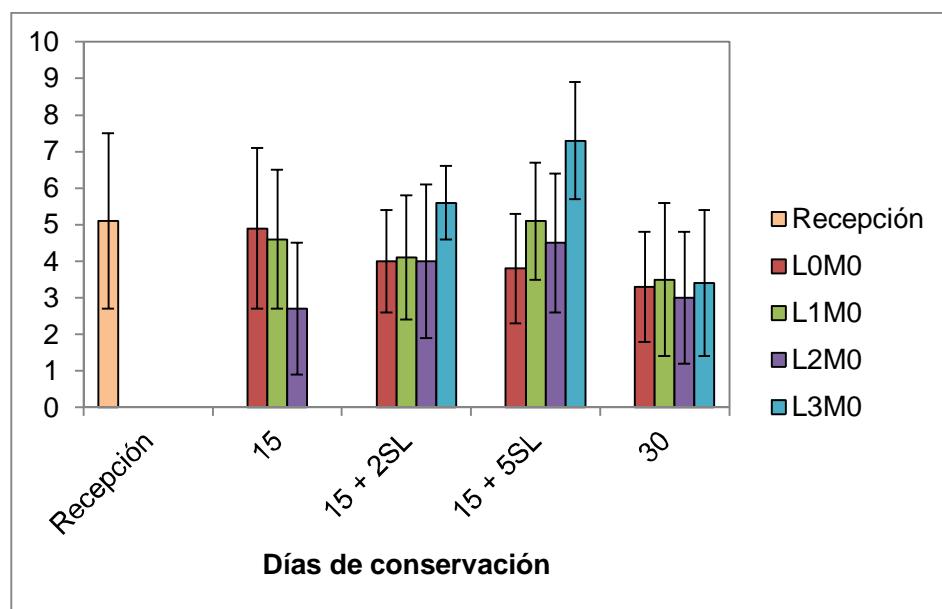
**Gráfica 69.** Evolución de la jugosidad en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



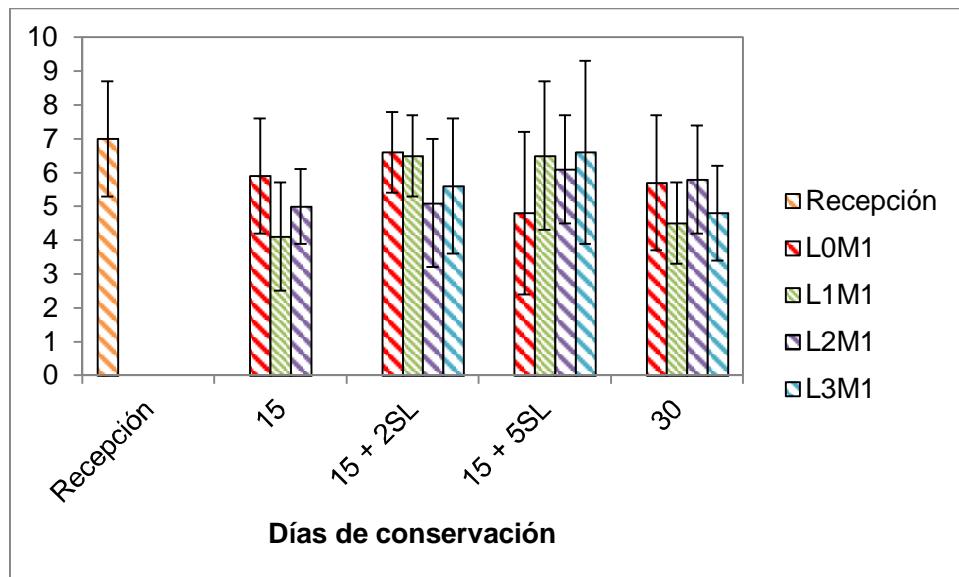
**Gráfica 70.** Evolución de la jugosidad en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.2.10.4. Intensidad del sabor característico

Los valores para la intensidad del sabor característico (0=poco a 10= mucho) de las paraguayos cv Sweet Cab se recogen en las gráficas 71 y 72 para el grado de madurez M0 y M1, respectivamente. Para el grado de madurez M0 la intensidad del sabor característico no sufrió variaciones significativas desde la recepción hasta la conservación en frío ni durante los períodos de simulación de la comercialización obteniendo puntuaciones entre 4 y 5, señalar que el lote L3 en el punto de análisis 15 + 5SL alcanzó una calificación de 7,3, por el contrario el lote L2 no llegó a superar el 4,4 y llegó a obtener una valoración de 2,7 a los 15 días de su conservación en frío. En el grado de madurez M1 tampoco se observaron variaciones significativas, aunque la calificaciones disminuyeron ligeramente desde la recepción (7) hasta valores entre 4,5 y 6,5 durante los períodos de simulación de la comercialización.



**Gráfica 71.** Evolución de la intensidad del sabor característico en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 ° C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

