



Universidad de León
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

Influencia del ambiente y la técnica de conservación
sobre la calidad del pimiento asado del Bierzo

Influence of environment and storage technique on the
quality of Bierzo roasted pepper

TESIS DOCTORAL

Memoria presentada para optar al grado de Doctor Ingeniero Agrónomo

Presenta:

Ricardo Magdaleno Barrientos

Directores:

Dr. Pedro Antonio Casquero Luelmo

Dr. Marcos Guerra Sánchez

Ponferrada (León), 2011

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no sería posible sin la ayuda de muchas personas que colaboraron conmigo a lo largo de este proceso y a las que les quiero mostrar mi sincero agradecimiento:

A los doctores D. Pedro A. Casquero Luelmo y D. Marcos Guerra Sánchez, por la inestimable ayuda que me han prestado en la dirección de este trabajo, así como por haberme proporcionado el apoyo necesario para llevarlo a cabo.

A la Universidad de León por su colaboración y aportación económica realizada, necesarias para ayudar en el proceso de investigación de este trabajo.

Al Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León (ITACYL) y en especial al Dr. Miguel A. Sanz Calvo en todo lo relacionado con las catas de análisis sensorial.

Al Consejo Regulador de la IGP “Pimiento Asado del Bierzo” y en especial a su director técnico D. Jaime Roberto Fuertes por el aporte de información y su colaboración en la gestión de la localización de la industria y campos de ensayo.

A la empresa “Castro Picón, SLL” (D. Santiago Enríquez Fernández) de Cacabelos, por la cesión de parte de sus instalaciones y el trabajo de sus operarios para realizar las pruebas de asado del pimiento.

A la Escuela de Capacitación Agraria de Almazcara y a los cultivadores D. Aquilino Guerra Mallo y D. Javier Escuredo Alonso, por proporcionar las fincas donde se obtuvieron las muestras de pimiento y realizar los trabajos necesarios.

A todas aquellas personas que con su apoyo y colaboración me han hecho más llevadero este trabajo.

A Isabel, por infundirme ánimo y mostrar comprensión y apoyo a lo largo de este tiempo.

A Adrián y Paula, que me dieron fuerza para completar este trabajo, a pesar de las horas que no he podido dedicarles.

ÍNDICE

<u>ÍNDICE DE TABLAS</u> -----	5
<u>ÍNDICE DE FIGURAS</u> -----	14
<u>RESUMEN</u> -----	17
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> -----	21
1.1. IMPORTANCIA DEL PIMIENTO -----	23
1.1.1. Importancia a nivel mundial -----	23
1.1.2. Importancia en la Unión Europea -----	24
1.1.3. Importancia en España -----	26
1.1.4. Situación del cultivo en la provincia de León -----	30
1.2. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DEL PIMIENTO -----	33
1.3. ORIGEN Y DISEMINACIÓN DEL CULTIVO -----	35
1.4. VARIEDADES Y USOS DEL PIMIENTO -----	36
1.4.1. Variedades -----	36
1.4.2. Usos del pimiento -----	38
<i>1.4.2.1. Principales características y tipos varietales de pimientos destinados al asado</i> -----	39
<i>1.4.2.2. Marcas de calidad en España de productos obtenidos a partir del pimiento</i> -----	41
1.5. CALIDAD Y VALOR NUTRICIONAL DEL FRUTO FRESCO -----	45
1.6. RECOLECCIÓN DEL PIMIENTO -----	48
1.7. POSTCOSECHA DEL PIMIENTO -----	51
1.7.1. Conservación de hortalizas -----	51
1.7.2. Técnicas de conservación del pimiento -----	55

1.7.3.	Influencia del suelo en la calidad del fruto -----	58
1.7.4.	Componentes de calidad del pimiento-----	60
1.7.5.	Alteraciones: fisiopatías y enfermedades -----	62
1.7.5.1.	<i>Fisiopatías</i> -----	62
1.7.5.2.	<i>Enfermedades</i> -----	64
1.8.	PROCESADO DEL PIMIENTO ASADO EN EL BIERZO -----	67
1.9.	ANÁLISIS SENSORIAL -----	70
1.9.1.	Concepto de análisis sensorial-----	70
1.9.2.	Usos del análisis sensorial-----	71
1.9.3.	Herramientas del análisis sensorial -----	72
1.9.4.	Análisis sensorial de productos vegetales u hortalizas -----	72
1.9.5.	Análisis sensorial de pimiento asado-----	73
2.	<u>OBJETIVOS</u> -----	77
3.	<u>MATERIAL Y MÉTODOS</u> -----	81
3.1.	MATERIAL-----	83
3.1.1.	Material vegetal-----	83
3.1.2.	Material de campo-----	83
3.1.3.	Material de conservación -----	86
3.1.4.	Material de laboratorio-----	87
3.1.5.	Material de asado industrial-----	91
3.1.6.	Material de análisis sensorial-----	93
3.2.	MÉTODOS -----	94
3.2.1.	Diseño experimental -----	94
3.2.2.	Preparación de muestras y conservación -----	94

3.2.3. Metodología del análisis instrumental en laboratorio	95
3.2.4. Método de asado	97
3.2.5. Método de análisis sensorial	100
3.2.6. Análisis de suelos	105
3.2.7. Análisis estadístico	105
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	107
4.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS	109
4.2. CARACTERES DEL PIMIENTO FRESCO AL FINAL DE LA CONSERVACIÓN	110
4.2.1. Caracteres instrumentales de pimiento fresco	110
4.2.1.1. Pérdida de peso del fruto	117
4.2.1.2. Peso del pimiento fresco	121
4.2.1.3. Podredumbre del fruto	122
4.2.1.4. Parámetro de color L^* del fruto	126
4.2.1.5. Parámetro de color a^* del fruto	129
4.2.1.6. Sólidos solubles totales del fruto	132
4.2.1.7. pH del fruto	135
4.2.1.8. Acidez del fruto	138
4.2.1.9. Textura interna del fruto	140
4.2.1.10. Textura externa del fruto	143
4.3. PARÁMETROS DEL PIMIENTO ASADO	145
4.3.1. Parámetros del procesado del pimiento asado	145
4.3.1.1. Pelado del pimiento asado	149
4.3.1.2. Rendimiento al asado	153
4.3.1.3. Rendimiento al asado tras la conservación	155

4.3.2. Caracteres de calidad sensorial -----	159
<i>4.3.2.1. Caracteres de calidad sensorial entre técnicas de conservación</i> -----	168
4.3.2.1.1. Color -----	174
4.3.2.1.2. Uniformidad -----	174
4.3.2.1.3. Grosor -----	175
4.3.2.1.4. Superficie -----	176
4.3.2.1.5. Quemado -----	176
4.3.2.1.6. Cantidad de caldo -----	177
4.3.2.1.7. Calidad de caldo -----	177
4.3.2.1.8. Semillas -----	178
4.3.2.1.9. Dureza -----	179
4.3.2.1.10. Cohesividad -----	179
4.3.2.1.11. Amargo -----	180
4.3.2.1.12. Picante -----	180
4.3.2.1.13. Humo -----	181
<i>4.3.2.2. Caracteres de calidad sensorial entre ambientes</i> -----	181
4.3.2.2.1. Grosor -----	184
4.3.2.2.2. Superficie -----	184
4.3.2.2.3. Color y uniformidad -----	184
4.3.2.2.4. Calidad de caldo y semillas -----	185
4.3.2.2.5. Otros -----	185
<i>4.3.2.3. Calidad global</i> -----	186
5. <u>CONCLUSIONES</u> -----	189
6. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> -----	193

ÍNDICE DE TABLAS

1. Introducción

Tabla 1.1. Superficies y producciones mundiales de pimiento por países en el año 2008 (FAOSTAT, 2011)-----	23
Tabla 1.2. Superficie y producciones de pimiento por provincias en 2008 (MARM, 2009) -----	28
Tabla 1.3. Superficie y producciones históricas de pimiento con IGP “Pimiento Asado del Bierzo” (CRPAB, 2011) -----	32
Tabla 1.4. Clasificación de cultivares de fruto grande y dulce (Pochard, 1966) -----	37

2. Objetivos

3. Material y métodos

Tabla 3.1. Características geográficas de los municipios donde se localizan las fincas experimentales (CRPAB, 2011) -----	83
Tabla 3.2. Resultados del análisis de suelo de Almazcara en 2008 (LTI Universidad de León, 2008)-----	84
Tabla 3.3. Resultados del análisis de suelo de Magaz en 2008 (LTI Universidad de León, 2008)-----	84
Tabla 3.4. Resultados del análisis de suelo de Almazcara en 2009 (LTI Universidad de León, 2009)-----	85
Tabla 3.5. Resultados del análisis de suelo de Cabañas en 2009 (LTI Universidad de León, 2009)-----	85

4. Resultados y discusión

Tabla 4.1.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2008 -----	110
Tabla 4.1.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2008 -----	111
Tabla 4.2.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008 -----	111
Tabla 4.2.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008 -----	112

Tabla 4.3.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008 -----	112
Tabla 4.3.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008 -----	113
Tabla 4.4.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2009-----	114
Tabla 4.4.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2009-----	114
Tabla 4.5.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009-----	115
Tabla 4.5.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009-----	115
Tabla 4.6.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Cabañas en el año 2009 -----	116
Tabla 4.6.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Cabañas en el año 2009 -----	116
Tabla 4.7. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pérdida de peso del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2008-----	117
Tabla 4.8. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pérdida de peso del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008-----	117
Tabla 4.9. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pérdida de peso del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008 -----	118
Tabla 4.10. Comparación de medias entre ambientes para pérdida de peso del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008 -----	118
Tabla 4.11. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pérdida de peso del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2009-----	118
Tabla 4.12. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pérdida de peso del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009-----	118
Tabla 4.13. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pérdida de peso del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Cabañas en el año 2009 -----	119
Tabla 4.14. Comparación de medias entre ambientes para pérdida de peso del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009 -----	119
Tabla 4.15. Comparación de medias entre ambientes para peso medio en fresco del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008-----	121
Tabla 4.16. Comparación de medias entre ambientes para peso medio en fresco del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009-----	121

Tabla 4.17. Comparación de medias entre técnicas de conservación para podredumbre del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2008 -----	122
Tabla 4.18. Comparación de medias entre técnicas de conservación para podredumbre del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008 -----	122
Tabla 4.19. Comparación de medias entre técnicas de conservación para podredumbre del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008 -----	122
Tabla 4.20. Comparación de medias entre ambientes para podredumbre del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008-----	123
Tabla 4.21. Comparación de medias entre técnicas de conservación para podredumbre del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2009 -----	123
Tabla 4.22. Comparación de medias entre técnicas de conservación para podredumbre del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009 -----	123
Tabla 4.23. Comparación de medias entre técnicas de conservación para podredumbre del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Cabañas en el año 2009 -----	123
Tabla 4.24. Comparación de medias entre ambientes para podredumbre del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009-----	123
Tabla 4.25. Comparación de medias entre técnicas de conservación para el parámetro de color L* del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2008 -----	126
Tabla 4.26. Comparación de medias entre técnicas de conservación para el parámetro de color L* del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008-----	126
Tabla 4.27. Comparación de medias entre técnicas de conservación para parámetro de color L* del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008 -----	126
Tabla 4.28. Comparación de medias entre ambientes para parámetro de color L* del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008 -----	127
Tabla 4.29. Comparación de medias entre técnicas de conservación para el parámetro de color L* del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2009 -----	127
Tabla 4.30. Comparación de medias entre técnicas de conservación para el parámetro de color L* del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009-----	127
Tabla 4.31. Comparación de medias entre técnicas de conservación para parámetro de color L* del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Cabañas en el año 2009 -----	127
Tabla 4.32. Comparación de medias entre ambientes para parámetro de color L* del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009 -----	127
Tabla 4.33. Comparación de medias entre técnicas de conservación para parámetro de color a* del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2008 -----	129
Tabla 4.34. Comparación de medias entre técnicas de conservación para parámetro de color a* del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008 -----	129

Tabla 4.35. Comparación de medias entre técnicas de conservación para parámetro de color a* del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008 -----	129
Tabla 4.36. Comparación de medias entre ambientes para parámetro de color a* del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008-----	130
Tabla 4.37. Comparación de medias entre técnicas de conservación para el parámetro de color a* del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2009 -----	130
Tabla 4.38. Comparación de medias entre técnicas de conservación para el parámetro de color a* del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009 -----	130
Tabla 4.39. Comparación de medias entre técnicas de conservación para parámetro de color a* del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Cabañas en el año 2009 -----	130
Tabla 4.40. Comparación de medias entre ambientes para parámetro de color a* del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009-----	130
Tabla 4.41. Comparación de medias entre técnicas de conservación para sólidos solubles totales del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2008-----	132
Tabla 4.42. Comparación de medias entre técnicas de conservación para sólidos solubles totales del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008-----	133
Tabla 4.43. Comparación de medias entre técnicas de conservación para sólidos solubles totales del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008 -----	133
Tabla 4.44. Comparación de medias entre ambientes para sólidos solubles totales del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008-----	133
Tabla 4.45. Comparación de medias entre técnicas de conservación para sólidos solubles totales del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2009-----	133
Tabla 4.46. Comparación de medias entre técnicas de conservación para sólidos solubles totales del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009-----	134
Tabla 4.47. Comparación de medias entre técnicas de conservación para sólidos solubles totales del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Cabañas en el año 2009 -----	134
Tabla 4.48. Comparación de medias entre ambientes para sólidos solubles totales del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009-----	134
Tabla 4.49. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pH del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2008 -----	135
Tabla 4.50. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pH del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008 -----	135
Tabla 4.51. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pH del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008-----	136
Tabla 4.52. Comparación de medias entre ambientes para pH del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008-----	136

Tabla 4.53. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pH del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2009-----	136
Tabla 4.54. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pH del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009 -----	136
Tabla 4.55. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pH del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009 -----	136
Tabla 4.56. Comparación de medias entre ambientes para pH del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009-----	137
Tabla 4.57. Comparación de medias entre técnicas de conservación para acidez del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2008-----	138
Tabla 4.58. Comparación de medias entre técnicas de conservación para acidez del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008 -----	138
Tabla 4.59. Comparación de medias entre técnicas de conservación para acidez del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008 -----	139
Tabla 4.60. Comparación de medias entre ambientes para acidez del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008-----	139
Tabla 4.61. Comparación de medias entre técnicas de conservación para acidez del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2009-----	139
Tabla 4.62. Comparación de medias entre técnicas de conservación para acidez del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009 -----	139
Tabla 4.63. Comparación de medias entre técnicas de conservación para acidez del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009 -----	139
Tabla 4.64. Comparación de medias entre ambientes para acidez del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009-----	140
Tabla 4.65. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura interna del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2008 -----	140
Tabla 4.66. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura interna del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008 -----	141
Tabla 4.67. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura interna del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008 -----	141
Tabla 4.68. Comparación de medias entre ambientes para textura interna del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008-----	141
Tabla 4.69. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura interna del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2009 -----	141
Tabla 4.70. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura interna del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009 -----	141

Tabla 4.71. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura interna del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Cabañas en el año 2009 -----	142
Tabla 4.72. Comparación de medias entre ambientes para textura interna del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009 -----	142
Tabla 4.73. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura externa del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2008-----	143
Tabla 4.74. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura externa del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008-----	143
Tabla 4.75. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura externa del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008 -----	143
Tabla 4.76. Comparación de medias entre ambientes para textura externa del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008 -----	143
Tabla 4.77. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura externa del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2009-----	144
Tabla 4.78. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura externa del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009-----	144
Tabla 4.79. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura externa del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Cabañas en el año 2009 -----	144
Tabla 4.80. Comparación de medias entre ambientes para textura externa del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009 -----	144
Tabla 4.81. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los parámetros del procesado del pimiento asado en el ambiente Almazcara en el año 2008 -----	146
Tabla 4.82. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los parámetros del procesado del pimiento asado en el ambiente Magaz en el año 2008 -----	146
Tabla 4.83. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los parámetros del procesado del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008 -----	147
Tabla 4.84. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los parámetros del procesado del pimiento asado en el ambiente Almazcara en el año 2009 -----	148
Tabla 4.85. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los parámetros del procesado del pimiento asado en el ambiente Cabañas en el año 2009 -----	148
Tabla 4.86. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los parámetros del procesado del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Cabañas en el año 2009 -----	149
Tabla 4.87. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pelado del pimiento asado en el ambiente Almazcara en el año 2008 -----	150

Tabla 4.88. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pelado del pimiento asado en el ambiente Magaz en el año 2008 -----	150
Tabla 4.89. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pelado del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008-----	150
Tabla 4.90. Comparación de medias entre ambientes para pelado del pimiento asado en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008 -----	151
Tabla 4.91. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pelado del pimiento asado en el ambiente Almazcara en el año 2009 -----	151
Tabla 4.92. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pelado del pimiento asado en el ambiente Cabañas en el año 2009 -----	151
Tabla 4.93. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pelado del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Cabañas en el año 2009-----	151
Tabla 4.94. Comparación de medias entre ambientes para pelado del pimiento asado en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009-----	152
Tabla 4.95. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado en el ambiente Almazcara en el año 2008-----	153
Tabla 4.96. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado en el ambiente Magaz en el año 2008 -----	153
Tabla 4.97. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008 -----	153
Tabla 4.98. Comparación de medias entre ambientes para rendimiento al asado en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008-----	153
Tabla 4.99. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado en el ambiente Almazcara en el año 2009-----	154
Tabla 4.100. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado en el ambiente Cabañas en el año 2009-----	154
Tabla 4.101. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Cabañas en el año 2009 -----	154
Tabla 4.102. Comparación de medias entre ambientes para rendimiento al asado en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009-----	154
Tabla 4.103. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado tras la conservación en el ambiente Almazcara en el año 2008 -----	156
Tabla 4.104. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado tras la conservación en el ambiente Magaz en el año 2008 -----	156