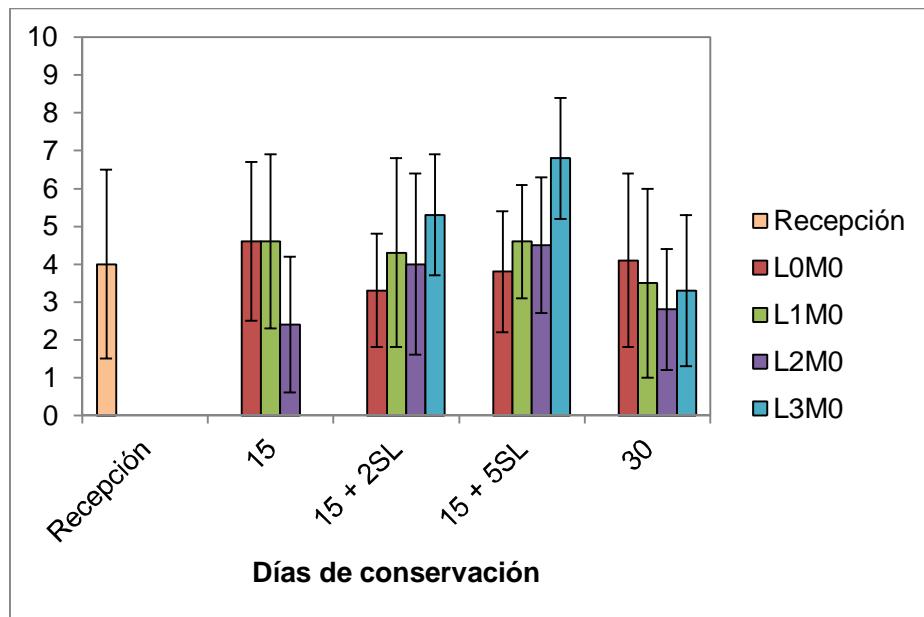


**Gráfica 72.** Evolución de la intensidad del sabor característico en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 ° C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

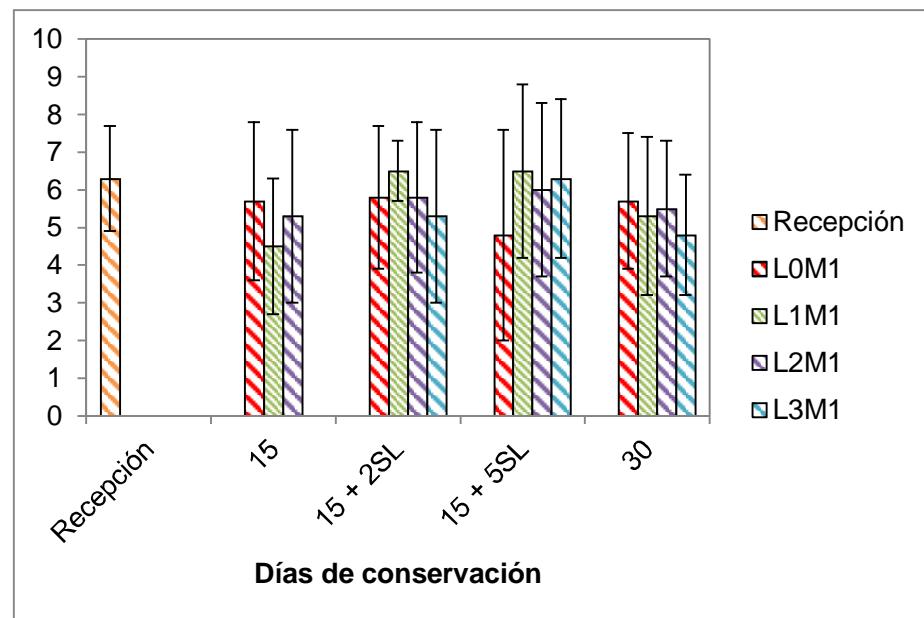
#### 4.2.10.5. Dulzor

Los valores para el dulzor (0=poco a 10= mucho) de los paraguayos cv Sweet Cab se recogen en las gráficas 73 y 74 para el grado de madurez M0 y M1, respectivamente.

En el grado de madurez M0 el dulzor inicial (4) aumenta ligeramente conforme avanza la conservación hasta valores aproximados a 5 excepto el lote L3 que en el punto de análisis 15 + 5SL llegó a 6,8. En el grado de madurez M1 los valores durante la conservación no sufren variaciones manteniéndose en torno a 6 (ni muy ácida ni muy dulce).



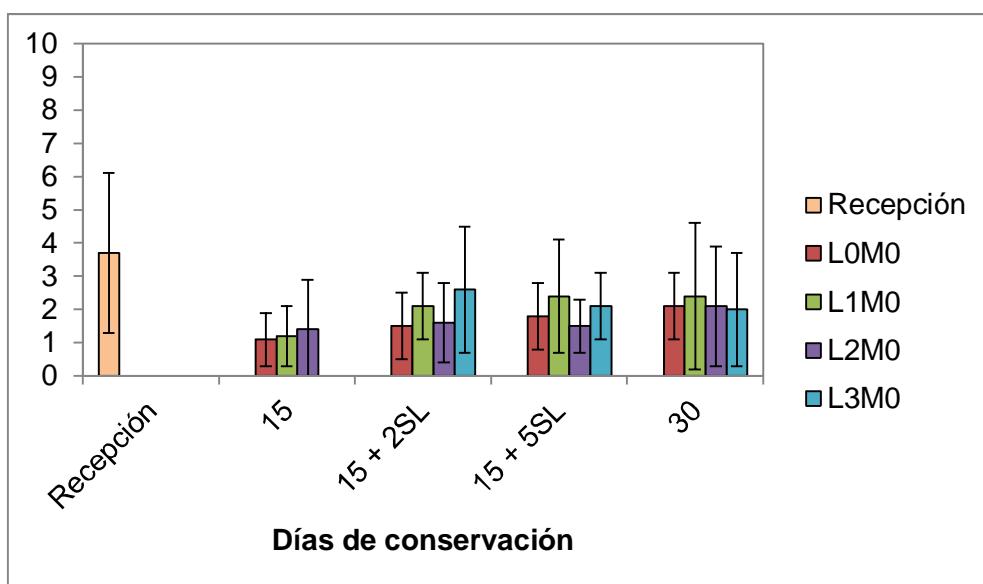
**Gráfica 73.** Evolución del dulzor en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