Tabla 4.105. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado tras la conservación en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008 -----	156
Tabla 4.106. Comparación de medias entre ambientes para rendimiento al asado tras la conservación en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008-----	156
Tabla 4.107. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado tras la conservación en el ambiente Almázcara en el año 2009 -----	157
Tabla 4.108. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado tras la conservación en el ambiente Cabañas en el año 2009 -----	157
Tabla 4.109. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado tras la conservación en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009 -----	157
Tabla 4.110. Comparación de medias entre ambientes para rendimiento al asado tras la conservación en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009-----	157
Tabla 4.111.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Almázcara en el año 2008 -----	159
Tabla 4.111.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Almázcara en el año 2008 -----	159
Tabla 4.111.c. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Almázcara en el año 2008 -----	160
Tabla 4.112.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Magaz en el año 2008-----	160
Tabla 4.112.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Magaz en el año 2008-----	161
Tabla 4.112.c. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Magaz en el año 2008-----	161
Tabla 4.113.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008 -----	162
Tabla 4.113.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008-----	162
Tabla 4.113.c. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008 -----	163

Tabla 4.114.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Almázcara en el año 2009 -----	164
Tabla 4.114.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Almázcara en el año 2009 -----	164
Tabla 4.114.c. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Almázcara en el año 2009 -----	164
Tabla 4.115.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Cabañas en el año 2009 -----	165
Tabla 4.115.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Cabañas en el año 2009 -----	165
Tabla 4.115.c. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Cabañas en el año 2009 -----	166
Tabla 4.116.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009 -----	166
Tabla 4.116.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009 -----	167
Tabla 4.116.c. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009 -----	167
Tabla 4.117. Análisis de varianza entre técnicas de conservación para calidad global del pimiento asado en el combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008-----	186
Tabla 4.118. Comparación de medias entre técnicas de conservación para calidad global del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008-----	186
Tabla 4.119. Comparación de medias entre ambientes para calidad global del pimiento asado en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008 -----	186
Tabla 4.120. Análisis de varianza entre técnicas de conservación para calidad global del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009-----	187
Tabla 4.121. Comparación de medias entre técnicas de conservación para calidad global del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009-----	187
Tabla 4.122. Comparación de medias entre ambientes para calidad global del pimiento asado en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009 -----	187

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Introducción

Figura 1.1. Producciones de pimienta por países en la Unión Europea en el año 2008 (miles de t) (FAOSTAT, 2011) -----	24
Figura 1.2. Superficie cultivada de pimienta por países en la Unión Europea en el año 2008 (miles de ha) (FAOSTAT, 2011)-----	25
Figura 1.3. Superficie (ha) de hortalizas en España en 2008 (Anuario de Estadística Agroalimentaria del MARM, 2009)-----	26
Figura 1.4. Producción (miles de toneladas) de hortalizas en España en 2008 (MARM, 2009)-----	27
Figura 1.5. Evolución histórica de la superficie (miles de hectáreas) del pimienta en España (MARM, 2009) -----	29
Figura 1.6. Evolución histórica de la producción (miles de toneladas) de pimienta en España (MARM, 2009) -----	29

2. Objetivos

3. Material y métodos

Figura 3.1. Armario de refrigeración (Fuente propia, 2009)-----	86
Figura 3.2. Balanza digital (Fuente propia, 2009)-----	87
Figura 3.3. Refractómetro de mesa (Fuente propia, 2009)-----	88
Figura 3.4. Colorímetro (Fuente propia, 2009) -----	89
Figura 3.5. Bureta, fenolftaleína y NaOH (Fuente propia, 2009)-----	90
Figura 3.6. pH-metro (Fuente propia, 2009) -----	90
Figura 3.7. Texturómetro (Fuente propia, 2009) -----	91
Figura 3.8. Plancha metálica de asado (Fuente propia, 2009) -----	92
Figura 3.9. Autoclave eléctrico (Fuente propia, 2009) -----	93
Figura 3.10. Submuestras de frutos destinados al asado (Fuente propia, 2008)-----	95
Figura 3.11. Pimientos asados (Fuente propia, 2009) -----	97
Figura 3.12. Proceso de pelado a mano en la industria (Fuente propia, 2009) -----	98
Figura 3.13. Envase de vidrio para el llenado de los pimientos pelados (Fuente propia, 2009) -----	98
Figura 3.14. Ficha de cata del CRPAB (2011) -----	103
Figura 3.15. Hoja de caracterización de cata del CRPAB (2011)-----	104

4. Resultados y discusión

Figura 4.1. Comparación de medias entre técnicas de conservación para caracteres sensoriales de pimiento asado en el ambiente Almázcara en el año 2008 -----	168
Figura 4.2. Comparación de medias entre técnicas de conservación para caracteres sensoriales de pimiento asado en el ambiente Magaz en el año 2008 -----	169
Figura 4.3. Comparación de medias entre técnicas de conservación para caracteres sensoriales de pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008-----	170
Figura 4.4. Comparación de medias entre técnicas de conservación para caracteres sensoriales de pimiento asado en el ambiente Almázcara en el año 2009 -----	171
Figura 4.5. Comparación de medias entre técnicas de conservación para caracteres sensoriales de pimiento asado en el ambiente Cabañas en el año 2009 -----	172
Figura 4.6. Comparación de medias entre técnicas de conservación para caracteres sensoriales de pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009-----	173
Figura 4.7. Comparación de medias entre ambientes para caracteres sensoriales de pimiento asado en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008-----	182
Figura 4.8. Comparación de medias entre ambientes para caracteres sensoriales de pimiento asado en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009-----	183

RESUMEN

La calidad del pimiento (*Capsicum annuum* L.) producido en El Bierzo se basa tanto en las características edafológicas y climáticas idóneas de esta comarca como en el método utilizado para la elaboración de sus conservas, basado en el asado en planchas calentadas utilizando leña y en la realización del pelado y limpieza de los frutos transformados de modo manual sin el empleo de agua.

Los trabajos de selección realizados desde el año 1997 por el Departamento de Ingeniería Agraria (en la actualidad Departamento de Ingeniería y Ciencias Agrarias) de la Universidad de León han contribuido a que el pimiento asado obtuviese el reconocimiento Europeo de la Indicación Geográfica Protegida “Pimiento Asado del Bierzo”.

El objetivo de este trabajo ha sido analizar la influencia del ambiente y las condiciones de conservación, sobre parámetros instrumentales, de asado y sensoriales que influyen en la calidad del pimiento asado del Bierzo.

Cada uno de los años del estudio (2008 y 2009) se trabajó con material vegetal cultivado en dos ambientes diferentes situados en la comarca de El Bierzo. Los frutos se conservaron a temperatura ambiente (18°C) o mediante refrigeración (8°C) durante diferentes períodos de tiempo (a 18°C durante períodos de 1, 5 y 10 días; y a 8°C durante 10 y 20 días) y se determinó la calidad instrumental de los frutos (peso, pérdida de peso, podredumbre, color, sólidos solubles totales, pH, acidez y textura), tanto en cosecha como durante las diferentes fases de conservación. Además, se analizó la calidad del pimiento asado mediante parámetros de asado (rendimientos al asado y facilidad de pelado de los frutos) y parámetros de calidad sensorial (color, uniformidad, grosor, superficie, quemado, cantidad y calidad de caldo, semillas, dureza, cohesividad, amargo, picante y humo). Por último, las muestras de pimiento asado fueron calificadas mediante una fórmula de calidad global.

La mayor parte de los parámetros instrumentales del pimiento fresco se vieron influidos por las condiciones de conservación, de forma que la prolongación del tiempo de conservación intensificó el color rojo del pimiento fresco y redujo la textura externa. La refrigeración redujo las pérdidas de peso y el porcentaje de podredumbre no aumentó significativamente cuando el período de conservación no superó los 10 días. El rendimiento del producto transformado tras la conservación (asado-crudo) fue mayor cuanto mayores fueron el tiempo de almacenamiento y la temperatura. Los descriptores sensoriales que permitieron establecer diferencias entre técnicas de conservación los dos años fueron color, grosor, superficie, semillas, cohesividad y picante.

Los parámetros instrumentales del pimiento fresco (peso medio, color, textura interna, pH, incidencia de podredumbre y pérdida de peso) se vieron influidos por el ambiente de cultivo. El suelo con mayor contenido de calcio permitió obtener frutos con menores porcentajes de pérdida de peso y podredumbre durante el almacenamiento. Los únicos descriptores sensoriales del pimiento asado afectados durante los dos años por el ambiente fueron el grosor y la superficie.

La calidad global mostró más relación con el estado de madurez de los frutos en la recolección que con el nivel de nutrientes en el suelo, y obtuvo una calificación de “excelente” tras un período de conservación de 10 días a 18°C resultando útil no solamente para ampliar el tiempo de procesamiento del pimiento asado en las industrias, sino también para influir de forma positiva en la calidad sensorial del producto transformado.

ABSTRACT

The quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown in “El Bierzo” is based on both, climate and soil characteristics of the region, and on the method used for its processing, which consists of a wood-fuelled steel sheet hob to roast the peppers, and peeling and manually cleaning of the processed fruit without using water.

The selection process carried out since 1997 by the Department of Agrarian Engineering and Science of the University of León has contributed to obtain the European recognition of Protected Geographical Indication “Pimiento Asado del Bierzo”.

The aim of this work was to analyze the influence of the environment and the storage conditions, on instrumental roasting and sensory parameters, all of them with influence on the quality of the Bierzo roasted pepper.

Both years of the study (2008 and 2009) plant material grown in two different environments inside the Bierzo region was used. The fruit was kept under both room temperature (18°C) and cooling temperature (8°C) during storage (at 18°C during 1, 5 and 10 days; and at 8°C during 10 and 20 days) and the instrumental quality of fruit (weight, weight loss, rot incidence, colour, total soluble solids content, pH, acidity and texture), at harvest as well as during storage, was determined. Moreover, quality of roasted pepper in terms of roasting parameters (roast yield and peeling faculty of the fruit) and sensory quality parameters (colour, uniformity, thickness, skin surface, charred remains, juice amount, juice quality, seeds, hardness, cohesiveness, bitterness, spiciness and smokiness) was analyzed. Finally, the samples of roasted pepper were evaluated by means of an overall quality equation.

Most of the instrumental parameters of fresh pepper were influenced by storage conditions, so as storage time increased red colour of the fresh pepper was intensified and its external texture was reduced. The cooling temperature reduced weight loss, and rot

incidence did not increase significantly during the first 10 days of storage. Roast yield was higher when both storage period and temperature were increased. Sensory descriptors colour, thickness, skin surface, seeds, cohesiveness and spiciness allow to establish differences between storage techniques both years.

Instrumental parameters of fresh pepper (weight, colour, internal texture, pH, rot incidence and weight loss) were influenced by the environment. Fruit from pepper plants grown in the soil with a higher level of calcium had lower weight loss and rot incidence during storage. Only sensory descriptors of roasted pepper thickness and skin surface were affected by the environment both years.

Overall quality was more related with fruit maturity at harvest than with the level of the soil nutrients. Overall quality obtained an “excellent” mark after a storage time of 10 days at 18°C. This storage time was useful not only to prolong the processing time of roasted pepper in the industries, but also to influence positively the sensory quality of the processed product.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. IMPORTANCIA DEL PIMIENTO

1.1.1. Importancia a nivel mundial

El cultivo del pimiento se ha hecho universal, estando presente en la práctica totalidad de las zonas templadas y cálidas del mundo (Nuez *et al.*, 1996).

La producción mundial de pimiento en el año 2008 fue de 28,5 millones de toneladas. En cuanto a la distribución continental del cultivo, el continente con una mayor producción en 2008 fue Asia, destacando China, Indonesia y Japón. El segundo continente fue Europa sobresaliendo España y le siguieron: Países Bajos, Italia y Rumanía. A continuación, se situó América, destacando México y EE.UU. y por último África con Nigeria, Egipto y Ghana en cabeza.

Tabla 1.1. Superficies y producciones mundiales de pimiento por países en el año 2008 (FAOSTAT, 2011)

País	Producción (t)	Superficie (ha)
China	14.274.178	652.296
México	2.054.968	132.337
Turquía	1.796.177	88.000
Indonesia	1.092.115	202.712
España	992.200	18.861
EE.UU	909.810	30.720
Nigeria	725.000	93.000
Egipto	703.408	42.405

En la tabla 1.1 se observan los países más importantes en cuanto a producción de pimiento a nivel mundial, destacando China sobre el resto, tanto a nivel de producción, con aproximadamente un 50% sobre el total de producción mundial de pimiento así como de superficie cultivada, con un 34,7% del total. También se observa que España ocupó el quinto lugar, con aproximadamente el 3,5% de la producción mundial de pimiento.

1.1.2. Importancia en la Unión Europea

Los países que destacan en mayor medida en cuanto a la producción de pimienta dentro de las fronteras de la Unión Europea son: España, Países Bajos, Italia, Rumania, Hungría, Grecia y Bulgaria.

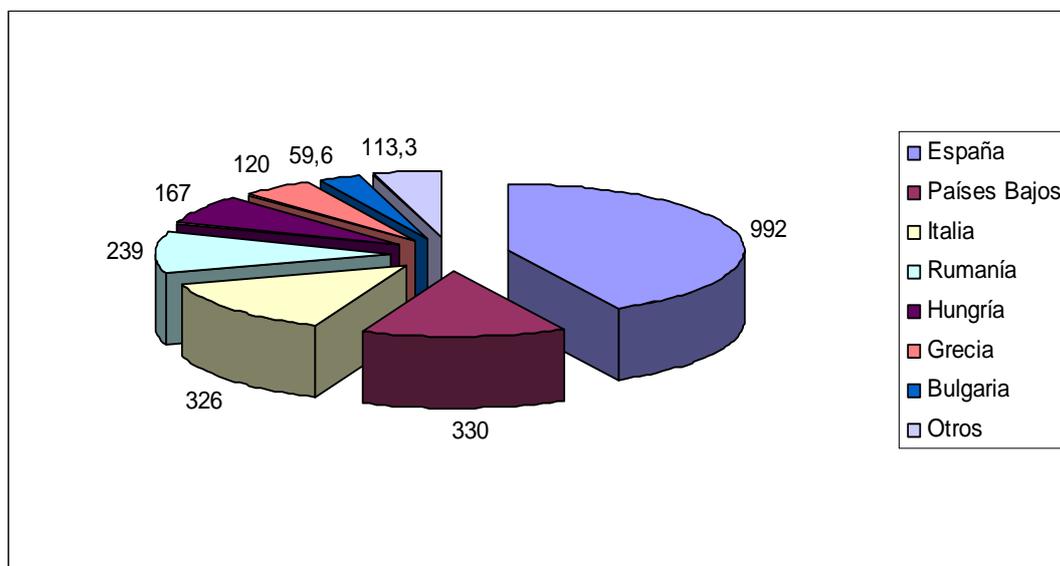


Figura 1.1. Producciones de pimienta por países en la Unión Europea en el año 2008 (miles de t) (FAOSTAT, 2011)

El país de mayor producción fue España con 992.200 toneladas, lo que representó un 42,3% de la producción total Comunitaria, le siguieron Países Bajos con un 14,1%, Italia con un 13,9%, Rumania con un 10,2 %, Hungría con un 7,1%, Grecia con un 5,1% y Bulgaria con un 2,5% (Figura 1.1).

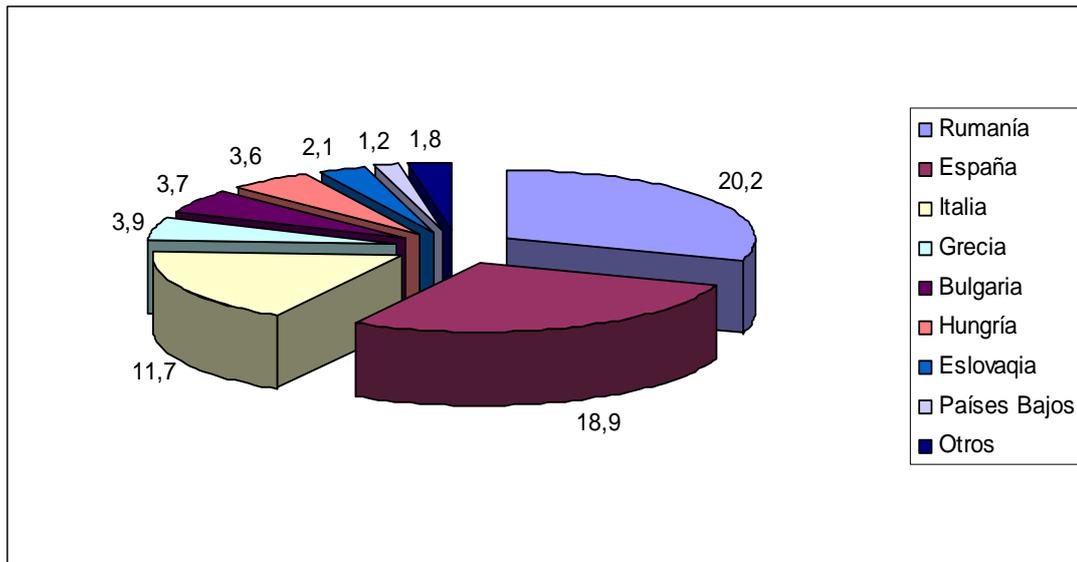


Figura 1.2. Superficie cultivada de pimiento por países en la Unión Europea en el año 2008 (miles de ha) (FAOSTAT, 2011)

El país más importante en cuanto a área cultivada en el año 2008 fue Rumanía con 20.162 ha, lo que representó un 30,1% de la superficie total de pimiento de la zona Comunitaria, seguido de España con un 28,1%, Italia con un 17,5%, Grecia con un 5,8%, Bulgaria con un 5,6%, Hungría con un 5,4%, Eslovaquia con un 3,1% y Países Bajos con un 1,8% (Figura 1.2).

En cuanto a los rendimientos, la media de la Unión Europea en el año 2008 estuvo en 35 t/ha aunque existe una gran variabilidad en cuanto al rendimiento por países. Así pues, por un lado están países como Países Bajos con una producción total comunitaria del 14,1%, con sólo un 1,8% de la superficie cultivada, mientras que en el otro extremo están países como Rumanía con una producción del 10,2% y una superficie cultivada que supuso el 30,1% del total. Estos datos se reflejan de forma más clara en los rendimientos obtenidos: 275 t/ha en Países Bajos, 53 t/ha en España, 46 t/ha en Hungría, 31 t/ha en Grecia, 28 t/ha en Italia, 16 t/ha en Bulgaria y 12 t/ha en Rumanía. Estas diferencias se deben tanto a las distintas prácticas de cultivo (Nuez *et al.*, 1996), así como a los procesos de mejora del material vegetal (Costa, 1990; Casquero y Guerra, 2000).

1.1.3. Importancia en España

Los datos estadísticos del Ministerio del Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM) permiten estudiar las zonas de producción de pimiento en España, así como el destino de su producción, que puede ser para mercado en fresco, conserva, pimentón y guindillas (pimientos picantes).

Según el Anuario de Estadística Agroalimentaria del MARM (2009), el pimiento en el año 2008 era el sexto cultivo hortícola en cuanto a superficie, con 20.868 hectáreas y el cuarto en cuanto a la producción total, con 918.140 toneladas.

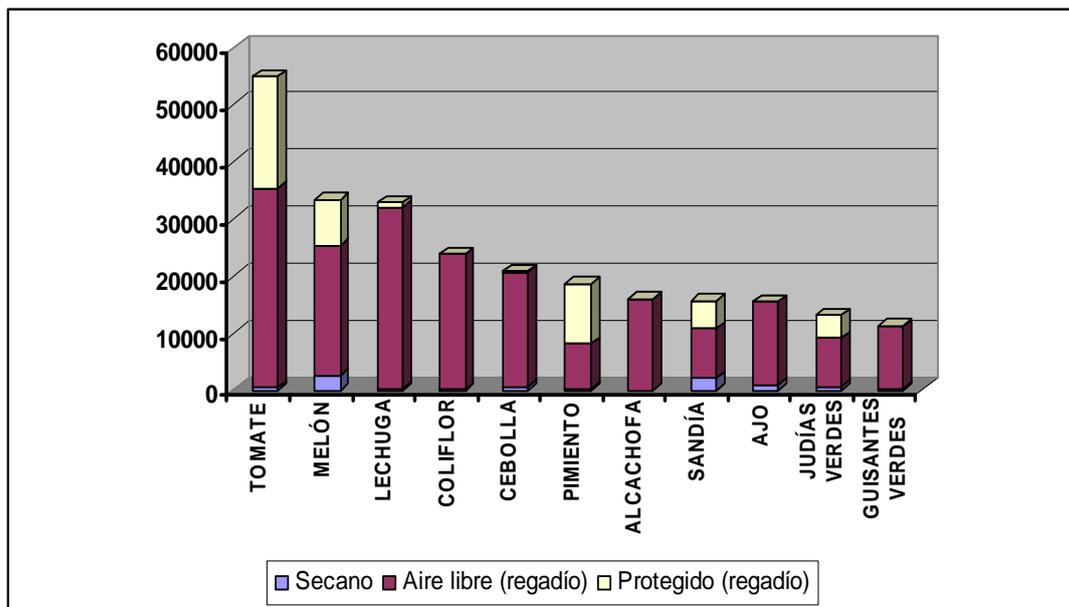


Figura 1.3. Superficie (ha) de hortalizas en España en 2008 (Anuario de Estadística Agroalimentaria del MARM, 2009)

En el año 2008, la superficie total dedicada a hortalizas en España era de 360.539 ha, de las cuales un 5,2% correspondían al cultivo de pimiento. En la figura 1.3 se observa que la mayor parte de la superficie dedicada al cultivo de hortalizas correspondió al cultivo mediante regadío al aire libre, siendo prácticamente insignificante el cultivo en secano. En

cuanto al cultivo de pimiento, el 56,2% correspondió a cultivo protegido, el 42,7% a cultivo al aire libre con regadío y tan solo el 1,1% a cultivo en seco.

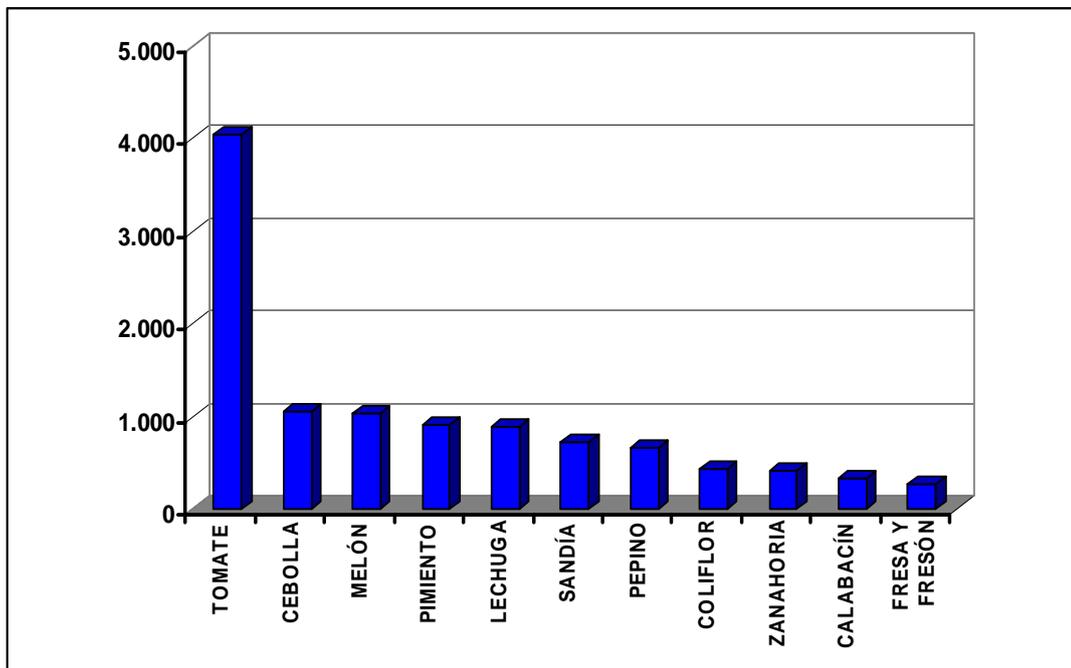


Figura 1.4. Producción (miles de toneladas) de hortalizas en España en 2008 (MARM, 2009)

La producción total de hortalizas en España en el año 2008 fue de 13.006.461 t, de las cuales un 7,1 % correspondieron al pimiento recolectado, ocupando el cuarto lugar (Figura 1.4).

Al contabilizar la superficie de pimiento cultivada por Comunidades Autónomas en 2008, destacó Andalucía con 10.425 ha, seguida de Murcia con 1.738 ha, Castilla-La Mancha con 1.299 ha, Galicia con 1.065 ha y Navarra con 907 ha, como las de mayor superficie cultivada.

En cuanto al volumen de producción de pimiento, las Comunidades Autónomas más significativas en 2008 quedaron ordenadas de la siguiente forma: Andalucía con una producción de 579.150 t, Murcia con 125.304 t, Castilla-La Mancha con 45.123 t, Comunidad Valenciana con 39.067 t y Galicia con 39.059 t.

A continuación se destacan las principales Comunidades de producción de pimientos según el destino de producción en el año 2008 (MARM, 2009):

- Pimientos para mercado en fresco: las principales zonas productoras eran Andalucía, Murcia y Valencia. Su producción es invernal y de primavera, en invernaderos situados en la costa mediterránea.
- Pimientos para conserva: las principales zonas productoras se situaron en los regadíos de valle del Ebro (Zaragoza, Navarra y La Rioja), seguido de los valles del Tajo (Toledo) y Guadiana (Badajoz).
- Pimientos deshidratados y pimentón: las principales zonas productoras eran Murcia y Extremadura.
- Guindillas (pimientos picantes): la producción de guindillas no es importante en España. Destacaron Navarra, Andalucía y País Vasco.

A continuación se muestran las principales provincias productoras de pimiento en España:

Tabla 1.2. Superficie y producciones de pimiento por provincias en 2008 (MARM, 2009)

Provincia	Producción (t)	Superficie (ha)
Almería	446.871	7.057
Murcia	125.304	1.738
Cádiz	39.120	960
Málaga	37.400	786
Granada	28.600	597
Ciudad Real	23.880	597
Alicante	23.627	232
Navarra	18.739	907

Las cinco provincias más importantes para el pimiento se encuentran en el Mediterráneo destacando Almería sobre todas las demás tanto en superficie cultivada como en producción (Tabla 1.2).

La evolución del cultivo del pimiento en España, se muestra en las figuras 1.5 y 1.6 que representan la superficie y la producción en el período de años que va desde 1990 hasta 2008 (MARM, 2009).

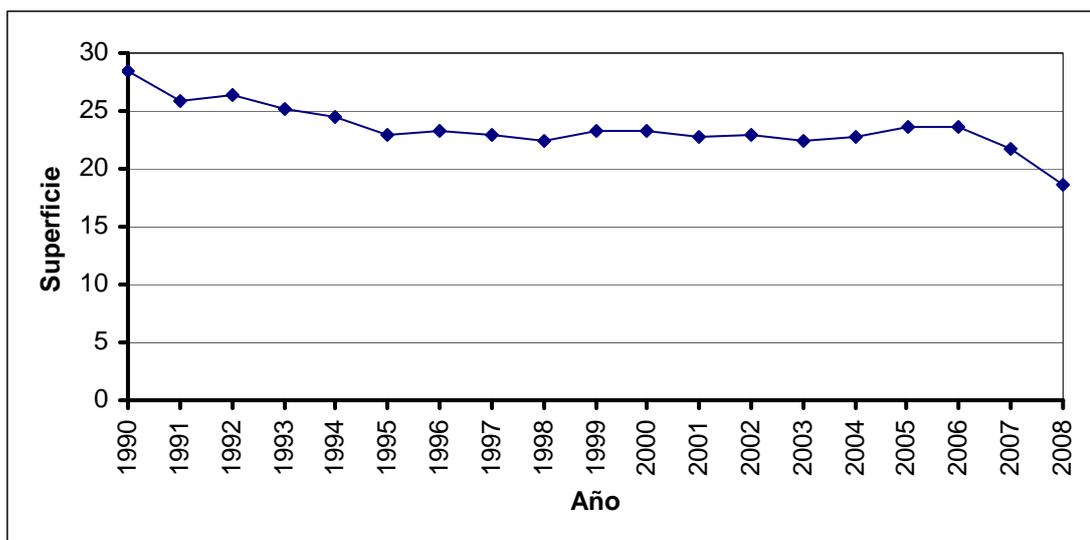


Figura 1.5. Evolución histórica de la superficie (miles de hectáreas) del pimiento en España (MARM, 2009)

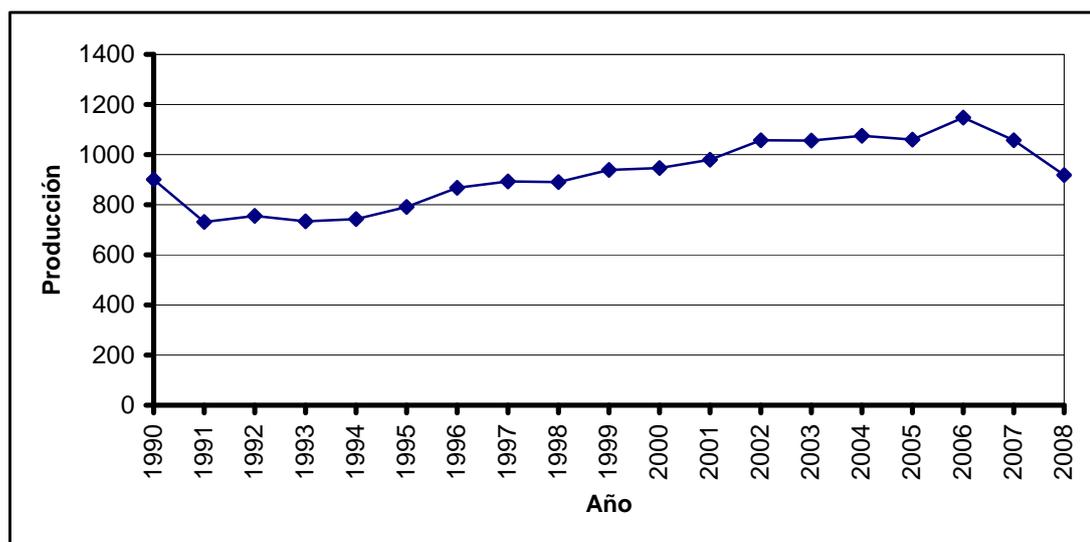


Figura 1.6. Evolución histórica de la producción (miles de toneladas) de pimiento en España (MARM, 2009)

La superficie de pimiento en el año 1990 era mayor que en los sucesivos años. Posteriormente fue descendiendo hasta estabilizarse durante el período de años entre 1995 a 2006; para después volver a caer en los últimos años (Figura 1.5).

A pesar de mantenerse e incluso disminuir el número de hectáreas cultivadas, la producción ha ido incrementándose con el paso de los años, debido al aumento de los rendimientos, pasando de 31,7 t/ha del año 1990 a 49,1 t/ha en el año 2008. Cabe destacar que a partir del año 2006 la superficie de pimiento cultivada en España ha experimentado un retroceso y como consecuencia también la producción total, aunque los rendimientos han ido incrementándose año tras año (Figura 1.6).

1.1.4. Situación del cultivo en la provincia de León

En el año 2008, la provincia de León era la vigésimo octava en cuanto a superficie de cultivo de pimiento en España y la trigésimo tercera en cuanto a producción, estando el rendimiento de la provincia (22.629 kg/ha) muy por debajo de la media nacional (49.148 kg/ha). Esto se debe a que en la provincia sólo se cultiva pimiento al aire libre (MARM, 2009).

La superficie dedicada al cultivo de pimiento en la provincia de León durante el año 2008 era de 105 ha, obteniéndose una producción de 2.376 t. La contribución de esta provincia al total nacional suponía un 0,56% en cuanto a superficie y un 0,26% en cuanto a producción.

Las principales zonas de cultivo de pimiento en la provincia de León son:

- Vega del Esla
- El Bierzo

El Bierzo es una comarca localizada al noroeste de la provincia de León, limítrofe con las regiones de Galicia y Asturias. Tiene una extensión de 3.032 km² y se encuentra localizada entre los paralelos 42° 23' y 42° 56' de latitud Norte y los meridianos 6° 07' y 7° 04' de longitud Oeste. La comarca agrupa a 36 municipios repartidos en dos zonas bien delimitadas (Bierzo Alto y Bierzo Bajo) con clima mediterráneo templado, adecuado al cultivo del pimiento, por ser una zona con una temperatura media anual de 12.5°C y una precipitación media anual de 800 mm, lo cuál permite por lo general, trasplantar el pimiento a mediados de mayo y recolectarlo desde mediados de agosto hasta primeros de noviembre CRPAB (Consejo Regulador del Pimiento Asado del Bierzo, 2011).

La comarca de El Bierzo es una de las principales zonas de cultivo de pimiento en la provincia de León. Hay evidencias de que en Ponferrada se empieza a cultivar el pimiento a mediados del siglo XVII. Hoy se considera a esta planta como uno de los símbolos identificativos y característicos de Ponferrada y la comarca del Bierzo. El pimiento representaba una agradable variación y complemento en la dieta berciana. Uno de los tratamientos importantes que se le dan al pimiento es el de su conservación en botes de cierre hermético, después de asados (CRPAB, 2011). Esta tradición histórica de su cultivo, junto con la tradicional elaboración del pimiento asado en la zona le han significado al pimiento de El Bierzo la concesión de marca de calidad IGP (Indicación Geográfica Protegida) “Pimiento asado del Bierzo” (Reglamento (CEE) 2081/92, 2005).

En la tabla 1.3 se muestra la evolución de la superficie, producciones y número de parcelas registradas dentro de la IGP.

Tabla 1.3. Superficie y producciones históricas de pimiento con IGP “Pimiento Asado del Bierzo” (CRPAB, 2011)

Año	Nº parcelas	Superficie (ha)	Producción (kg)
2002	58	23,36	335.144
2003	76	25,00	107.915
2004	52	20,50	254.132
2005	56	21,00	260.000
2006	67	20,50	200.000
2007	45	18,60	127.000
2008	35	17,01	102.400
2009	42	17,84	108.283
2010	33	12,87	108.929

La evolución del cultivo del pimiento en la comarca del Bierzo ha sufrido una disminución progresiva en los últimos años, debido en gran parte a la disminución del número de agricultores. Debido a la estructura minifundista, las fincas en las que se cultiva el pimiento son de pequeña superficie, oscilando la media entre los 3.000 y 5.000 m² (el 65% de las parcelas es menor de 4.000 m²).

El cultivo de pimiento en El Bierzo se realiza en suelos de textura franca, profundos, sueltos, permeables y con un drenaje moderadamente bueno, pobres en materia orgánica, calcio, fósforo, potasio y sodio, y con una relación carbono/nitrógeno entre 8 y 10. Los valores de pH suelen ser ligeramente ácidos, entre 5,5 y 7,0 (MARM, 2011).

La calidad del pimiento (*Capsicum annuum* L.) producido en El Bierzo se basa tanto en las características edafológicas y climáticas de la comarca, coincidentes con las que agrónomos expertos en su cultivo citan como deseables para su desarrollo (Maroto, 1995; Nuez *et al.*, 1996), como en el método utilizado para la elaboración de sus conservas, basado en la realización del pelado y limpieza de los frutos transformados de modo manual sin el empleo de agua (Casquero *et al.*, 2003).

El valor añadido que durante décadas han obtenido los agricultores con la realización de las conservas de pimiento tal y como se ha descrito anteriormente ha favorecido la conservación de un gran número de variedades locales que los cultivadores bercianos han transmitido de generación en generación seleccionando entre las plantas cultivadas en cada ciclo y atendiendo a criterios fundamentalmente relacionados con la calidad del producto.