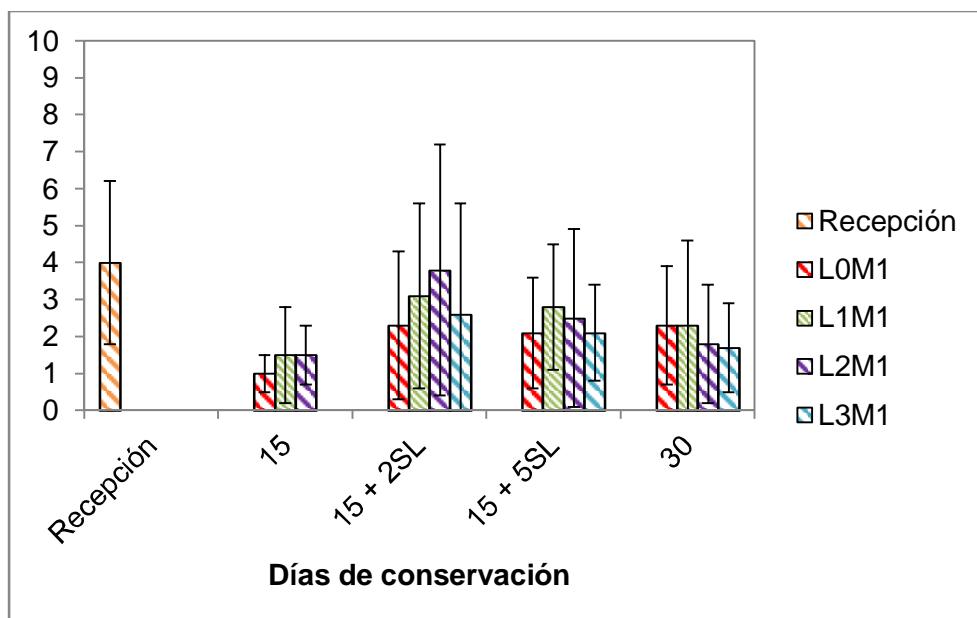
**Gráfica 74.** Evolución del dulzor en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.2.10.6. Acidez

Los valores para la acidez (0=poco a 10= mucho) de las paraguayos cv Sweet Cab se recogen en las gráficas 75 y 76 para el grado de madurez M0 y M1, respectivamente. Como se puede observar la acidez sensorial aumenta ligeramente durante los periodos de simulación de la comercialización estableciéndose en valores entre 2 y 3, valores bastante bajos que en ningún punto de análisis tanto en M0 como en M1 llegan a superar el 4, lo que nos puede indicar que se trata de una variedad e paraguayo poco ácida.



**Gráfica 75.** Evolución de la acidez en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



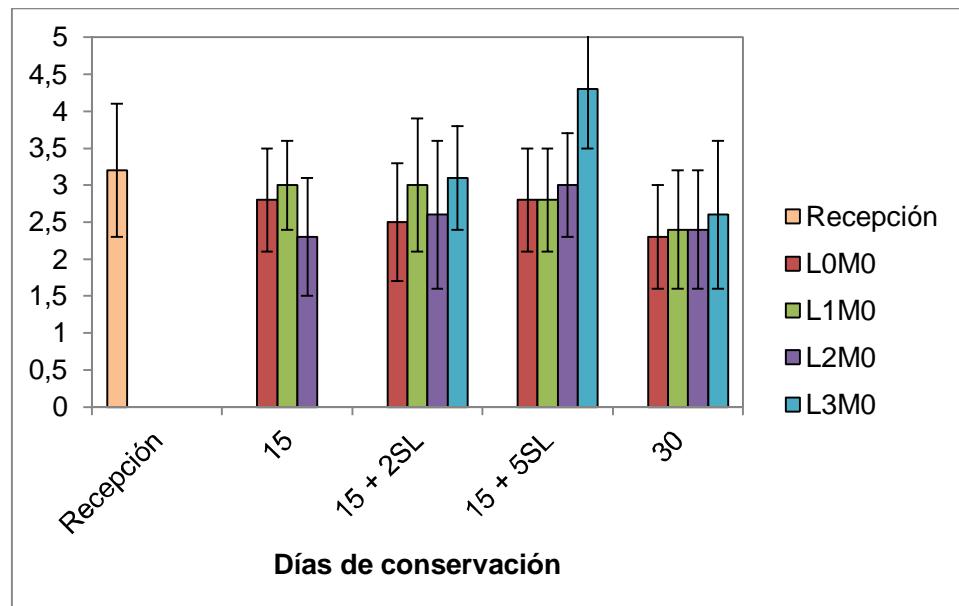
**Gráfica 76.** Evolución de la acidez en paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.2.10.7. Sabores extraños