El modo de selección anteriormente citada y el grado de alogamia que presenta la especie (Nuez *et al.*, 1996), ha dado lugar a un grupo de variedades locales de amplia variabilidad y con muchas posibilidades de selección. Sin embargo, este material presenta limitaciones en cuanto a su uniformidad, capacidad productiva, y otros aspectos claramente mejorables relacionados con el rendimiento al asado de los frutos.

Desde el año 1997 el Departamento de Ingeniería Agraria de la Universidad de León viene realizando una selección de las variedades locales de pimiento del Bierzo (Casquero y Guerra, 2000) con el fin mejorar el rendimiento de frutos aptos para su transformación en conservas así como la calidad de los mismos (Guerra *et al.*, 2003).

Según la clasificación de Pochard (1966) el pimiento del Bierzo se corresponde con el tipo C, de sección longitudinal triangular, y subtipo C3, de alargamiento medio, teniendo similitudes con la variedad Najerano, como planta de ciclo tardío, y fruto con peso alrededor de los 200 g, carne gruesa, generalmente dulce y que madura en rojo.

1.2. TAXONOMÍA Y MORFOLOGÍA DEL PIMIENTO

Todas las formas de pimiento utilizadas por el hombre pertenecen al género *Capsicum*. El nombre científico del género deriva del griego: según unos autores de Kapso (picar), según otros de Kapsakes (cápsula). Éste género se incluye en la extensa familia de las Solanáceas (Nuez *et al.*, 1996).

A este género corresponden varias especies, pero la taxonomía es compleja, por una parte debido a la gran variabilidad de formas existentes en las especies cultivadas, y por

otra, a la diversidad de criterios utilizados en la clasificación (Eshbaugh, 1993). La clasificación taxonómica es la siguiente:

División: *Spermatophyta*

Línea XIV: *Angiospermae*

Clase A: *Dicotyledones*

Rama 2: Malvales-Tubiflorae

Orden: *Solanales (Personatae)*

Familia: *Solanaceae*

Género: *Capsicum*

Destaca el trabajo de Hunziker (1956) sobre el género *Capsicum*, el cual elaboró una sinopsis en la que distinguía tres secciones dentro del género, *Tubocapsicum* y *Pseudoacnistus*, con una sola especie cada una, y *Capsicum*, que incluye 24 especies, aunque en un análisis posterior incluiría dentro de la sección *Capsicum* 22 especies silvestres y 3 variedades, así como 5 especies domesticadas y 4 variedades relacionadas con estos taxones (Nuez *et al.*, 1996).

Según (Consejo Internacional para los Recursos Genéticos Botánicos) IBPGR (1983), se consideran cinco especies cultivadas de pimiento:

- *C. annuum* (*C. annuum* var. *annuum*)
- *C. frutescens*
- *C. chinese*
- *C. baccatum* (*C. baccatum* var. *pendulum*)
- *C. pubescens*

La especie es *C. annuum* L., y sus características son (IBPGR, 1983):

- Posee flores solitarias en cada nudo con corola blanca lechosa, mientras que el cáliz de los frutos maduros no presenta constricción anular en la unión con el pedicelo.
- La carne del fruto es usualmente firme (blanda en ciertos cultivares).
- Las semillas son de color paja.
- Su número cromosómico es $2n = 24$, con dos pares de cromosomas acrocéntricos.

1.3. ORIGEN Y DISEMINACIÓN DEL CULTIVO

Las diversas especies del género *Capsicum*, a excepción del *C. anomalum*, son originarias de América (Heiser, 1976). El grupo *C. annuum* de flores blancas, asociado con hábitats más húmedos, parece haber sido distribuido originalmente a través de tierras bajas tropicales de América del Sur y Central (IBPGR, 1983).

McLeod *et al.* (1982) suponían una hipótesis sobre el lugar de origen y modo de evolución para las diferentes especies de *Capsicum*. Según ellos, el complejo *annuum* habría llegado a la húmeda cuenca amazónica gracias a la migración de la forma silvestre de *Capsicum* a través del sistema fluvial.

Posteriormente, las diferentes especies silvestres sufrirían un proceso de domesticación independiente en varias áreas. El complejo *annuum* fue domesticado al menos dos veces, un tipo *C. annuum* en México y un tipo *C. chinense* en la Amazonia (Pickersgill, 1989).

La domesticación sirvió para modificar la planta y, en especial, los frutos. El hombre seleccionó y conservó una amplia diversidad de tipos atendiendo a parámetros como el color, tamaño, forma e intensidad del sabor picante. Se observa una variación paralela en las diferentes especies domesticadas, de manera que existen series homólogas de variación respecto al sabor del fruto (dulce a picante), intensidad de coloración antes de la madurez

(blanco marfil a verde intenso), intensidad de color en la madurez (amarillo a rojo oscuro), forma (larga y estrecha a corta y redondeada), porte del fruto (erecto a pendiente), etc. (Pochard *et al.*, 1992).

El pimiento fue traído al Viejo Mundo por Colón en su primer viaje (1493). En el siglo XVI ya se había difundido su cultivo en España, donde se distribuyó al resto de Europa con la colaboración de los portugueses (Nuez *et al.*, 1996).

Su introducción en Europa supuso un avance culinario, ya que vino a complementar e incluso sustituir a otro condimento muy empleado como era la pimienta negra (*Piper nigrum* L.), de gran importancia comercial entre Oriente y Occidente.

1.4. VARIEDADES Y USOS DEL PIMIENTO

1.4.1. Variedades

El pimiento cultivado presenta una gran diversidad de formas, tamaños y colores del fruto. Las variedades más cultivadas de pimiento suelen pertenecer a *Capsicum annuum*. La clasificación de los cultivares de pimiento depende del país de origen, ya que existe una gran diversidad de tipos comerciales a escala mundial (Nuez *et al.*, 1996).

Smith *et al.* (1987) clasificaron los principales cultivares del género *Capsicum* en 7 grupos atendiendo a la forma, tamaño, color, aroma, textura, picor y uso del fruto. Todas las variedades pertenecen a la especie *C. annuum*, excepto una que se corresponde con *C. frutescens*. Esta clasificación abarca, en cuanto a tamaño, todos los tipos de cultivares:

I: Frutos grandes, lisos y carnosos.

II: Frutos anchos, lisos y poco carnosos.

III: Frutos largos y finos.

IV: Frutos de hasta 7,5 cm de largo, verdes en estado inmaduro, picantes.

V: Frutos de hasta 5 cm de largo, globosos, carnosos.

VI: Frutos amarillos en estado inmaduro.

VII: Frutos delgados, que pasan de amarillo a rojo, de 2,5 a 3,75 cm de longitud, muy picante.

La clasificación de cultivares internacionalmente más aceptada es la de Pochard (1966). Alude sólo a cultivares de fruto grande y dulce, pues estos son los más comunes en Europa y también en otras partes del mundo. Además se basa en reglas de clasificación sencillas. En la tabla 1.4 se muestra la clasificación de Pochard:

Tabla 1.4. Clasificación de cultivares de fruto grande y dulce (Pochard, 1966)

<i>A</i>	<i>Sección longitudinal cuadrangular</i>	<i>Variedad tipo</i>
A1	Superficie lisa, pedúnculo no hundido, muy carnoso	<i>California Wonder</i>
A2	Pedúnculo hundido, bastante carnoso, loculos marcados	<i>Quadrato d'Asti</i>
A3	Pedúnculo hundido, medianamente carnoso, superficie	<i>Carré Doux</i>
A4	Peso menor de 100 g, carne fina	<i>Sverka</i>
<i>B</i>	<i>Sección longitudinal rectangular</i>	
B1	Relación longitud / anchura inferior a 2	<i>Morro de vaca</i>
B2	Relación longitud / anchura inferior a 2	<i>Dulce de España</i>
B3	Truncocónico, peso aproximado 100 g	<i>Ruby King</i>
B4	Peso inferior a 100 g	<i>Doux Aurore, Jade</i>
<i>C</i>	<i>Sección longitudinal triangular</i>	
C1	Muy largo, puntiagudo	<i>Cuerno de toro</i>
C2	Muy largo, obtuso	<i>Doux d'Alger</i>
C3	Alargamiento medio, hombros anchos	<i>Najerano</i>
C4	Fruto corto, frecuentemente erecto	<i>Piquillo de Lodosa</i>
F	Fruto atomatado	<i>Topepo</i>
N	Fruto subsférico	<i>Ñora</i>
P	Fruto acorazonado	<i>Morrón de conserva</i>

Nuez *et al.* (1998), toman de referencia la clasificación de Pochard y además incluyen algunas entradas con frutos picantes, que tienen formas similares a los tipos

dulces. Dividen las entradas en cuatro grandes grupos de acuerdo con su uso: para consumo en fresco, como especia picante, para industria conservera o de deshidratado y ornamentales. Dentro del subgrupo de pimientos para industria conservera, tienen entradas de diferentes localidades de España, siendo la forma del fruto diferente en cada localidad, aunque para ellos la variedad representativa de este subgrupo es el pimiento morrón de conserva, que se corresponde con el tipo P de Pochard.

Además de estas clasificaciones globales, existen otros estudios de variedades locales de pimiento, como la que Rivera *et al.* (2003) llevaron a cabo con líneas de pimiento autóctono de Galicia, o la de Larregla *et al.* (2003), que pretendían caracterizar variedades locales de pimiento de carne gruesa en Vizcaya.

1.4.2. Usos del pimiento

Su uso culinario puede ser como condimento, especia, colorante u hortaliza. Los tipos picantes se usan en fresco, encurtidos, secos o como salsa industrializada. Los tipos dulces no picantes, se consumen principalmente como hortaliza, aunque también se pueden emplear encurtidos, asados, fritos o cocinados de otras formas (Nuez *et al.*, 1996).

Según Arce *et al.* (1994), pocas plantas cultivadas son tan diversas como el pimiento. Se consume en verde, secado, transformado en conserva, congelado, secado y molido (pimentón), se usa en la industria de colorantes naturales y se emplea como especia.

El pimiento es un producto con gran variedad de utilizaciones. Su producción se destina fundamentalmente a la industria conservera, a la obtención de pimentón y al consumo en fresco, sin olvidar otras formas de utilización como secado, encurtido, congelado, etc. (Macua *et al.*, 1994). En la cocina española se consume tanto en verde en ensalada, guisos y fritos, como en rojo, generalmente asados, a veces rellenos. También es tradicional su utilización como colorante. Además se puede elaborar en forma de conserva, con numerosas variantes, destacando la de pimientos rojos asados enteros. El pimiento

también se puede utilizar como planta ornamental, tanto por la coloración de sus frutos como por las variegaciones de su follaje (Gil, 1992).

El pimiento ha conseguido ser un alimento muy apreciado en la gastronomía española en sus numerosas especialidades (fresco, conserva, pimentón,...) (Zaragoza *et al.*, 1999).

1.4.2.1. Principales características y tipos varietales de pimientos destinados al asado

Según Gil (1992) las características que debe tener un pimiento que vaya a ser destinado a la transformación, son las siguientes:

- Alta productividad.
- Resistencia al almacenamiento.
- Resistencia al proceso conservero: frutos de carne gruesa, color estable...
- Adaptabilidad al proceso y enlatado.
- Calidad organoléptica.
- Variedades adaptadas al cultivo mecanizado.
- Resistencia a enfermedades, plagas y accidentes.

Siviero *et al.* (1995) señalan como características que debe reunir un pimiento destinado a la transformación:

- Uniformidad de las bayas en cuanto a forma para favorecer la operación mecánica del pelado.
- Uniformidad de las bayas en cuanto a color (amarillo y/o rojo, pero no verde o tonos variegados).
- Exentos de lesiones internas o externas mecánicas o por parásitos.
- Consistencia del fruto para soportar traumas mecánicos derivados del transporte.
- Elevado grado refractométrico.

- Gran espesor del mesocarpio.

Arce *et al.* (1994) y Nuez *et al.* (1996) coinciden en que las variedades de pimientos destinados a la industria conservera en España son:

- **Pimientos morrones (Morrón de Conserva)**

Las plantas de esta variedad son vigorosas y tardías. Tienen frutos de carne gruesa (7 mm) y dulce, pesan alrededor de 150 g. Su recolección se hace cuando el fruto presenta una coloración rojo oscuro.

A nivel nacional las variedades más significativas son *Morrón de Conserva* y *Luesia*, ambas pertenecen al grupo P de la clasificación de Pochard.

Gil *et al.* (1978) clasificaron la variedad *Morrón de Conserva* en dos subtipos: *Tudelano* y *Calahorrano*. El primero cuenta con una planta vigorosa y tardía, mientras que el segundo es de porte medio y semiprecoz. Además, los frutos del subtipo *Calahorrano* tienen un menor grosor de carne y menor peso que el subtipo *Tudelano*.

En cuanto a la variedad *Luesia*, presentan plantas de porte bajo y de precocidad media-tardía. Su fruto es algo más puntiagudo que la variedad *Morrón de Conserva*.

- **Pimientos picos (Pico de Mendavia)**

La variedad *Pico de Mendavia* presenta una planta de vigor y producción precoz. Los frutos son planos y la carne es dulce y moderadamente gruesa. Su peso está en torno a los 70 g y son erectos en la planta.

- **Pimientos piquillos (Piquillo de Lodosa)**

Se identifica con el tipo C4 de la clasificación de Pochard. La planta es de porte alto y de producción precoz. Los frutos están pendientes de la planta y tienen la carne fina. Su peso ronda los 40 g y son de carne dulce, aunque también los hay de carne picante. Los frutos presentan dos cavidades carpelares, lo que les da la forma aplanada típica.

1.4.2.2. Marcas de calidad en España de productos obtenidos a partir del pimiento

Según el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM, 2010), estos son los productos elaborados a partir de pimientos que cuentan con marcas de calidad, bien sea DO (Denominación de Origen) ó IGP (Indicación Geográfica Protegida):

• **IGP “Pimiento Asado del Bierzo”** (CRPAB, 2011)

La zona de cultivo se localiza en 17 municipios de la comarca del Bierzo al noroeste de la provincia de León. Las cotas de cultivo oscilan entre los 400 y los 700 metros.

El producto a proteger es el fruto, en forma de baya, de la planta de pimiento *Capsicum annuum* L. que se presenta asado, pelado y envasado. Las características que debe tener son:

- Fruto de forma triangular y alargada.
- Paredes lisas.
- 3 ó 4 lóbulos.
- Peso mayor a 160 gramos.
- Punta roma y sin hendidura estilar.
- Se recolecta sin zonas verdes cuando el color oscila de rojo pálido a rojo oscuro.

Los pimientos asados en conserva se presentan enteros ó en trozos, con color variable de rojo pálido a rojo oscuro y superficie algo fisurada. El sabor primario es ligeramente amargo, el regusto es medio bajo y poco picante. La dureza es baja debido al bajo porcentaje de fibra alimentaria.

• **IGP “Pemento do Couto”** (Pemento do Couto, 2011)

La zona de producción, acondicionamiento y envasado está constituida por la totalidad de la comarca coruñesa de Ferrol. El nombre de la denominación de, O Couto, es el nombre geográfico que se corresponde con el lugar donde se ubica el monasterio

conocido popularmente por ese mismo nombre, al que se vincula el inicio de la selección y cultivo de estos pimientos.

Los pimientos amparados por la IGP “Pemento do Couto” son los frutos de la especie *Capsicum annuum* L. del ecotipo local conocido por ese mismo nombre. El fruto es recolectado en estado inmaduro precoz (tamaño comercial) y destinado a la comercialización en fresco. Sus características son:

- Sección longitudinal troncocónica-trapezoidal y sección transversal redondeada.
- El peso está entre los 4 y 6 gramos por unidad.
- La longitud del fruto ronda los 4 y 8 cm.
- La anchura aproximada de 2 cm.
- El pedúnculo mide entre 2 y 3 cm, siempre de menor longitud que el fruto. Es rígido y normalmente recto con una escasa curvatura.
- Su piel es de color verde oscuro, con poco brillo.
- El espesor de la pared es fina, entre 1 y 1,5 mm aproximadamente.
- En cuanto a las características gustativas, su carne es de textura fina y jugosa, de sabor dulce, ligeramente herbáceo y sin picor debido a la ausencia de capsaicina, con aroma de intensidad moderada y con escasa presencia de semillas.

- **IGP “Pimiento de Fresno-Benavente”** (Pimiento de Fresno, 2011)

La zona de producción agrícola se sitúa al noroeste de Castilla y León, ocupando 33 municipios del sureste de la provincia de León, 55 municipios del norte de Zamora y un municipio de Valladolid.

El producto es el fruto de la planta de pimiento *Capsicum annuum* L., para su consumo en fresco, del ecotipo o variedad local “de Fresno”, fruto de una selección del pimiento tipo “morrón”ó “morrón de vaca”.

Tiene una forma rectangular cercana a cuadrada, más alto que ancho, con una anchura mínima de 10 cm. Presenta 3, 4 ó 5 lóbulos y un ápice muy deprimido. Son pimientos grandes, de color rojo, con carne gruesa, de más de 8 mm de espesor. En boca se aprecia una elevada jugosidad y piel poco dura. El sabor es de dulzor medio, poco amargo y no picante. Tras la masticación e ingestión quedan pocos restos de piel en el interior de la boca.

- **DOP “Pimiento de Gernika”** (Pimiento de Gernika, 2011)

La zona de producción está situada principalmente en las comarcas del Txorierrri, Mungía y Busturia, en la provincia de Vizcaya.

Los pimientos amparados por la denominación de origen Gernikako piperra ó pimiento de Gernika son los frutos de la familia solanáceas, especie *Capsicum annuum* L. de las variedades autóctonas *derio* e *iker*.

El fruto es una baya que se recoge antes de la madurez completa (pimiento verde). En el momento de la recogida debe tener entre 6 y 9 cm. de largo, en hombros la anchura debe ser de 2 a 3 cm. Al terminar en punta toma una forma cónica larga y se admiten ligeras curvaturas. Tiene muchas semillas de forma plana y circular, de color nacarado por su juventud, que también se comen. Cuando maduran, toman una coloración amarillenta. Tienen pedúnculo entero, fino y largo.

El color del pimiento es entre verde medio y oscuro, con ligero brillo y uniforme en su coloración, la piel es fina y la carne es tersa, fina y de sabor dulce.

- **DOP “Pimiento del Piquillo de Lodosa”** (Pimiento Piquillo de Lodosa, 2011)

La zona geográfica ampara los terrenos de producción ubicados en los municipios de Andosilla, Azagra, Cárcar, Lerín, Lodosa, Mendavia, San Adrián y Sartaguada; todos ellos en el suroeste de Navarra.

Frutos procedentes de la especie *Capsicum annuum* L, de la variedad *piquillo* cuyas características son:

- Sabor dulce.
 - Color rojo fuerte.
 - Fruto corto y colgante, de forma triangular que pesa entre 35 y 50 gramos.
 - Diámetro del fruto de 4 a 5 cm.
 - Número de lóbulos de 2 a 3.
- **IGP “Pimiento Riojano”** (Pimiento Riojano, 2011)

La zona de producción de pimiento protegida abarca una extensión de unas 25 hectáreas en los municipios de la comarca de Nájera y en la localidad de Alfaro, en la Comunidad Autónoma de La Rioja. La IGP ampara tanto la producción en fresco como la destinada a conserva.

Los frutos pertenecen a la especie *Capsicum annuum* L. var. *najerano*, destinados al consumo en fresco o en conserva.

Los frutos pertenecen al grupo C3, según la clasificación de Pochard, son pedúnculos en forma cónica y acabados ligeramente en pico. Las características a cumplir son:

- Superficie algo rugosa, 2 ó 3 caras de 16-18 cm de longitud y 6-8 mm de grosor.
- Carne medio fina.
- El peso medio del fruto está entre 225 y 300 gramos.
- Cuando está maduro presenta un color rojo intenso.
- Sabor dulce.

- **DOP “Pimentón de Murcia”** (CRDOP, 2011)

La zona geográfica delimitada corresponde a toda la provincia de Murcia. La zona de producción está constituida por los terrenos ubicados en 14 municipios de esta provincia y

la zona de elaboración y envasado comprende todos los términos municipales de la provincia de Murcia.

Es un producto resultante de la molienda de los pimientos totalmente rojos del género *Capsicum annuum* L. var. *bola*, recolectados maduros, sanos, limpios y secos.

Esta variedad se caracteriza por la obtención de un tipo de pimiento dulce y de poco peso. El pericarpio es semicarnoso, la cavidad del fruto está dividida en tres compartimentos iguales, separados por tabiques algo carnosos y presenta abundantes semillas.

El pimentón obtenido es totalmente dulce, de olor fuerte penetrante característico, con gran poder colorante y sabroso.

- **DOP “Pimentón de la Vera”** (CRDO, 2011)

La zona geográfica está constituida por los municipios de las comarcas naturales de La Vera, Campo Arañuelo, Valle de Ambroz y Valle del Alagón, en el norte de la provincia de Cáceres.

Es el producto obtenido de la molienda de frutos totalmente rojos, de las variedades del grupo de las "Ocales", *jaranda*, *jariza* y *jeromín*, y de la variedad *bola*, pertenecientes a las especies *Capsicum annuum* L. y *Capsicum longum* L., recolectados maduros, sanos, limpios, con el color característico de la variedad, secados con leña de encina y/o roble por el sistema tradicional de la Vera.

Es un producto de sabor y aroma ahumados, intensos y penetrantes, debido al proceso de secado al humo a que se somete a los pimientos.

1.5. CALIDAD Y VALOR NUTRICIONAL DEL FRUTO FRESCO

Según Shewfelt (2000) el valor nutritivo de un alimento es el grado de utilidad que posee para satisfacer los requerimientos de diversas sustancias necesarias para el buen

funcionamiento del organismo y la prevención de enfermedades. Bajo esta concepción se incluyen tanto los macronutrientes (hidratos de carbono, lípidos y proteínas) como otros compuestos presentes a menor concentración como vitaminas, carotenoides y polifenoles.

Entre los carbohidratos, el pimiento contiene diversos azúcares, pentosas y fibra dietética. El contenido en fibra puede alcanzar el 20% de la materia seca del pericarpio (Bosland y Votava, 2000) y según McKee (1998) la piel puede contener un 80% de fibra total. El contenido en lípidos es bajo, en torno a $400 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ en peso fresco, con un 80% en grasas y un 16% en glicolípidos. Por el contrario, el pimiento es conocido por sus aportes en varias vitaminas y precursores de las mismas, así como numerosos pigmentos y flavonoides para los que se han descrito efectos beneficiosos para la salud (Bosland y Votava, 2000).

▪ Vitaminas

El pimiento es una fuente importante de diversas vitaminas o precursores de las mismas. Por su elevado aporte a la dieta son de destacar las vitaminas A, C y E.

La vitamina A, también conocida como retinol o axeroftol, está considerada el compuesto más efectivo en la prevención de la xerofthalmia (del griego “ojos secos”), proceso degenerativo del globo ocular que puede ocasionar ceguera. Otros efectos carenciales son infecciones agudas, mortalidad infantil, afecciones epiteliales y algunos tipos de cáncer (Latham, 2002). Asimismo, se ha descrito una elevada actividad antioxidante en interacción con la vitamina C. En general, los pimientos aportan dosis elevadas de vitamina A en forma de sustancias precursoras. Las fuentes más importantes de provitamina A en *Capsicum* son los carotenoides α -caroteno, β -caroteno, γ -caroteno y β -criptoxantina. Entre todos ellos, el β -caroteno está considerado como el precursor más efectivo y puede suponer más del 90% del aporte en provitamina A en frutos maduros (Latham, 2002).

La vitamina C, fundamentalmente en forma de ácido L-ascórbico, es esencial para evitar el escorbuto, una enfermedad que produce hemorragias frecuentes en encías y que, en cuadros clínicos graves, puede desembocar en la muerte. Además, el ácido ascórbico está reconocido como uno de los agentes antioxidantes más potentes que existen en los productos vegetales. El contenido en ácido ascórbico suele ser muy alto en pimiento y es uno de los factores de calidad nutricional más importantes en *C. annuum* y especies relacionadas. De hecho, este compuesto fue aislado por primera vez en 1928 a partir de frutos de pimiento por Albert Szent, Premio Nobel en 1937 por sus trabajos con el ácido ascórbico. Los niveles de vitamina C dependen en gran medida del estado de madurez del fruto. Así, el contenido en ácido ascórbico aumenta con la maduración del fruto, siendo máximo en el estado de plena madurez (Bosland y Votava, 2000).

La vitamina E, como la C, es un potente antioxidante y, por su capacidad para limitar la oxidación y neutralizar los radicales libres nocivos, se aconseja como factor preventivo para arteriosclerosis y cáncer (Latham, 2002). Esta vitamina aparece en proporciones considerables en los frutos de *Capsicum* en forma de α -tocoferol en el pericarpio y γ -tocoferol en las semillas (Osuna-García *et al.*, 1998). Como otros compuestos nutricionales, el contenido en vitamina E depende de factores como el genotipo, estado de madurez, prácticas culturales o ambiente (Mozafar, 1994).

▪ **Pigmentos carotenoides**

Fundamentales para su calidad como colorante alimentario, los carotenoides presentes en los frutos de *Capsicum* poseen, además, reconocidos efectos beneficiosos como antioxidantes, precursores de vitaminas o agentes antitumorales (Wall *et al.*, 2001). Entre los que presentan niveles nutricionalmente apreciables destacan capsantina, β -caroteno, luteína y zeaxantina. La capsantina, además de ser el carotenoide más abundante en las variedades de fruto rojo, es el que presenta la actividad antioxidante más

intensa y de efecto más prolongado y previene las cataratas y procesos degenerativos de la mácula ocular (Seddon *et al.*, 1994; Matsufuji *et al.*, 1998). La luteína reduce el riesgo de enfermedades coronarias, y es fundamental en la protección del ojo a la radiación solar (Lee *et al.*, 2005). La luteína sólo tiene interés nutricional en frutos inmaduros, pues desaparece con la maduración y, en consecuencia, no es un objetivo de mejora para variedades consumidas en estado maduro.

▪ **Polifenoles: Flavonoides**

Los polifenoles son unos compuestos que se hallan ampliamente distribuidos en el reino vegetal. Se trata de metabolitos secundarios que desempeñan una gran diversidad de funciones en las plantas, contribuyendo a la defensa frente a plagas y factores de estrés así como al sabor, aroma y color de frutas y hortalizas (Espín de Gea y Tomás-Barberán, 2006). Entre los polifenoles, los flavonoides son el grupo más abundante y se les atribuye una importante actividad antitumoral, antioxidante y antivírica (Lee *et al.*, 1995).

1.6. RECOLECCIÓN DEL PIMIENTO

La recolección es la etapa donde se recogen los productos del campo en la madurez adecuada con el mínimo de daño y pérdidas, tan rápidamente como sea posible y a un mínimo costo (Thompson, 2007b); mientras más tiempo transcurra entre la cosecha y el consumo, mayor será la pérdida de las características organolépticas de los productos hortofrutícolas (Kader, 2008).

El momento de recolección dependerá del fruto que se quiera obtener, se puede hacer en dos fases: una cuando aún estén verdes, pero que hayan alcanzado su máximo desarrollo, estando éstos aún duros, y la otra cuando ya están maduros. Por lo tanto, el momento de la recolección está en función del tipo de pimiento (Namesny, 1999):

- Pimientos verdes: tamaño, firmeza y color del fruto.

- Pimientos de color: un mínimo de 50% de coloración.

Los frutos del pimiento se consideran en estado óptimo para el consumo cuando han alcanzado los caracteres morfológicos característicos de la variedad (longitud, anchura y espesor del pericarpio), tienen la piel tersa, brillante y toleran la presión manual sin daños. Sin embargo, el aspecto más visible del proceso de maduración del pimiento, en la mayoría de las variedades, es el cambio de color de verde a rojo (o a otros colores como el amarillo, chocolate-marrón o naranja).

Existen otros índices de madurez más objetivos que se suelen utilizar sobre todo en la industria conservera. Estos son (Artés *et al.*, 1980):

- Índice de color, estimado según el Sistema de Notación del Color de Munsell (1976) o de Séguy (1936).
- Relación de sólidos solubles a acidez. No es un índice muy preciso pero permite discriminar entre pimientos maduros rojos respecto a los maduros que acaban de virar de color.
- Relación de azúcares reductores a acidez. Tampoco es muy preciso pero permite distinguir entre distintas procedencias del producto. Los azúcares se determinan por el método de Ting (1956), adaptado por Carballido (1974).
- Índice de formol. Este índice suele ser superior en los frutos maduros-rojos, respecto a los maduros-virando, alcanzando los valores más elevados en pimientos más tardíos.
- Contenido en vitamina C. No es un índice excesivamente preciso, ya que alcanzan los valores más elevados en los pimientos más tardíos.

En el momento de la recolección, para obtener la mejor calidad se han de eliminar los frutos que tengan signos de presentar alguna enfermedad o síntomas de podredumbres.

Es recomendable tomar muestras para hacer análisis y así comprobar si el producto tiene restos de productos fitosanitarios (Namesny, 1999).

Cuando el destino de los frutos es la industria de transformación, se requieren frutos uniformemente coloreados que se recolectan semanalmente para que el estado de madurez de los mismos sea el óptimo, evitando que la calidad del fruto se vea afectada por una maduración escasa o excesiva (Casquero y Guerra, 2001).

Tradicionalmente, la recolección se hace manualmente y de forma escalonada en varias pasadas, seleccionándose en cada pasada aquellos pimientos que presenten las características que demandan los industriales: fruto de color rojo intenso, sin alteraciones producidas por plagas, enfermedades o fisiopatías y con forma apuntada para facilitar su asado. Según experiencias realizadas por Russo (1996), el retraso de la cosecha de pimiento mejora la cantidad y la calidad del mismo. Además, el número de frutos comercializables, ancho máximo del fruto, grosor del pericarpio y volumen del fruto se incrementan en plantas cosechadas una sola vez, frente a plantas con más de una cosecha.

La recolección se debe realizar de forma cuidadosa, utilizando tijera y cortando por encima del fruto dejando un poco de pedúnculo. El fruto se ha de tratar con cuidado en los envases en campo para evitar magulladuras y heridas que deprecien o invaliden el producto y se recomienda realizar la recolección en los períodos del día en los que la temperatura no sea demasiado elevada (MARM, 2008).

La recolección manual presenta costos elevados, pero provoca menos lesiones en los frutos y en las plantas. Se han desarrollado todo tipo de posibilidades para favorecer la cosecha manual, aumentando el rendimiento de los operarios. Entre éstos, el más universalmente conocido es el de las cintas transportadoras que avanzan arrastradas por un tractor; los operarios, detrás de la cinta, cosechan los frutos colocándolos sobre la misma, que generalmente los lleva hasta un palot. Los palots son transportables con un implemento

adosado al frontal del tractor y con carretillas elevadoras en las naves de almacenaje y comercialización (Nuez *et al.*, 1996).

La mecanización de la recolección mediante cosechadoras mecánicas, junto con la plantación mecanizada, contribuyen a la reducción de costes de producción. Se han realizado pruebas de recolección mecanizada sobre pimientos de tipo “Piquillo”, obteniendo resultados excelentes. Se requieren una serie de condiciones para poder trabajar satisfactoriamente, como son la maduración uniforme de los frutos, la agrupación de frutos en el espacio, plantas de poco porte con ramas muy cortas y plantación mecanizada que permita mejorar el trabajo de recolección. Con este tipo de recolección, el cultivo se va a dirigir a una recolección única (Gutiérrez López y Gil, 2003).

Después de la recolección es importante realizar una pre-refrigeración para reducir la temperatura que trae el producto después de la cosecha con el fin de hacer más lenta la respiración del mismo, reducir al mínimo la susceptibilidad al ataque de microorganismos, reducir pérdidas de peso y disminuir la carga térmica en la cámara de almacenamiento. Es aconsejable que la pre-refrigeración se realice de tal forma que se logre bajar la temperatura del fruto a unos 8-10°C lo más rápido posible para proceder a su refrigeración (MARM, 2008).

1.7. POSTCOSECHA DEL PIMIENTO

1.7.1. Conservación de hortalizas

El desarrollo de la tecnología postcosecha apropiada depende de muchas disciplinas que son relevantes para el éxito global de la horticultura y biología vegetal, tales como la ingeniería, economía agrícola, procesamiento de alimentos, nutrición, seguridad alimentaria y la conservación del medio ambiente (Kitinoja, 2011).

La investigación postcosecha está orientada a mantener la calidad y seguridad, y a minimizar las pérdidas de cultivos hortícolas entre la producción y el consumo. Reducir las pérdidas postcosecha aumenta la disponibilidad de alimentos para la creciente población mundial (Kader, 2001).

Los vegetales, aún después de recolectados, son seres con vida, con una anatomía definida, con órganos complejos y diferenciados y con una fisiología basada en tres procesos fundamentales (respiración, transpiración y maduración) que se manifiestan con distinta intensidad antes y después de la recolección. Por ello, las manipulaciones postcosecha de los vegetales van encaminadas a retrasar su deterioro por senescencia, desecación o proliferación microbiana, así como a favorecer o controlar su maduración. Dichas manipulaciones engloban numerosos procesos, desde los más sencillos y menos agresivos para el vegetal (transporte, almacenamiento, comercialización y venta del producto), hasta tratamientos de conservación más intensos entre los que se encuentran fundamentalmente: refrigeración, congelación, liofilización, pasteurización, esterilización, irradiación, disminución del pH y modificación de la atmósfera en la que se encuentran; sin olvidar otros procesos que implican ruptura de sus tejidos (como es el caso del pelado o cortado) y se aplican a nivel industrial o doméstico (Muñoz, 1985).

La obtención de producciones hortofrutícolas de calidad no es un hecho que se produzca de modo fortuito en la naturaleza. El logro de este objetivo depende en gran parte de la genética del material vegetal y del medio externo. Se trata en definitiva del funcionamiento de una variedad en un medio externo determinado y la aplicación de unas correctas prácticas agronómicas. Sin embargo es conocido que el control de estos factores no es suficiente para asegurar que la producción hortofrutícola llegue al consumidor con la calidad adecuada. Además en estos últimos años se ha producido un cambio en las exigencias del mismo, ya que se orientan cada vez más hacia aspectos cualitativos que

cuantitativos y prefiere frutas y hortalizas que tengan unas características organolépticas de calidad (Pretel *et al.*, 1997).

La solución idónea para preservar la calidad global (organoléptica, comercial, microbiológica y nutritiva) de los productos hortofrutícolas y satisfacer las crecientes exigencias de los mercados internacionales, consiste en mejorar los tratamientos post-recolección (Artés, 2000).

Las técnicas de almacenamiento que se utilizan después de la cosecha y una vez que los frutos han sido envasados para su comercialización en fresco, tienen el propósito de conservar la calidad de los mismos, teniendo en cuenta las condiciones ambientales adecuadas que permitan reducir la velocidad de los procesos vitales de estos productos, y disponer de ellos por períodos más prolongados, además de ofrecer productos frescos a mercados distantes y reducir pérdidas durante su comercialización (Singh y Goswami, 2006).

En los últimos años se han planteado diferentes mecanismos y estrategias destinados a preservar la calidad postcosecha de hortalizas. Entre ellos, el manejo de la temperatura y humedad relativa han sido los más frecuentemente utilizados y con los que se han obtenido mejores resultados (Kader, 2007b).

El manejo de la humedad relativa puede incidir positiva o negativamente en la calidad de los productos hortofrutícolas. El aumento de la misma durante el almacenamiento a bajas temperaturas tiene como principal beneficio mantener el equilibrio de humedad entre la fruta u hortaliza y el ambiente y reducir la transpiración del producto (Dash *et al.*, 2006).