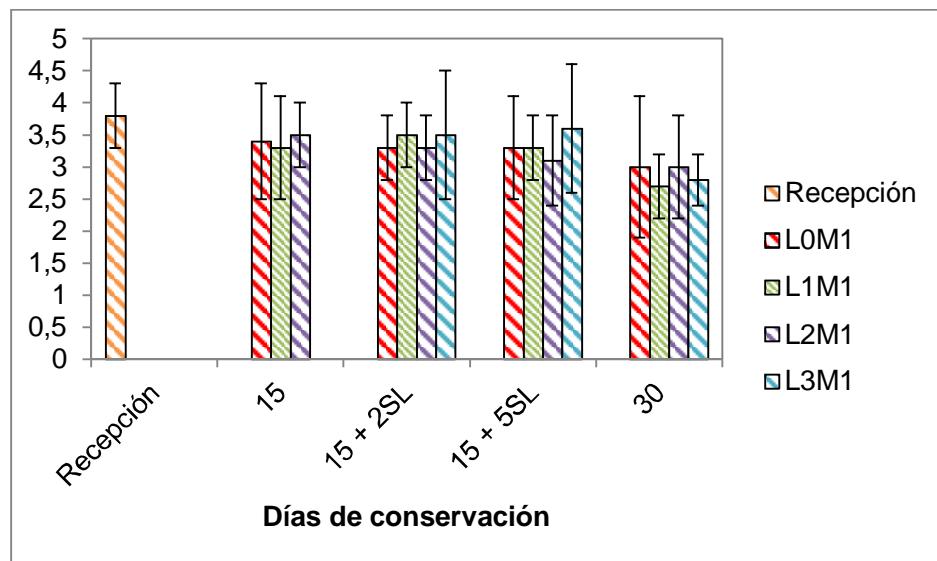
La presencia de sabores extraños siempre fue inferior a 2 y su presencia fue aleatoria por lo que no se representan gráficamente los datos obtenidos.

#### 4.2.10.8. Opinión global

Finalmente el análisis sensorial establece una opinión o valoración global del producto. Los valores de este parámetro, de muy mala (0) a excelente (5) para los paraguayos cv Sweet Cab se recogen en las gráficas 77 y 78 para el grado de madurez M0 y M1, respectivamente. Para el grado de madurez M0, los valores se mantienen con respecto al valor inicial sobre 3, excepto el lote L3 que en el punto de análisis 15 + 5SL recibió una calificación de 4,3 superior al resto de los lotes. En cuanto al grado de madurez M1 no se pueden establecer diferencias significativas, decir que valor inicial de 3,8 disminuye ligeramente durante la conservación especialmente a los 30 días de su conservación en frío con valores sobre 2,8-3.



**Gráfica 77.** Evolución de la opinión global sobre paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



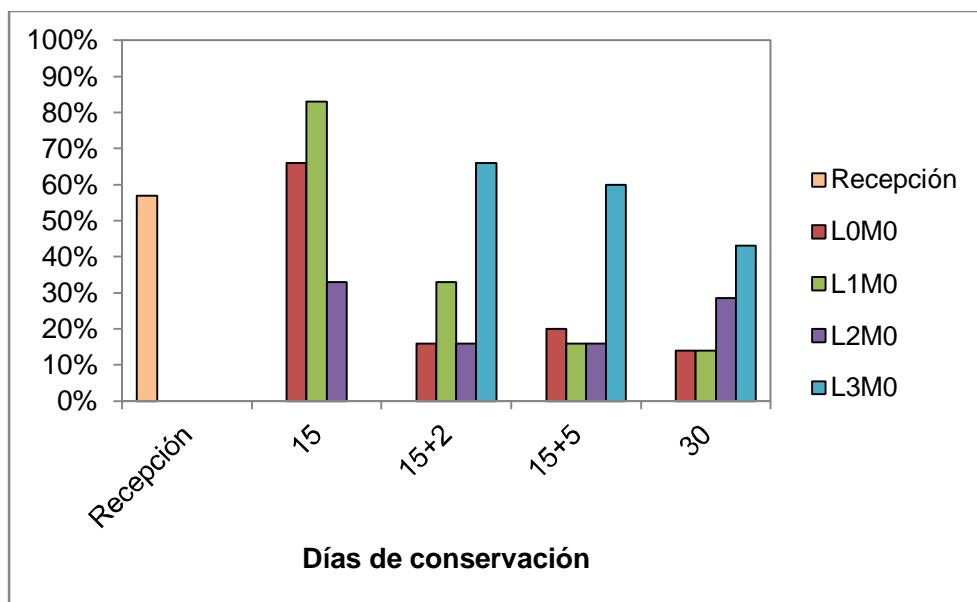
**Gráfica 78.** Evolución de la opinión global sobre paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

#### 4.2.10.9. Compra del producto

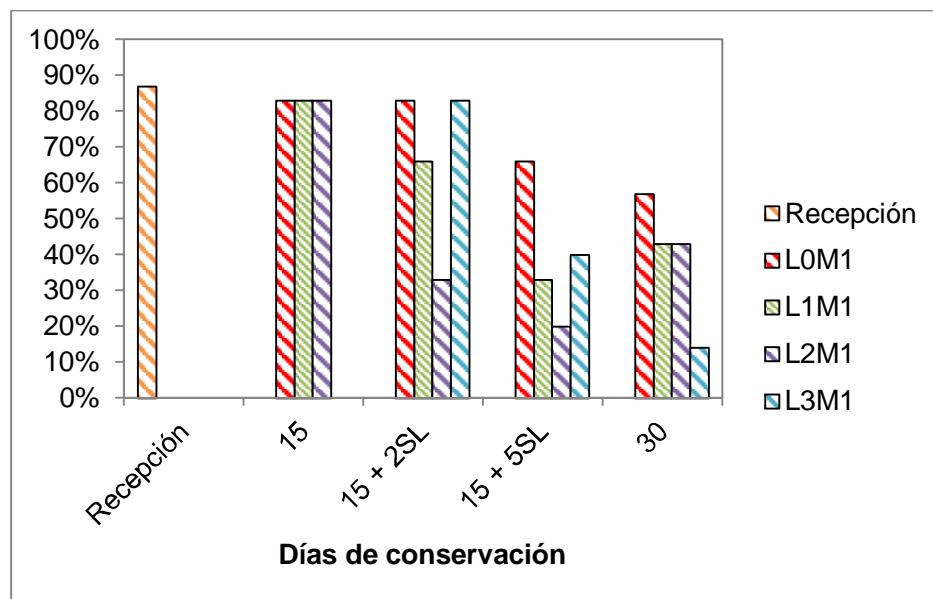
Finalmente el cuestionario para la valoración organoléptica del producto incluía la opción de compra del producto (sí o no) la cual resume finalmente si los frutos son aptos para su comercialización. En las gráficas 79 y 80 podemos observar los porcentajes obtenidos para el grado M0 y M1, respectivamente. Hay que tener en cuenta como se ha explicado antes para las platerinas que esta opción de compra no es realmente la que se produce en un supermercado ya que los catadores poseen más información que la que puede obtener un consumidor normal que sólo podrá valorar el aspecto externo. Por ello quizás sería más acertado definir este parámetro con la pregunta ¿volvería a comprar este producto?