El almacenamiento en frío es la técnica más ampliamente utilizada para la conservación de frutas y hortalizas. Esta se basa generalmente en la aplicación de ciertas temperaturas constantes a los frutos a conservar, siempre por encima del punto crítico para

poder mantener sus cualidades organolépticas, nutritivas, etc; durante un período de tiempo, que dependerá de la especie y variedad de que se trate. La conservación refrigerada bajo condiciones óptimas permite reducir las pérdidas cualitativas y cuantitativas debidas a desórdenes fisiológicos y podredumbres, retrasar la maduración y senescencia y prolongar la vida comercial de los productos hortofrutícolas en general, con la calidad idónea para el consumo en fresco o industrial (Artés, 1987; Martínez-Jávega, 1998).

También la frigoconservación persigue entre otros fines, el uso de tratamientos cuarentenarios para el control de insectos en los frutos (Martínez-Jávega, 1998).

Todos los productos perecederos tienen un intervalo óptimo de temperatura de almacenamiento. Por encima del óptimo, éstos respiran a tasas altas y son más susceptibles a daños por etileno y enfermedades. De hecho, los productos hortofrutícolas respiran a tasas del doble, triple y hasta del cuádruple, por cada 10°C de incremento de temperatura. Temperaturas por debajo del óptimo originan daños por frío o congelación. Un estricto control de temperatura es vital para alcanzar la máxima vida útil de frutas y hortalizas (Thompson, 2007a).

El almacenamiento en atmósfera controlada complementado con la refrigeración se practica para aumentar la vida útil de frutas y hortalizas frescas (Singh y Goswami, 2006). El principal beneficio del uso de atmósferas controladas (AC) y/o modificadas (AM) en la calidad de hortalizas es la reducción cuantitativa y cualitativa de las pérdidas durante el manejo postcosecha, lo que se traduce en su creciente demanda tras el transporte y almacenamiento posterior. El potencial beneficio o riesgo de las AM/AC depende del producto, variedad, edad fisiológica, composición atmosférica, así como de la temperatura y duración del almacenamiento (Kader, 2007a).

1.7.2. Técnicas de conservación del pimiento

Entre los principales factores que afectan a la maduración del fruto, acelerando la degradación de clorofilas y la formación de pigmentos, destacan la temperatura, el oxígeno y el etileno. Los procesos de senescencia en los frutos de pimiento recolectados, se ven influenciados por el estrés hídrico y la composición de la atmósfera del local donde estén almacenados (Escriche y Artés, 1983).

Con objeto de establecer algún tipo de control sobre los procesos de maduración y senescencia de los frutos del pimiento, se utilizan distintas técnicas:

- **Manejo de la temperatura**

La temperatura es uno de los principales factores que determinan la respiración, por lo que debe mantenerse el fruto a la temperatura más baja posible. Un buen manejo de la temperatura es una de las herramientas más importantes para prolongar la vida de los frutos cosechados. Un adecuado manejo puede comenzar con una disminución rápida de la temperatura de los frutos cosechados, hasta alcanzar temperaturas comprendidas entre 8 y 10°C, lo que se conoce como preenfriamiento. Los procesos de preenfriamiento más utilizados en pimientos son (Snowdon, 1990):

- Por agua fría (hydrocooling): consiste en poner en contacto los frutos con agua fría durante un periodo de tiempo de 10 a 20 minutos, mediante inmersión o pulverización del agua sobre los frutos. El agua debe de estar clorada para evitar podredumbres bacterianas y con fungicidas para evitar el ataque de hongos. Se recomienda también utilizar contenedores que permitan una distribución lo más uniforme posible del agua, asegurando así una tasa de enfriamiento más rápida (Vigneault, 2004).
- Por corriente de aire frío (air cooling): se hace pasar una corriente de aire frío a través de los frutos. El sistema crea un ligero gradiente de presión para lograr que

el aire penetre bien, con lo que se consigue un enfriamiento rápido. Es un método aconsejable en pimiento, ya que conserva la calidad del producto y reduce al mínimo las pérdidas de peso (Snowdon, 1990).

- Por vacío (vacuum cooling): se consigue disminuyendo la presión atmosférica en el interior de una cámara que contiene los frutos. Esta disminución reduce la presión de vapor de agua en la cámara y cuando esta presión está por debajo de la que existe entre los espacios intercelulares de los frutos, el agua se evapora produciéndose un enfriamiento de los mismos. Esta técnica de enfriamiento al vacío en comparación con el enfriamiento de aire forzado es mucho más rápida y podría permitir la preservación de la calidad de los frutos también en el caso del transporte a largas distancias (Pasqualone, 2003).

La temperatura óptima de almacenamiento de los pimientos se sitúa entre 7 y 10°C, a dicha temperatura los pimientos pueden ser mantenidos entre 1 y 3 semanas.

Los frutos de pimiento son susceptibles de daño por enfriamiento durante el período de conservación mediante refrigeración. El daño por enfriamiento se caracteriza por maduración anormal acompañada de varios cambios bioquímicos y fisiológicos, producidos por el efecto directo de la baja temperatura en los constituyentes celulares (González-Aguilar *et al.*, 2000). Existen varios métodos para aminorar el daño por enfriamiento en frutos de pimiento en postcosecha, tales como inmersión en agua caliente, uso de coberturas plásticas, y tratamientos químicos. La inmersión en agua a 53°C durante 3 minutos reduce considerablemente el daño por enfriamiento, y junto con una película plástica puede ser usada para reducir este daño y la aparición de pudriciones (González-Aguilar *et al.*, 2000).

- **Manejo de la humedad relativa**

Una vez cosechados los frutos es de vital importancia la conservación del contenido de humedad de los mismos, para equilibrar las pérdidas que se producen con la transpiración. Está comprobado que las pérdidas de peso en pimiento aumentan cuando se baja la HR del ambiente de conservación (SungMin *et al.*, 2001).

La elevación de la humedad desde un 85% hasta la completa saturación, reduce la senescencia en el pimiento más que una disminución de la temperatura (Lurie *et al.*, 1986).

En la práctica comercial, para la conservación de los frutos suele utilizarse una HR del 90% para evitar el arrugamiento de los frutos y reducir el desarrollo de patógenos.

- **Utilización de atmósferas controladas o modificadas**

La utilización de AC y AM en pimientos, son de uso poco extendido, debido a que no aporta grandes ventajas en relación con sus costos.

En la práctica comercial, las condiciones de almacenamiento en atmósferas controladas o modificadas para los pimientos, suele ser: temperaturas entre 8 y 10°C, humedad relativa del 90%, concentración de oxígeno entre 3 y 5% y mantenimiento de la concentración de dióxido de carbono propia del aire (0,03%) (Kader, 1986).

Los efectos de elevar el oxígeno y el dióxido de carbono durante el almacenamiento de los frutos de pimiento mantienen los principales atributos sensoriales de calidad e inhiben el crecimiento de los microorganismos que producen alteraciones en el fruto (Conesa *et al.*, 2007).

Por otro lado, existen otras técnicas como la utilización de películas de polietileno de baja densidad para prevenir la pérdida de agua y conservar la firmeza del producto fresco, que confirman ser una herramienta útil para el mantenimiento de la calidad postcosecha del pimiento dulce (Raffo *et al.*, 2007).

Los tratamientos con irradiación de luz UV-C y almacenados a 10°C, resultan un método útil para reducir la pudrición y mantener la calidad de los frutos de pimiento, además de reducir los daños producidos por las bajas temperaturas de almacenamiento (Vicente *et al.*, 2005).

1.7.3. Influencia del suelo en la calidad del fruto

El estado nutricional es un factor importante para la calidad en el momento de la cosecha, así como en la vida postcosecha de frutas y hortalizas (Crisosto y Mitchell, 2007). El equilibrio entre uno o más nutrientes afecta al crecimiento y estado fisiológico del fruto pudiendo originar desordenes fisiológicos, tanto por deficiencia como por una dosis excesiva (Soares-Gomes *et al.*, 2005).

Los nutrientes como el nitrógeno, calcio y fósforo son los que mayor interés tienen, por participar de forma activa en numerosos procesos metabólicos (Romojaro *et al.*, 2006). Según Rincón *et al.* (1993) de las cantidades totales extraídas, los frutos exportan la mayor parte de nitrógeno (64%) y fósforo (75%), siendo el resto de órganos vegetativos (hojas, tallos y pecíolos) los que acumulan la mayor cantidad de calcio (95%) y magnesio (75%). El potasio es acumulado prácticamente en partes iguales por frutos y resto de órganos vegetativos.

Estudios llevados a cabo durante 14 años realizando un seguimiento en la evolución de las propiedades químicas de un suelo franco-arenoso, tras la aplicación de fertilizantes minerales y orgánicos en pimiento, obtienen resultados que demuestran que el nitrógeno es un nutriente que influye de manera importante en el desarrollo y producción del fruto del pimiento (JinMyeon, 2009).

En general, se considera que un contenido excesivo de nitrógeno se traduce en una mayor producción foliar a costa de una menor calidad del fruto. El exceso de nitrógeno también acentúa los desequilibrios hídricos. Estos se ponen de manifiesto con fallos de

cuajado y aparición de podredumbres apicales en los frutos, particularmente en los períodos calurosos (Nuez *et al.*, 1996). Asimismo, su deficiencia es también adversa, provocando frutos de menor tamaño y en postcosecha la pérdida de agua durante el almacenamiento (Crisosto y Mitchell, 2007).

El calcio juega un papel clave en el crecimiento y desarrollo de las plantas y frutos y está implicado en muchos procesos bioquímicos y fisiológicos (Saure, 2005). Este nutriente es el que con más frecuencia se ha relacionado con la calidad de los productos hortícolas y en especial con la textura, debido a que participa en numerosos procesos del desarrollo y en el mantenimiento de la estructura de la pared celular, por su capacidad para establecer enlaces iónicos con los grupos carboxilatos de las pectinas (Poovaiah *et al.*, 1988).

El calcio es responsable de alteraciones fisiológicas o fisiopatías que se pueden manifestar durante el crecimiento del fruto en la planta o posteriormente en la postrecolección. Todas ellas tienen una repercusión económica importante, ya que las producciones afectadas no son comercializables. En el pimiento la deficiencia de calcio puede producir la aparición de la necrosis o podredumbre apical, que se caracteriza por el desarrollo de una mancha parda, primero húmeda y luego seca, en las proximidades del ápice del fruto (Hirschi, 2004).

Un aumento de calcio y nitrato en el cultivo de pimiento dulce, afectan positivamente en el crecimiento vegetativo y repercute en una menor incidencia de *Botrytis cinerea* (CheolSoo, 2010).

El potasio es uno de los macronutrientes principales y es considerado como un factor clave para la fruta de calidad (Shabala, 2003). Los resultados de la influencia del potasio en la calidad de los frutos del pimiento están relacionados con la calidad nutricional (Flores *et al.*, 2004).

Estudios realizados por Marín *et al.* (2009) han demostrado que el potasio influye de forma positiva sobre el contenido de vitamina C, provitamina A y el contenido fenólico del fruto del pimiento.

La carencia de potasio se evidencia entre otros, en defectos de pigmentación en el fruto y su exceso reduce la asimilación de calcio y magnesio, manifestándose los frutos más sensibles a la necrosis apical.

La falta de magnesio no afecta a los frutos en su forma, pero suelen ser algo más pequeños y menos numerosos debido a fallos de fructificación provocados por la carencia (Nuez *et al.*, 1996).

Además, un exceso de sales en la solución del suelo así como en el agua de riego causa graves problemas, como la reducción del tamaño del fruto (Navarro *et al.*, 2002).

1.7.4. Componentes de calidad del pimiento

La palabra “calidad” proviene del latín *qualitas*, que significa atributo, propiedad o naturaleza básica de un objeto. Sin embargo, en sentido abstracto su significado es «grado de excelencia o superioridad» (Crisosto y Mitchell, 2007). Aceptando esta definición, se puede decir que un producto es de mejor calidad cuando es superior en uno o varios atributos que son valorados objetiva o subjetivamente.

Debido a los múltiples usos del pimiento, se podrían considerar gran número de atributos como indicadores o definidores de su calidad. Sin embargo, en las normativas y clasificaciones habitualmente utilizadas, únicamente se pueden considerar algunos caracteres externos e internos del fruto, con los que se trata de definir los principales criterios de calidad. El concepto de calidad de los caracteres externos es muy variable pues depende de los gustos del mercado al que va dirigida la producción. Por ello, cada mercado puede presentar sus propios estándares de calidad (Vidal, 2003).

Uno de ellos es el **color** con el que se comercializan los frutos del pimiento que va a depender del estado de madurez, de los cultivares y de las preferencias del consumidor. Los principales colores son el verde, rojo, naranja, amarillo, marfil y chocolate-marrón.

Entre los métodos objetivos de evaluación de color se usan las medidas de reflexión de la luz, utilizando colorímetros triestímulos (Conrad *et al.*, 1987), de transmisión de la luz, utilizando espectrofotómetros (Nagle *et al.*, 1979) y para la determinación de los contenidos en pigmentos como clorofila, β -caroteno y capsanteno, se suele utilizar la cromatografía líquida de alta resolución (Almela *et al.*, 1991).

En cuanto a la **forma** existe una gran variabilidad de formas en los frutos de los pimientos, pudiendo ser alargados, esféricos, acorazonados, prismáticos, cúbicos...

Las preferencias en la forma, son función del modo de consumo o del destino del producto. Así, para la industria conservera se prefieren los tipos acorazonados y para el mercado en fresco los tipos prismáticos o cúbicos.

La mayor parte de las clasificaciones de los pimientos cultivados, se han hecho precisamente atendiendo a la forma del fruto o a parámetros tales como la relación entre la longitud y la anchura del fruto o la forma de su sección (Smith *et al.*, 1987). Aunque la forma del fruto no está relacionada directamente con su composición química, ni con su sabor, en el mercado español se asume que los pimientos gruesos, cúbicos, prismáticos y acorazonados suelen ser dulces y los alargados finos suelen ser picantes.

Otro carácter externo a tener en cuenta es el **tamaño**, dentro del género *Capsicum* hay una gran variabilidad para el tamaño, existiendo variedades que apenas miden 2 cm mientras otras sobrepasan los 20 cm de longitud. Para el consumo en fresco, tanto en Europa como en Norteamérica, se prefieren los frutos de tamaño grande, de forma cúbica o prismática (Costa, 1979).

En cuanto a **firmeza** o consistencia, decir que está asociada fundamentalmente con el estado de madurez. Los frutos que han alcanzado su desarrollo definitivo, pero aún verdes, son los que parecen más firmes y por lo tanto menos sensibles a los daños por manipulación (Kehr, 2002). La firmeza también está asociada a las condiciones de cultivo, así humedades relativas variables entre la noche y el día, temperaturas de cultivo no muy elevadas y suelos con conductividad eléctrica baja, favorecen la consistencia de los frutos.

La mayor firmeza de los frutos proporciona una mejor resistencia a los daños físicos y una mejor aptitud a la conservación y transporte.

La percepción del **sabor** en el pimiento se debe a diferentes sustancias aromáticas presentes en muy pequeñas cantidades, los azúcares, ácidos y las interacciones producidas entre todos ellos.

El sabor del fruto puede variar según la parte del mismo que se considere. La parte más próxima al pedúnculo (hombros) es la de peor sabor, es menos crujiente y menos jugosa que el resto. La parte media es la más sabrosa y la parte basal tiene un sabor menos sazonado (a fruto verde) (Janse, 1991).

1.7.5. Alteraciones: fisiopatías y enfermedades

A continuación, se exponen las alteraciones fisiológicas más comunes que afectan al fruto y las enfermedades más importantes en postcosecha del pimiento.

1.7.5.1. Fisiopatías

Las alteraciones fisiológicas son degradaciones tisulares no causadas por la invasión de patógenos (microorganismos productores de enfermedades), ni por lesiones mecánicas. Pueden desarrollarse en respuesta a un ambiente adverso, especialmente en lo que a temperatura se refiere, o a deficiencias nutritivas, durante el desarrollo (Wills *et al.*, 1999).

➤ **Agrietamiento o rajado del fruto (“Fruit cracking”)**

El agrietamiento o rajado del fruto sucede en frutos maduros debido a un exceso de agua provocando que la carne del pimiento se hinche y presione la piel terminando por romperla. Las grietas pueden ser circulares alrededor del pedúnculo, longitudinales a lo largo del pericarpio o que partan del extremo del fruto. Estas grietas constituyen una vía de entrada de diversos microorganismos que generan pudriciones en el fruto. Para tratar de paliar esta fisiopatía se vigilará que los aportes de agua al cultivo sean regulares (Casquero y Guerra, 2001).

➤ **Necrosis o podredumbre apical (“Blossom-end rot”)**

Los pimientos afectados por “necrosis apical” muestran próximo al ápice zonas de tejido que primero se debilita, observándose una mancha hundida, de color blanco o grisáceo, húmeda. Luego el tejido se seca y se vuelve de color pardo oscuro. Al origen de esta enfermedad se le atribuyen varias causas: una deficiencia de calcio durante el desarrollo del fruto, situaciones de sequía o exceso de agua en el suelo, o también por altos niveles de potasio o magnesio en el suelo (Casquero y Guerra, 2001). Los frutos afectados maduran prematuramente. El tejido dañado suele ser infectado por hongos saprofitos o facilitar la entrada de parásitos que afectan al pericarpio del fruto por su zona interna (Nuez *et al.*, 1996).

➤ **Asolado**

Es una de las alteraciones más comunes en pimiento y se manifiesta a través de una necrosis blanquizca de la zona en que ha incidido el sol. Los frutos más atacados son los que están virando, mientras que los de color verde oscuro o rojo resultan menos sensibles. Se ha comprobado que el daño sólo ocurre en presencia de luz, no es suficiente con el calor. Aunque el calor es imprescindible para que ocurra el daño (entre 40,5°C y 42,5°C), en ausencia de luz tiene efectos protectores. Frutos sometidos a temperaturas altas en

oscuridad son capaces de soportar la exposición al sol mejor, un efecto que seguramente ocurra de forma natural debido a las oscilaciones térmicas en muchas zonas de cultivo (Rabinowich *et al.*, 1983).