En el grado de madurez M0, sólo el 57% de los catadores compraría el producto en el día 0 lo que indica, al igual que parámetros anteriores, una falta de madurez. Estos porcentajes fueron empeorando durante la conservación especialmente a partir del punto de análisis 15 + 2SL, hasta valores inferiores al 20%, solamente el lote L3 se mantuvo en un 60%. Señalar también que a los 15 días de conservación en frío el lote L1 fue el lote que recibió mayor % de votos para ser comprado con el 83%.

En el grado de madurez M1, el lote de recepción sería comprado por el 87% de los catadores, porcentajes que se mantienen hasta el punto de análisis 15 +2SL donde los lotes L1 y L2 comienzan a disminuir al igual que ocurre en el resto de los lotes en el próximo punto de análisis. Sorprendentemente el lote control recibió un % de votos igual o superior al resto de los lotes en todos los puntos control.



**Gráfica 79.** Evolución de la compra de paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M0, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M0 (sin tratamiento), L1M0 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M0 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).



**Gráfica 80.** Evolución de la compra de paraguayos cv. Sweet Cab en estado de madurez M1, conservadas a 0 °C y tras el periodo de simulación de la comercialización (2 SL: 2 días a 20°C y 5 SL: 5 días a 20 °C). Recepción: 1 día tras recolección. Tratamiento 1-MCP: L0M1 (sin tratamiento), L1M1 (3000 ppb en el día 3 a 0°C / 24 horas), L2M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 5 y 1000 ppb en el día 15 a 0°C / 24 horas) y L3M1 (1000 ppb en el día 3, 1000 ppb en el día 15 y 1000 ppb en el día 30 a 0°C / 24 horas).

## **5. DISCUSIÓN**

## 5. DISCUSIÓN

La producción de etileno durante la conservación frigorífica de paraguayos y platerinas es prácticamente nula (siempre menor a 10 nL/kg h) tanto en los frutos control como en los tratados con 1-MCP. Durante las simulaciones de la comercialización, cuando los frutos se conservan a temperatura ambiente se observa un aumento considerable en las concentraciones tanto en los lotes sin tratar como tratados y especialmente tras 5 días a 20 °C. Únicamente, en las simulaciones de la comercialización tras 15 días en frío, y para el caso de los paraguayos se observa una reducción significativa de etileno atribuible a los tratamientos con 1-MCP. Estos resultados coinciden con los obtenidos por V. Dal Cin et al. *Postharvest Biology and Technology* 42, (2006) 125-133 en melocotones donde tampoco detectaron un efecto significativo de los tratamientos con 1-MCP, a pesar también se ser un fruto climatérico.

Tampoco se puede establecer ningún beneficio derivado de los tratamientos con 1-MCP en la reducción de la velocidad de respiración, siendo incluso mayor en los lotes tratados.

El mantenimiento de la firmeza de los frutos es uno de los beneficios generales de los tratamientos con 1-MCP. En nuestro caso, la firmeza de las platerinas se mantiene durante la conservación en frío pero disminuye drásticamente durante los períodos a temperatura ambiente detectándose una mayor firmeza, aunque no significativa, en los lotes tratados y en el grado de madurez más avanzado. Este efecto también se observa en los paraguayos en ambos grados de madurez. En ensayos realizados tanto en melocotones como en nectarinas, el ablandamiento fue menor en aquellos frutos tratados con 1-MCP (Liguori et al., *Postharvest Biology and Technology* 31, 2004, 263-268) siendo la concentración óptima de 5000 ppb.

En nuestro caso al no reducirse la producción de etileno ni la respiración, no se vieron retrasados ninguno de los parámetros de maduración como la acidez, pH, sólidos solubles y color. En otros estudios (DeEll et al, 2008 1-MCP Modifies postharvest behavior of nectarines), la concentración de sólidos solubles fue menor en las nectarinas tratadas con 1000 ppb de 1-MCP y mantenidas 4 semanas a 0°C, en comparación con los frutos no tratados. El cambio de color de la piel del verde al amarillo también se retrasó en los frutos tratados y las nectarinas tratadas con 1-MCP produjeron menos CO<sub>2</sub> en comparación con la fruta no tratada

En ningún caso se observaron daños por frío después de 4 semanas de almacenamiento a 0°C. La vitrescencia de la pulpa, principal fisiopatía que afecta a los frutos de hueso durante su conservación, en especial a los melocotones, nectarinas,

paraguayos y platerinas no se vió reducida por la aplicación de 1-MCP. Tampoco se observó una reducción de podredumbres derivada de los tratamientos.

En otros estudios (Jin et al., 2011, *Journal of Food Science*, Vol 76, Nr.8, 485-491), melocotones tratados con 500 ppm de 1-MCP mostraron una disminución significativa de los daños por frío, especialmente del pardeamiento interno y de la harinosidad de la carne, manteniendo además una alta calidad sensorial de la fruta. También detectaron una reducción significativa de la actividad de las enzimas polifenoloxidasa (PPO) y peroxidasa (POX), manteniendo una alta actividad de enzimas antioxidantes y manteniendo el equilibrio de la poligalacturonasa (PG) / pectinmetilesterasa (PME). Estos autores atribuyen estos efectos beneficiosos, en especial el retraso en la aparición de daños por frío, a la capacidad para mejorar la actividad de las enzimas antioxidantes y para reducir el daño oxidativo del 1-MCP:

Múltiples han sido los estudios que en las dos últimas décadas se han realizado respecto al efecto del 1-MCP en los productos hortofrutícolas. En prácticamente todas las especies frutícolas de interés comercial se ha evaluado el efecto de este inhibidor de la maduración, siendo el fruto más estudiado la manzana, fruto climatérico por excelencia. Pero también se han realizado tratamientos con 1-MCP en aguacates, en los cuales se consiguió retrasar la producción de etileno, las tasas de producción de dióxido de carbono fueron generalmente más bajas, y el ablandamiento y el cambio de color de la piel se ralentizaron (Feng et al., 2000, 2004; Hofman et al., 2001; Jeong et al., 2002; Adkins et al., 2005; Hershkovitz et al., 2005; Woolf et al., 2005). También se observó que los daños por frío en la pulpa se redujeron no así los daños externos (Pesis et al., 2002; Woolf et al., 2005).

Otro fruto donde se ha estudiado ampliamente la influencia del 1-MCP en su proceso de maduración es la banana. La producción de etileno y las tasas de respiración fueron más bajas en frutos tratados que en los frutos sin tratar (Golding et al., 1998, 1999; Pathak et al., 2003; Pelayo et al., 2003; Lohani et al., 2004), el ablandamiento también fue inhibido (Jiang et al., 1999a,b; Macnish et al., 2000; Botrel et al., 2002; Pelayo et al., 2003; Lohani et al., 2004) y el cambio de color fue mucho más lento en los frutos tratados (Botrel et al., 2002). En peras tratadas con 1-MCP también se inhibió la producción de etileno y la velocidad de respiración y se retrasó el ablandamiento y la pérdida de color verde. Sin embargo, el contenido en sólidos solubles no fue afectado por el tratamiento (Argenta et al., 2003; Hiwasa et al., 2003; Kubo et al., 2003; Ekman et al., 2004; Larrigaudiere et al., 2004; Trinchero et al., 2004; Mwaniki et al., 2005).

También en **ciruelas** se ha conseguido retrasar la tasa de respiración y la producción de etileno (Abdi et al., 1998; Dong et al., 2001a, 2002; Martinez-Romero et al., 2003; Salvador et al., 2003; Valero et al., 2003, 2004), incluso en aquellos frutos recolectados en un estado de madurez muy cercano al climaterio (Salvador et al., 2003). El ablandamiento y el cambio de color de la piel se retrasaron (Dong et al., 2002; Martinez- Romero et al., 2003; Salvador et al., 2003; Valero et al., 2003, 2004; Menniti et al., 2004), y la pérdida de peso durante y después del almacenamiento disminuyó (Martinez-Romero et al., 2003; Valero et al., 2003).

En **tomates** la aplicación de 1-MCP también ha conseguido inhibir la producción de etileno y la tasa de respiración, ralentizar el cambio de color y la pérdida de firmeza y mantener la acidez. Sin embargo ni el contenido de sólidos solubles ni la pérdida de peso se ven afectadas (Moretti et al., 2002; Wills and Ku, 2002; Colelli et al., 2003; Krammes et al., 2003; Mir et al., 2004; Opiyo and Ying, 2005).

Estos son algunos ejemplos de los beneficios del 1-MCP para retrasar la maduración y prolongar así el tiempo de conservación y comercialización de los productos hortofrutícolas. En general, y aunque en algunos casos, los beneficios derivados del tratamiento no justifican su coste los efectos conseguidos son positivos.

Como se puede deducir de los resultados obtenidos en paraguayos y platerinas los tratamientos aplicados no han sido suficientes para retrasar la maduración de estos frutos siendo únicamente reseñable el efecto sobre el mantenimiento de la firmeza. A pesar de que las dosis y condiciones de aplicación de los tratamientos ensayados fue aconsejada por la empresa comercializadora, se deduce que ni siquiera el tratamiento de 3000 ppb en el día 0 es suficiente para inhibir el proceso madurativo por lo que sería conveniente aumentar esta dosis inicial.

## **6. CONCLUSIONES**

## 6. CONCLUSIONES

Como **conclusión general** podemos establecer que:

A pesar de su carácter climatérico ninguno de los tratamientos con 1-MCP aplicados en este estudio aumenta la vida útil de las platerinas 776 ni de los paraguayos Sweet Cab. Esta vida útil en general se establece en 15 días a 0 °C más un periodo de simulación de la comercialización de 2 y 5 días. Sería necesario realizar estudios para determinar la dosis óptima, la cual deberá ser mayor a 3000 ppb.