➤ Daños por frío (“Chilling injury”)

Sobre frutos verdes es frecuente ver tinciones moradas en su superficie cuando la planta sufre temperaturas próximas a 0°C. Pero los daños más importantes por frío se producen sobre los frutos de pimiento, ya sea por helada en el campo de cultivo o por elevada refrigeración en postcosecha (USDA, 1968).

Los tejidos del fruto afectados por frío (0-5°C) pierden humedad, se arrugan y a veces, parecen haber sufrido los efectos de una granizada. Cuando los frutos afectados son expuestos a temperaturas superiores, aparecen quemaduras en la superficie y sufren con facilidad ataques de hongos como *Alternaria* y *Botrytis* (Nuez *et al.*, 1996).

1.7.5.2. Enfermedades

La gran cantidad de patógenos que atacan el pimiento es la principal dificultad para su cultivo. Las enfermedades que son difíciles de controlar, cuando ya han atacado el cultivo, son las que causan mayores pérdidas. En condiciones de cultivo con altos rendimientos económicos, permiten controlar las plagas (trips, pulgones, ácaros, orugas, mosca blanca, minadores, y nemátodos), bacteriosis (*Pseudomonas solanacearum*, *Erwinia carotovora*, o *Xanthomonas campestris*) o los hongos (seca o tristeza, *Phytophthora capsici*, verticilosis, *Verticillium dahliae*, podredumbre gris, *Botrytis cinerea*, oidio, alternariosis, antracnosis, cercosporiosis, o fusariosis) que afectan al pimiento, así como algunas virosis, que son los principales problemas de este cultivo (Nuez *et al.*, 1996; Gil, 1993).

En postcosecha los frutos de pimiento son altamente perecederos y del total de las pérdidas producidas en almacenamiento el 40 % aproximadamente, son debidas a

enfermedades. Estas enfermedades son: podredumbre de los frutos producida por *Alternaria alternata*, el patógeno *Botrytis cinerea* que provoca la podredumbre gris, *Erwinia carotovora* que provoca la podredumbre blanda y podredumbre por *Rhizopus* (Namesny, 1999).

A continuación, se detallan estas enfermedades que presentan mayor incidencia en postcosecha del pimiento:

➤ **Alternariosis (*Alternaria spp.*)**

La podredumbre interna de los frutos de pimiento es una enfermedad fúngica causada por diversas especies del Deuteromiceto *Alternaria sp.* Inicialmente aparecen manchas pequeñas, circulares y ligeramente hundidas. Se desarrollan en la superficie de frutos que generalmente presentan grietas u otras heridas. Avanzada la enfermedad las manchas se extienden y se cubren de un moho de color gris o negro, necrosándose los tejidos adyacentes. En el interior del fruto produce manchas pardas en la cara interior del pericarpio, la placenta y las semillas (Gil Ortega *et al.*, 1990).

En el control preventivo se recomienda realizar tratamientos preventivos a partir de la floración mediante fungicidas (Casquero y Guerra, 2001). También resulta efectivo realizar una fertilización equilibrada evitando la carencia de calcio, manipular cuidadosamente los frutos para evitar dañarlos, así como mantener limpios los almacenes.

➤ **Podredumbre gris (*Botrytis cinerea*)**

Es un hongo que causa importantes daños en numerosos cultivos, la temperatura y la HR son factores decisivos en su desarrollo (rango óptimo 18-23 °C y 90-95% HR). Afecta a cualquier parte de los tejidos frescos de las plantas durante el cultivo y también en el almacenamiento. En postcosecha, aparecen ataques sobre frutos que previamente han sufrido daños por frío en la fase de conservación frigorífica, apareciendo manchas y

podredumbres, más o menos blandas, que se cubren de un moho de color gris y aspecto aterciopelado característico (Elad, 1989).

En el control preventivo se recomienda evitar el exceso de abonado nitrogenado, favorecer la aireación en el cultivo y llevar a cabo tratamientos fungicidas específicos (Casquero y Guerra, 2001).

➤ **Podredumbre blanda de los frutos (*Erwinia carotovora* pv. *carotovora*)**

Es una enfermedad bacteriana que afecta a un gran número de especies hortícolas, industriales y ornamentales. Penetra por heridas e invade tejidos medulares, provocando generalmente podredumbres acuosas y blandas que suelen desprender olor nauseabundo. Externamente en el tallo aparecen manchas negruzcas y húmedas. En general la planta suele morir. En frutos también produce podredumbres acuosas y blandas. Tiene gran capacidad saprofítica, por lo que puede sobrevivir en el suelo, agua de riego y raíces de malas hierbas. Las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad son altas humedades relativas y temperaturas entre 25 y 35°C (Coplin, 1980).

Para su control se debe cosechar los frutos secos, eliminar todos los restos vegetales de los almacenes, reducir los daños de los frutos durante la postcosecha y almacenar los frutos a baja humedad y temperatura (4°C).

➤ ***Rhizopus* sp. (“*Rhizopus rot*”)**

Tienen importancia sobre todo como causantes de podredumbres durante el almacenamiento y comercialización. Estas podredumbres pueden ser muy importantes en frutos expuestos a temperaturas elevadas (15-25°C) y en los que haya habido daños mecánicos. En general se consideran como hongos que invaden a través de heridas. La infección causa inicialmente un aspecto higrópico seguido por una maceración rápida de los tejidos, que en el caso de los pimientos no tiene lugar un cambio de coloración de los tejidos infectados (Harris *et al.*, 1980).

El control de la infección debe realizarse cosechando con frecuencia de forma que no permanezcan en el campo frutos excesivamente maduros. El control posterior a la recolección es posible enfriando y manteniendo el almacén a temperatura inferior a 5°C; estas temperaturas no sólo inhiben la germinación y crecimiento del hongo, sino que también causan una reducción de la viabilidad de las esporangiosporas (Dennis y Hocker, 1981).

1.8. PROCESADO DEL PIMIENTO ASADO EN EL BIERZO

En la comarca del Bierzo la recolección del pimiento se realiza manualmente y de forma escalonada en varias pasadas, en el momento en que los caracteres físicos, morfológicos y de calidad de los frutos mejor se ajustan a los valores óptimos de recolección. Posteriormente, el pimiento se transporta desde las parcelas hasta la industria transformadora utilizando métodos adecuados que no deterioren la calidad del pimiento, palots u otros envases rígidos que pueden ser apilables, convenientemente aireados y protegidos de la acción solar directa.

Los pimientos, al llegar a la fábrica, pueden ser procesados o bien almacenados. Los almacenes permanecen secos, carentes de humedades, suciedades y olores extraños que puedan afectar al producto y para ello se airean convenientemente. Además, el almacenamiento se realiza de modo que permita efectuar una adecuada rotación de existencias (CRPAB, 2011).

En cuanto a las condiciones de elaboración, el asado de los pimientos en El Bierzo se realiza a la plancha o al horno. El combustible usado es leña (de encina, roble, chopo o castaño) o bien gas (propano o natural).

Los hornos que utilizan gas (propano o natural) son cilíndricos, rotatorios e inclinados, y en ellos el producto va girando y descendiendo lentamente hacia la salida. Poseen un potente ventilador que hace que la llama llegue hasta el pimiento para asarlo

instantáneamente. El tiempo de asado se regula con la velocidad de giro, cuanto mayor sea la velocidad de giro, menor tiempo estará el pimiento en el horno y por lo tanto, menor será la intensidad de asado; este giro es producido por un motor eléctrico de velocidad variable.

El asado mediante plancha metálica es un sistema más tradicional y de menor rendimiento que el anterior y se trata de una chapa metálica apoyada sobre muros de obra de fábrica cerrados, con el fin de formar una capilla o cámara donde se produce la combustión de la leña. Sobre la chapa calentada por la leña, se distribuyen los pimientos para proceder a su asado. Este sistema es discontinuo y requiere mayor número de mano de obra, ya que es necesario renovar la fuente calorífica, voltear los pimientos para que se asen por todas sus caras, y además es una operación engorrosa, que requiere aislamiento térmico y rotación de operarios para evitar la fatiga (CRPAB, 2011).

Guerra *et al.* (en prensa) evaluaron el efecto que tenían sobre el rendimiento al asado la utilización de dos variedades locales y cuatro métodos de asado, observando que con el asado en horno rotatorio se obtenían los menores rendimientos al asado siendo los mayores rendimientos obtenidos en hornos de convección de gas.

Una vez asado se realiza el proceso de descorazonado, pelado y eliminación de semillas, sin que en ningún momento los frutos sean sumergidos en agua o soluciones químicas.

En la fase de pelado se retira la piel quemada de la carne del fruto, esta fase se puede realizar de forma semiautomática, haciendo un primer pelado o pre-pelado mediante tambores cilíndricos rotatorios perforados a través de los cuales van avanzando los pimientos, o de forma totalmente manual. En el primer caso, el rozamiento de los pimientos con el interior del cilindro provoca el despegue de la piel. El biombo de la peladora, posee un cono de recepción del producto y está provisto de paletas interiores

inclinadas para el volteo de los frutos. Para el giro del biombo el equipo dispone de un motor eléctrico que puede llevar regulador de velocidad.

El proceso de pelado manual se realiza sobre una cinta transportadora accionada por un motor eléctrico con dispositivo regulador de velocidad. Suelen existir dos calles, por una de las calles circula el pimiento sin pelar, y sobre la otra, más elevada, se coloca el pimiento pelado. La retirada de residuos (pieles, semillas, pedúnculo) se efectúa a través de un depósito lateral (CRPAB, 2011).

Una vez pelados los frutos, el producto se introduce en los envases manualmente o mediante una llenadora volumétrica. Cuando se utiliza esta última, los envases se rellenan desde una tolva de carga del producto, a través de “bolsillos” distribuidos perimetralmente en una bandeja giratoria y que presentan un diseño telescópico que permite obtener diversas alturas de llenado en función del tipo de envase.

El caldo de gobierno que acompaña al pimiento en el envase es el propio jugo que desprende el pimiento una vez asado. Al caldo se le puede adicionar sal, aceite de oliva o de semillas, ácido cítrico ó zumo de limón. El envasado se realiza en envases de vidrio o metal en formatos de contenido neto máximo de 780 gramos de pimiento, presentados enteros o en trozos. Una vez llenos los envases, se procede a su cerrado. Esta operación se puede hacer mediante cerradoras manuales, semiautomáticas o automáticas.

Los pimientos, una vez envasados, se someten a tratamiento térmico de esterilización para su conservación. El equipo de tratamiento térmico más común es el autoclave discontinuo, que dispone de un quemador incorporado que produce vapor. En algunos casos se utilizan calderas abiertas que consisten en recipientes redondos; en este caso el tratamiento se realiza con agua, calentándose ésta a la temperatura deseada antes de introducir los envases.

Una vez concluido el tratamiento térmico, se enfrían los envases con la máxima rapidez a fin de prevenir el sobrecalentamiento de los pimientos, se etiquetan y se embalan.

En lo referente al etiquetado, las industrias de elaboración y envasado que tienen el certificado del Consejo Regulador utilizan en las etiquetas la mención “Indicación Geográfica Protegida Pimiento Asado del Bierzo” y el logotipo del Consejo Regulador. Los envases van provistos del distintivo numerado expedido por el Consejo Regulador que se coloca en la planta envasadora inscrita (CRPAB, 2011).

1.9. ANÁLISIS SENSORIAL

1.9.1. Concepto de análisis sensorial

Las definiciones que se han establecido para el concepto de análisis sensorial son diversas. Según la División de Evaluación Sensorial del Instituto de Tecnólogos de los Alimentos (1975), el análisis sensorial es: “la rama de la ciencia utilizada para obtener, medir, analizar e interpretar las reacciones a determinadas características de los alimentos y materiales, tal y como son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”. Otra definición del análisis sensorial es la que da la norma UNE 87-001-94: “examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos” (AENOR, 1997).

Son varias las disciplinas que, de una u otra forma, intervienen en el análisis sensorial. Entre ellas están la psicofisiología, que intenta explicar la forma por la que nuestros sentidos se “impresionan”, así como su posterior interpretación y respuesta en el cerebro; la psicología, que propone la forma de transformar una técnica claramente subjetiva en un instrumento de medida objetivo; la estadística, que ayuda a extraer conclusiones mediante la transformación y reducción de la información total proveniente

de los datos, y la sociología, que ayuda a interpretar los resultados anteriores (Ibáñez y Barcina, 2001)

1.9.2. Usos del análisis sensorial

El papel de la evaluación sensorial tiene como objetivo conocer tanto las características como la aceptabilidad de un producto. El campo de las posibles aplicaciones del análisis sensorial es muy amplio y puede ser utilizado de forma potencial en los distintos departamentos de producción, ventas, control de calidad y desarrollo de un producto de una empresa alimentaria (Ibáñez y Barcina, 2001).

El análisis sensorial se convierte en una herramienta de suma utilidad, dado que permite encontrar los atributos de valor importantes para los consumidores, que sería muy difícil de medir de otra manera. El análisis sensorial existió desde los comienzos de la humanidad, considerando que el hombre eligió sus alimentos, buscando una alimentación estable y agradable (Picallo, 2002). Sin embargo el surgimiento como ciencia es reciente, siendo establecida y aceptada como tal en la actualidad.

Según Sancho *et al.* (1999), los objetivos del análisis sensorial son:

- Caracterización de los cambios sensoriales en los alimentos o materias primas atribuibles a procesados o a variaciones naturales.
- Distinción entre lotes o proveedores de un mismo producto.
- Clasificar los productos de acuerdo con la calidad establecida.
- Establecer relaciones entre los datos objetivos y la aceptación por parte del consumidor.
- Obtener información sobre la capacidad de discriminación o aceptación de diferentes grupos sociales de consumidores frente a variaciones o nuevos tipos de producto acabado.

Para Irigoyen *et al.* (2003), las pruebas sensoriales son un proceso frecuentemente utilizado en la evaluación de productos con Denominación de Origen.

1.9.3. Herramientas del análisis sensorial

El análisis sensorial se realiza con los sentidos, pero con unos condicionantes que aumentan su objetividad y fiabilidad. Por esta razón es necesario conocer cual es la fisiología y el mecanismo mediante el cual los estímulos son percibidos por el sujeto pasivo. Pero asimismo, también es necesario conocer como el entorno tanto físico como psicológico puede influir en el resultado final (Sancho *et al.*, 1999).

Las herramientas más utilizadas para evaluar las sensaciones de los sujetos que participan en las pruebas de análisis sensorial son las escalas de valores (Ibáñez y Barcina, 2001). Las escalas deben cumplir una serie de requisitos que son los siguientes:

- Que sea significativa para los sujetos, es decir, que las palabras que se utilicen sean familiares, de fácil comprensión y no ambiguas.
- Que sea fácil de usar, sencilla, con instrucciones y preguntas concretas.
- Que sea imparcial, es decir, que los resultados obtenidos mediante la escala no se vean afectados por la naturaleza de la misma.
- Que sea apropiada, esto es, que la escala mida el atributo, la característica o la actitud que se espera medir.

1.9.4. Análisis sensorial de productos vegetales u hortalizas

El control de la interacción entre los aspectos nutricionales y sensoriales y las técnicas de elaboración, desde la recolección hasta la distribución y procesado de los alimentos, puede dar lugar a productos más saludables. Además, el control de la calidad sensorial de los productos vegetales puede influir en la selección y el consumo de los alimentos elaborados (Borjes *et al.*, 2010).

La calidad en las hortalizas abarca atributos sensoriales, los cuales pueden ser percibidos por los sentidos humanos y atributos ocultos como los relativos a la nutrición y seguridad. La importancia relativa de los diferentes atributos de la calidad pueden ir cambiando a medida que el producto va pasando por distintas etapas desde la cosecha hasta el consumidor (Shewfelt,1999).

Es decir, que la calidad en las hortalizas puede ser medida, entre otros, a través de aspectos sensoriales, es decir, aquellos que pueden percibir nuestros sentidos (Ferratto, 2003):

- Visuales: es uno de los aspectos más importante que caracterizan a la calidad y es lo que habitualmente se define como “calidad”. La expresión "la primera impresión entra por los ojos" es muy válida para los productos hortícolas. Es muy importante el tamaño, la forma, el brillo, el color y la ausencia de defectos visuales.
- Táctiles y auditivos: la textura de un producto es un atributo complejo percibido como sensaciones por los labios, la lengua, los dientes, el paladar y los oídos. La firmeza o ternura de un producto están relacionadas con la mayor o menor dificultad para desgarrar los tejidos y masticarlos.
- Olfativos: el aroma de los productos hortícolas es un componente muy importante de la calidad y es producido por numerosos compuestos.
- Gustativos: son los percibidos por el sentido del gusto, ellos son: dulzura, amargura, acidez y salinidad.

1.9.5. Análisis sensorial de pimiento asado

El análisis sensorial es útil también para productos transformados, así Calvo *et al.* (1980) realizaron trabajos con la medida instrumental de textura de pimientos en conserva mediante penetrómetro. Afirmaban que dicha medida instrumental podía sustituir a la

evaluación sensorial de dicho parámetro. Además, concluyen que el proceso tecnológico de fabricación de conservas de pimiento permite elaborar productos de una textura tal que sólo se aprecian sensorialmente dos niveles de firmeza: “blandos” y “normales y firmes”. Calvo (1977) consideró a la firmeza o dureza como el parámetro sensorial más representativo de la textura de pimientos en conserva.

Para controlar sensorialmente el pimiento del piquillo de Lodosa, Irigoyen *et al.* (2003) elaboraron una guía de evolución sensorial. Para ello, se llevó a cabo una búsqueda de descriptores a través de metodología de análisis descriptivo. Se establecieron los atributos que mejor definen a un producto, así como la intensidad óptima de cada uno de ellos según una escala de intervalos cuyo rango se extiende desde 0 (ausencia) hasta 5 (muy intenso). Los descriptores se clasificaron en tres grupos: características en el momento de la apertura del envase, de aspecto y de sensación en boca. Finalmente se obtuvo la puntuación total mediante la suma de la nota de cada atributo modificada por unos coeficientes de corrección, diferentes para cada uno de ellos según su importancia relativa.