Y como conclusiones parciales que:

1. Los tratamientos con 1-MCP no reducen significativamente la producción de etileno en platerinas cv 778. En el caso de los paraguayos sí que se observa una menor producción de esta hormona pero este efecto sólo se mantiene durante los primeros 15 días de conservación y sus correspondientes periodos de simulación de la comercialización.
2. Respecto a la actividad respiratoria, se observa, en general, una mayor producción de dióxido de carbono y consumo de oxígeno en los lotes tratados con 1-MCP, en especial en el grado de madurez comercial y para ambas especies, paraguayos y platerinas.
3. No se ha observado ningún efecto derivado de los tratamientos con 1-MCP en la evolución de la acidez, del pH, de los sólidos solubles o del color.
4. Respecto a la firmeza sí que se observa que los lotes tratados presentan valores superiores, pero no han podido establecerse diferencias significativas debido a la amplia variabilidad detectada entre las muestras. En todos los casos la firmeza disminuye drásticamente durante los periodos de simulación de la comercialización en especial para las platerinas cv 778.
5. La principal alteración fisiológica que se presenta durante la conservación de platerinas y paraguayos es la vitrescencia de la pulpa. No se detecta un efecto beneficioso de los tratamientos con 1-MCP en la reducción de la aparición de esta fisiopatía. Tampoco se observa una disminución en el desarrollo de podredumbres en los lotes tratados con 1-MCP.
6. La aplicación de tratamientos con 1-MCP no afecta a la calidad sensorial de los frutos obteniendo resultados similares a los del lote control (sin tratamiento).

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

## 7. BIBLIOGRAFÍA

Anuario de Estadística Agraria. (2007). Diputación General de Aragón (DGA) Zaragoza. España. [www.aragon.es](http://www.aragon.es) Online

Ignasi, I; Producción, consumo e innovación varietal en el melocotón, Frutas y verduras reportaje gráfico, 25-31.

Control de las alteraciones post-cosecha del melocotón, Ruiz de Castro, A; Oria, R y Venturini. M.E; Grupo Consolidado “Alimentos de Origen Vegetal”. Universidad de Zaragoza. Zaragoza.

Abeles, A.L; Morgam, P.W; Salveit, M.E. (1992). “Ethylene in Plant Biology”. 15. 2a Ed. Academic Press, San Diego California.

Bart, M.M.; Zhou, C.; Mercier, M.; Payne, F.A. (1995). Ozone storage effects on anthocyanin content and fungal growth in blackberries. *J. Food Sci.* 60, 1268–1287.

Biale, J.B.; Young, R.E. (1981). Recent Advances in the Biochemistry of Fruits and Vegetables. Friend, J., Rhodes, M.J. Academic Press. London. UK.

Brady, C. J. (1993). Stone fruit. En Biochemistry of Fruit Ripening. Ed. Seymour G., Taylor J. y Tucker G. Chapman & Hall, London. UK.

Brecht, J.K.; Kader, A.A. (1984). Description and postharvest physiology of some slow-ripening nectarine genotypes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109, 869–872.

Brovelli, E.A.; Brecht, J.K.; Sherman, W.B.; SIMS, C.A. (1999). Nonmelting-flesh trait in peaches is not related to low ethylene production rates. *HortSci.* 34, 313–315.

Carbo, J.; Iglesias, I. (2003). Melocotonero: las variedades de más interés. Ed.: Institut de Recerca i Tecnología Agroalimentaries (IRTA). Barcelona, España.

Casals, C.; Teixido, N.; Viñas, I.; Llaurado, S.; USALL, J. (2010). Control of *Monilinia* spp. On stone fruit by curing treatments. Part I. The effect of temperature, exposure time and relative humidity on curing efficacy. *Postharvest Biol. Tecnol.* 56, 19–15.

Crisosto, C.H.; Mitcheoll, F.G.; Ju, Z. (1999). Susceptibility to chilling injury of peach, nectarine, and plum cultivars grown in California. *HortSci.* 34, 1116–1118.

Crisosto, C.H.; Slaughter, D.; Garner, D.; Boyd, J. (2001a). Stone fruit critical bruising thresholds. *J. Am. Pomol. Soc.* 55, 76–81.

Crisosto, C.H.; Gugliuzza, G.; Garner, D.; Palou, L. (2001b). Understanding the role of ethylene in peach cold storage life. *Acta Horticulturae* 553, 287–288.

- Crisosto, C.H.; Mitchell, F.G. (2002). Postharvest handling system: stone fruits. *Postharvest Technology of Horticultural Commodities*. Ed: Kader, A.A. University of California Press, California, USA. pp. 341–356.
- De Cal, A.; Gell, I.; Usall, J.; Viñas, I.; Melgarejo, P. (2009). First report of brown rot caused by *Monilinia fructicola* in peach orchards in Ebro Valley. *Spain Plant Dis.* 93, 763.
- Fallik, E., Tuvia-Alkalai, S.; Feng, X.; Lurie, S. 2001. Ripening characterisation and decay development of stored apples after a short pre-storage hot water rinsing and brushing. *Postharvest Biol. Technol.* 2, 127–132.
- Ferrer, A. (2002). Melocotón de Calanda. Caracterización y aplicación de tecnologías post-cosecha. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza. Facultad de Veterinaria. 30–260.
- Gonzalez-Aguilar, G.A.; Cruz, R.; Báez, R. (1999). Storage quality of bell peppers pretreated with hot water and polyethylene packaging. *J. Food Quality* 22, 287–299.
- Horvath, M.; Blitzky, T.; Huttner, J. (1985). Fields of utilization of ozone. En *Ozone*. Ed. R.J.H. Clark, pp. 257–316. Elsevier Science Publishing Co. Inc., New York.
- Kader, A.A. (1992). Atmósferas modificadas durante el transporte y almacenamiento de frutas y hortalizas frescas. *Alimentación Equipos y Tecnología*, 94–101.
- KUPRIANOFF, J. (1953). The use of ozone in cold storage of fruits. *Z. Kältetechnik* 10, 1–9.
- Larena, I.; Torres, R.; De Cal, A.; Liñán, M.; Melgarejo, P.; Domenichini, P.; Bellini, A.; Mandrin, J.F.; Lichou, J.; Ochoa de Eribe, X.; Usall, J. (2005). Biological control of postharvest brown rot (*Monilinia* spp.) of peaches by field applications of *Epicoccum nigrum*. *Biol. Control* 32, 305–310.
- Lichou, J.; Mandrin, J.F.; Breniaux, D.; Mercier, V.; Giauque, P.; Desbrus, D.; Blanc, P.; Belluau, E. (2002). Une nouvelle moniliose. *Phytoma* 547, 22–25
- Lill, R.E.; O'Donoghue, E.M.; King, G.A. (1989). Postharvest physiology of peaches and nectarines. *Hort. Rev.* 11, 423–452.
- Lurie, S. (1998). Postharvest heat treatments of horticultural crops. *Hort. Rev.* 22, 91–121.
- Lurie, S.; Crisosto, C.H. (2005). Chilling injury in peach and nectarine. *Postharvest Biol. Technol.* 37, 195–208.

- Lurie, S.; Zhou, H.W.; Lers, A.; Sonego, L.; Alexandrov, S.; Shomer, I. (2003). Study of pectin esterase and changes in pectin methylation during normal and abnormal peach ripening. *Physiol. Plantarum* 119, 287–294.
- Luschsinger, L.E. (1996). Quantification of peach fruit maturity, chilling injury and changes in cell wall composition during storage. PhD Diss. University of Maryland. Estados Unidos.
- Luza, J.G.; Vangorsel, R.; Polito, V.S.; Kader, A.A. (1992). Chilling injury in peaches. A cytochemical and ultrastructural cell–wall study. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 1, 114–118.
- Manganaris, G.A., Vicente, A.R., Crisosto, C.H., Labavitch, J.M. (2008). Cell wall modifications in chilling–injured plum fruit (*Prunus salicina*). *Postharvest Biol. Technol.* 48, 77–83.
- Margosan, D.A.; Smilanick, J.L.; Simmons, G.F.; Henson, J. (1997). Combination of hot water and ethanol to control postharvest decay of peaches and nectarines. *Plant Dis.* 81, 1405–1409.
- Marm, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2009). Frutales no cítricos. En Anuario de Estadística Agraria. Ed. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid (España).
- Mitchell, F.G.; Mayer, G.; Beede, R.H. (1977). Studies of various factors affecting postharvest performance of shipping stone fruits. Department of Pomology. University of California, Davis. EEUU. 25–53.
- Mitchell, F. G.; Mayer, G.; Arpaia, M. L. (1979). Maintaining stones fruit quality after harvest. Final report. Dept. of Pomology. Univ. of California. Davis. Estados Unidos.
- Mitchell, F.G.; Kader A.A. (1989). Factors affecting deterioration rate. En Peaches, plums and nectarines– growing and handling for fresh market. Publ. 331. Univ. Of California. DANR. Ed. J.H. La Rue y R.S. Johnson. Oakland. Estados Unidos: 165–178.
- Morris, L.L. (1982). Chilling injury of horticultural crops: an overview. *HortSci.* 17, 161–162.
- Ogundiwin, E. A.; Peace, C.P.; Gradziel, T.M.; Dandekar, A.M.; Bliss, F.A.; Crisosto, C.H. (2007). Molecular genetic dissection of chilling injury in peach fruit. *Acta Horticulturae* 738, 633–638.

- Palacio, A.; Cambra, M.; Lozano, C. (2009). La mancha bacteriana de los frutales de hueso y del almendro. Informaciones Técnicas. Ed: Dirección General de Alimentación (Gobierno de Aragón). Zaragoza, España. Pag. 1–4
- Palou, L.; Smilanick, J.L.; Usall, J.; Viñas, I. (2001). Control of postharvest blue and green molds of oranges by hot water, sodium carbonate and sodium bicarbonate. *Plant Dis.* 85, 371–376.
- Palou, L., Crisosto, C.; Smilanick, J.; Adaskaveg, J.; Zoffoli, J. (2002). Effects of ozone exposure on decay development and physiological responses of peaches and table grapes in cold storage. *Postharvest Biol. Technol.* 24, 39–48.
- Sarig, P.; Zahavi , T.; Zutkhi, Y.; Yannai , S.; Lisker, N.; Ben–Arie, R. (1996). Ozone for control of post–harvest decay of table grapes caused by *Rhizopus stolonifer*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 48, 403–415.
- Sommer, N.F.; Fortlage , R.J.; Buckley, P.M.; Maxie, E.C. (1967). Radiation–heat synergism for inactivation of market disease fungi of stone fruits. *Phytopathology* 57, 428–433.
- Spotts, R.A., Cervantes , L.A. (1992). Effect of ozonated water on postharvest pathogens of pear in laboratory and packinghouse tests. *Plant Dis.* 76, 256–259.
- Stevens, C.; Wilson, C. L.; Lua, J. Y.; Khana, V. A.; Chalutz, E.; Drobys, S.; Kabwea, M. K.; Haunga, Z.; Adeyeye, O.; Pusey, L. P.; Wisniewski, M. E.; Weste, M. (1996). Plant hormesis induced by ultraviolet light–C for controlling postharvest diseases of tree fruits. *Crop Prot.* 15, 129–134.
- Tonutti, P.; Bonghi, C.; Ramina, A. (1996). Fruit firmness and ethylene biosynthesis in three cultivars of peach. *J. Hort. Sci.* 71, 141–147.
- Zhou, H.–W.; Lurie, S.; Lers, A.; Khatchitski, A.; Sonego, L.; Ben Arie, R. (2000). Delayed storage and controlled atmosphere storage of nectarines: two strategies to prevent woolliness. *Postharvest Biol. Technol.* 18, 133–141.
- Zhou, T.; Shiying X.; Sun, D.; Wand Z. (2002). Effects of heat treatment on postharvest quality of peaches. *J. Food Eng.* 54, 17–22.