Sanz *et al.* (1999) elaboraron un perfil sensorial para calificar el pimiento asado del Bierzo, definiendo la calidad global por medio de una ecuación general de calidad desarrollada por análisis de regresión múltiple de la relación entre los perfiles sensoriales y la aceptación de pimientos asados.

Guerra *et al.* (2004), realizaron una evaluación de la calidad sensorial del pimiento asado del Bierzo cultivado en diferentes ambientes, obteniendo unas calificaciones de análisis sensorial más altas los genotipos cultivados en acolchado y con riego por goteo.

También, Guerra *et al.* (2005), compararon la calidad sensorial del pimiento del Bierzo asado mediante diferentes métodos, concluyendo que el método de análisis sensorial utilizado permite diferenciar entre los diferentes métodos de asado.

Estudios realizados por Arazuri *et al.* (2010) para evaluar la influencia del proceso de pelado en la calidad del pimiento del piquillo en conserva, obtuvieron unos mejores resultados en los pimientos pelados a mano que los pelados mecánicamente, ya que mostraban un color rojo más intenso y brillante y una textura más suave y homogénea.

Otros trabajos sobre análisis sensorial como los realizados por Casquero *et al.* (2011), demostraron el efecto favorable del almacenamiento del pimiento sobre las propiedades sensoriales del producto transformado.

2. OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo han sido:

- Estudiar como influyen las condiciones de conservación sobre la calidad del fruto fresco de pimiento del Bierzo.
- Determinar la influencia de las condiciones de conservación sobre el rendimiento al asado y la calidad sensorial del pimiento asado del Bierzo.
- Analizar como influye el ambiente de cultivo sobre la calidad del fruto fresco de pimiento del Bierzo.
- Analizar la influencia del ambiente de cultivo sobre el rendimiento al asado y la calidad sensorial del pimiento asado del Bierzo.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. MATERIAL

3.1.1. Material vegetal

El material vegetal consistió en pimiento (*Capsicum annuum* L.) de ecotipo Bierzo, seleccionado en función de sus características agronómicas así como de las características demandadas por las industrias bercianas dedicadas a la transformación de pimiento (Casquero y Guerra, 2000) correspondiente al tipo C3 (Guerra, 2004) de acuerdo a la clasificación de Pochard (1966).

3.1.2. Material de campo

El cultivo del pimiento se realizó en tres fincas experimentales, durante el año 2008 en los municipios de Almazcara y de Magaz, y durante el año 2009 en los municipios de Almazcara y de Cabañas Raras, los tres municipios pertenecientes a la comarca del Bierzo e incluidos en la zona de cultivo delimitada por la IGP Pimiento Asado de El Bierzo. Sus características geográficas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3.1. Características geográficas de los municipios donde se localizan las fincas experimentales (CRPAB, 2011)

Municipio	Características geográficas		
	Latitud	Longitud	Altitud (m)
Almazcara	42°35' N	6°30' W	570
Cabañas	42°37' N	6°38' W	560
Magaz	42°35' N	6°41' W	510

Los análisis de suelo se realizaron en el Laboratorio de Técnicas Instrumentales de la Universidad de León.

En las tablas 3.2 a 3.5 se exponen los resultados de los análisis de suelos correspondientes a los años 2008 y 2009:

Tabla 3.2. Resultados del análisis de suelo de Almazcara en 2008
(LTI Universidad de León, 2008)

Carácter analizado	Valor
Arena (%)	50
Limo (%)	36
Arcilla (%)	14
Textura (USDA)	FRANCA
pH	5,14
Carbonatos (% de caliza)	Ip
Materia orgánica (%)	1,68
Nitrógeno total (%)	0,15
Relación C/N	6,43
Fósforo Olsen (mg kg⁻¹)	60,39
Calcio (cmol(+) kg⁻¹)	3,10
Potasio (cmol(+) kg⁻¹)	0,29
Magnesio (cmol(+) kg⁻¹)	0,89
Sodio (cmol(+) kg⁻¹)	0,03
C.I.C (cmol(+) kg⁻¹)	4,09
(Capacidad de intercambio catiónico)	
Cobre (mg kg⁻¹)	0,86
Hierro (mg kg⁻¹)	144,27
Manganeso (mg kg⁻¹)	8,44
Zinc (mg kg⁻¹)	0,82
Boro (mg kg⁻¹)	0,26
Conductividad (dS m⁻¹)	0,10

Nota aclaratoria: cmol (+) kg⁻¹ equivale a meq/100g ; mg kg⁻¹ equivale a ppm

Tabla 3.3. Resultados del análisis de suelo de Magaz en 2008
(LTI Universidad de León, 2008)

Carácter analizado	Valor
Arena (%)	42
Limo (%)	36
Arcilla (%)	22
Textura (USDA)	FRANCA
pH	5,32
Carbonatos (% de caliza)	Ip
Materia orgánica (%)	1,66
Nitrógeno total (%)	0,11
Relación C/N	8,69
Fósforo Olsen (mg kg⁻¹)	8,64
Calcio (cmol(+) kg⁻¹)	1,73
Potasio (cmol(+) kg⁻¹)	0,58
Magnesio (cmol(+) kg⁻¹)	0,33
Sodio (cmol(+) kg⁻¹)	0,04
C.I.C (cmol(+) kg⁻¹)	2,82
(Capacidad de intercambio catiónico)	
Cobre (mg kg⁻¹)	1,36
Hierro (mg kg⁻¹)	142,80
Manganeso (mg kg⁻¹)	33,21
Zinc (mg kg⁻¹)	0,69
Boro (mg kg⁻¹)	0,33
Conductividad (dS m⁻¹)	0,03

Nota aclaratoria: cmol (+) kg⁻¹ equivale a meq/100g ; mg kg⁻¹ equivale a ppm

Tabla 3.4. Resultados del análisis de suelo de Almázcara en 2009
(LTI Universidad de León, 2009)

Carácter analizado	Valor
Arena (%)	53
Limo (%)	32
Arcilla (%)	15
Textura (USDA)	FRANCO- ARENOSA
pH	5,81
Carbonatos (% de caliza)	Ip
Materia orgánica (%)	2,24
Nitrógeno total (%)	0,17
Relación C/N	7,30
Fósforo Olsen (mg kg⁻¹)	35,24
Calcio (cmol(+) kg⁻¹)	3,40
Potasio (cmol(+) kg⁻¹)	0,18
Magnesio (cmol(+) kg⁻¹)	0,93
Sodio (cmol(+) kg⁻¹)	0,04
C.I.C (cmol(+) kg⁻¹)	5,67
Cobre (mg kg⁻¹)	0,92
Hierro (mg kg⁻¹)	93,45
Manganeso (mg kg⁻¹)	5,36
Zinc (mg kg⁻¹)	1,26
Boro (mg kg⁻¹)	0,38
Conductividad (dS m⁻¹)	0,04

Nota aclaratoria: cmol (+) kg⁻¹ equivale a meq/100g ; mg kg⁻¹ equivale a ppm

Tabla 3.5. Resultados del análisis de suelo de Cabañas en 2009
(LTI Universidad de León, 2009)

Carácter analizado	Valor
Arena (%)	28
Limo (%)	42
Arcilla (%)	30
Textura (USDA)	FRANCO- ARCILLOSA
pH	7,47
Carbonatos (% de caliza)	Ip
Materia orgánica (%)	2,63
Nitrógeno total (%)	0,18
Relación C/N	8,56
Fósforo Olsen (mg kg⁻¹)	41,90
Calcio (cmol(+) kg⁻¹)	7,57
Potasio (cmol(+) kg⁻¹)	0,98
Magnesio (cmol(+) kg⁻¹)	2,16
Sodio (cmol(+) kg⁻¹)	0,12
C.I.C (cmol(+) kg⁻¹)	11,07
Cobre (mg kg⁻¹)	2,30
Hierro (mg kg⁻¹)	50,13
Manganeso (mg kg⁻¹)	7,52
Zinc (mg kg⁻¹)	2,35
Boro (mg kg⁻¹)	1,35
Conductividad (dS m⁻¹)	0,14

Nota aclaratoria: cmol (+) kg⁻¹ equivale a meq/100g; mg kg⁻¹ equivale a ppm

Por otro lado, para la recolección de los frutos en el campo se utilizaron:

- Cubos de plástico para la recogida del pimiento.
- Tijeras.

3.1.3. Material de conservación

Los pimientos fueron conservados en un armario de refrigeración marca Danfri, en la Escuela Superior y Técnica de Ingeniería Agraria del Campus de Ponferrada.

Las condiciones de conservación durante los dos años fueron:

- Pimientos conservados a temperatura ambiente: 18°C y 50% HR (humedad relativa).
- Pimientos conservados en refrigeración: 8°C y 90% HR.



Figura 3.1. Armario de refrigeración (Fuente propia, 2009)

3.1.4. Material de laboratorio

Los análisis instrumentales se realizaron en el Laboratorio de Postcosecha de la ESTIA de Ponferrada.

Para la determinación de la calidad del pimiento fresco fueron utilizados los siguientes equipos:

➤ Balanza

Se utilizó una balanza de precisión marca Bel, QLW (0,1 g de precisión).



Figura 3.2. Balanza digital (Fuente propia, 2009)

➤ Refractómetro

Para medir el contenido en SST (sólidos solubles totales) se utilizó un refractómetro digital de mesa de precisión marca Atago, DR-11. El refractómetro es un equipo con un prisma de material traslúcido, que permite la entrada de la luz natural y con un sistema de lentes que permite tener una visión clara de la escala. En el campo de visión debe equilibrarse la separación de la línea de reflexión en el punto de corte de dos líneas en cruz y la lectura es directa.

El refractómetro compensa automáticamente el valor de SST Brix en función de la temperatura.



Figura 3.3. Refractómetro de mesa (Fuente propia, 2009)

➤ Colorímetro

Para analizar el color del pimiento, se utilizó un colorímetro portátil marca Minolta, CR-200, para analizar con precisión el color de fondo del pimiento. El sistema de color usado fue el Lab CIE, por el cual el color se expresa mediante tres coordenadas numéricas según el CIE (Comisión Internacional de la Iluminación, 1978):

- L*: expresa el grado de luminosidad que va desde 0 (negro) hasta 100 (blanco).
- a*: expresa el grado de verde a rojo (a* más negativo: más verde; a* más positivo: más rojo).
- b*: expresa el grado de azul a amarillo (b* más negativo: más azul; b* más positivo: más amarillo).



Figura 3.4. Colorímetro (Fuente propia, 2009)

➤ Material para la medición de acidez

Los materiales utilizados para determinar la acidez fueron:

- Licuadora marca Moulinex Fruttipro, modelo BKA141.
- Cuchillo.
- Agua destilada.
- Vasos de precipitados.
- Pipetas marca Cualicolor, de 10 ml y pipeteadores marca Glasfirn.
- Bureta, marca Pobel de 50 ml.
- Fenoftaleína.
- Hidróxido sódico (0,1 N).



Figura 3.5. Bureta, fenofaleína y NaOH (Fuente propia, 2009)

➤ pH-metro

Se utilizó un pH-metro marca WTW, pH 330, para realizar la medición del pH.



Figura 3.6. pH-metro (Fuente propia, 2009)

➤ Texturómetro

Se utilizó un texturómetro de la marca TA-XT2i, StableMicro System.



Figura 3.7. Texturómetro (Fuente propia, 2009)

3.1.5. Material de asado industrial

Para el asado de pimientos se contó con la colaboración de un industrial de la zona, “*Castro Picón, SLL*”, ubicado en el municipio de Cacabelos (León) que cedió sus instalaciones para realizar el asado, pelado y envasado del pimiento asado. El asado de pimientos se llevó a cabo utilizando una plancha metálica, cuyas características según los industriales son: espesor de la plancha de 20 mm, temperatura de asado de 300°C y rendimiento de 75 kg/h y m², con fuente de leña según el método usado tradicionalmente en El Bierzo.

Las fechas de asado fueron:

- Año 2008: 29 de septiembre, 4, 9 y 20 de octubre.
- Año 2009: 2 y 12 de octubre.

El material usado en la industria fue el siguiente:

- Plancha metálica calentada por leña

El asado mediante esta plancha es el sistema tradicional de la zona consistente en una chapa metálica apoyada sobre muros de obra de fábrica cerrados, con el fin de formar una capilla o cámara donde se produce la combustión de leña. Sobre la chapa calentada por la leña, se distribuyen los pimientos para proceder a su asado.



Figura 3.8. Plancha metálica de asado (Fuente propia, 2009)

- Cintas

El pelado y embotado de los pimientos se llevó a cabo en cintas de acero inoxidable.

- Autoclave

Se utilizó un autoclave eléctrico para esterilización a vapor (P-Selecta, Presoclave 75). El autoclave incorpora un desagüe, una toma de agua, una toma de corriente, una toma de alimentación al quemador y una salida de gases. Dispone también de un sistema de elevación de la cesta mediante cabria giratoria y polea.



Figura 3.9. Autoclave eléctrico (Fuente propia, 2009)

- Tarros de vidrio de 200 g de peso neto aproximado.

3.1.6. Material de análisis sensorial

El análisis sensorial fue realizado por un panel de catadores entrenados en el ITACYL (Instituto Tecnológico Agrario de Castilla y León), que cuenta con sala de catas y panel de catadores entrenados. El análisis sensorial se realizó en una sala de cata construida y equipada de acuerdo a la norma ISO 8589. El nivel de ruido se redujo al mínimo, sobre todo el discontinuo (puertas, sillas y cubiertos). No hubo contaminación de olores (local con aire acondicionado con filtros de carbón activo) ni se utilizaron productos de limpieza con olor residual, evitando olores aportados por los catadores. Se evitó la decoración superflua, con la implantación de colores neutros, tipo blancos o grises claros. Las condiciones ambientales fueron de 22°C y 60-70% HR.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Diseño experimental

El estudio consistió en un diseño de bloques al azar con dos factores, condiciones de conservación con 4 niveles (año 2008) y 3 niveles (año 2009), y ambiente (2 niveles) y tres repeticiones. La recolección se realizó en el momento comercial en función del número de días tras la floración.

3.2.2. Preparación de muestras y conservación

Tras la recolección, los pimientos se trasladaron al Laboratorio de Postcosecha de la ESTIA de Ponferrada, donde fueron limpiados con un paño para eliminar restos de tierra y seleccionados de manera que los frutos dañados eran retirados. A continuación, los frutos provenientes de la misma finca y bloque fueron separados en grupos según los niveles de conservación (4 grupos en 2008, 3 grupos en 2009). Cada muestra se depositó en una caja de plástico de dimensiones 40×30×16 cm.

La unidad experimental consistió en 15 frutos. En el año 2008 se prepararon 24 muestras de 15 pimientos (2 ambientes, 4 niveles de conservación, 3 bloques), mientras que en el año 2009 se prepararon 18 muestras de 15 pimientos (2 ambientes, 3 niveles de conservación, 3 bloques).

Las muestras de pimiento permanecieron en el año 2008 durante 1 día y 5 días a una temperatura de 18°C y 50% HR, y períodos de 10 y 20 días en condiciones frigoríficas (8°C y 90% HR) y en el año 2009 permanecieron durante 1 día en condiciones ambientales (18°C y 50% HR) y bajo ambas condiciones de conservación durante 10 días.

Una vez transcurrido el tiempo de conservación, las muestras de 15 frutos se subdividieron en una submuestra de 10 frutos para realizar los análisis instrumentales y una submuestra de 5 frutos para realizar las pruebas de asado.



Figura 3.10. Submuestras de frutos destinados al asado (Fuente propia, 2008)

3.2.3. Metodología del análisis instrumental en laboratorio

El procedimiento de análisis para los diferentes índices utilizados fue:

- PESO

Para determinar el peso, se utilizó la balanza, que fue colocada sobre una superficie lisa y estable, se taró y los frutos fueron colocados para su pesado. El peso de los frutos se determinó en dos momentos:

- Tras la recolección y antes del período de conservación.
- Tras la conservación y antes del proceso de asado.

Conociendo estos dos pesos, se pudieron determinar las pérdidas de peso de las muestras durante la conservación, por diferencia entre ambos.

- COLOR

Tras la calibración del colorímetro, el color de los frutos se determinó utilizando el sistema de color CieLab. Para ello, se realizaron tres mediciones sobre tres puntos de la zona ecuatorial del fruto mediante tres disparos.

- REFRACTOMETRÍA

La metodología consistió en:

- Ajuste de la escala con agua destilada y posterior limpieza del prisma con un papel suave.
- Obtención de tiras longitudinales de los frutos a analizar.
- Extracción del zumo mediante licuadora.
- Depósito de dos o tres gotas del zumo de pimiento sobre el prisma del refractómetro.
- Adaptación del ocular para poder ver la escala nítida. A través del ocular se realiza la lectura ajustando la línea de reflexión en el punto medio de la cruz.
- Lectura del índice de refracción. El valor leído se anota en grados Brix, que representa el porcentaje de la concentración de todos los sólidos solubles contenidos en una muestra.

- ACIDEZ

Se determinó la acidez de las muestras por neutralización del ácido con una base. La metodología consistió en:

- Tomar 10 ml del zumo extraído mediante la licuadora con una pipeta y depositar en un vaso de precipitado.
- Añadir 10 ml de agua destilada y tres gotas del indicador fenoftaleína.
- Realizar una valoración con una solución de NaOH 0,1 N hasta que la solución viró a color rosa.
- Anotar los ml de NaOH usados.

Se realizaron dos determinaciones por cada muestra. Para obtener finalmente la acidez en % de ácido cítrico, se multiplicó por un factor de corrección (0,064).

- TEXTURA

La fuerza máxima (N) alcanzada durante la prueba de la deformación del tejido fue grabada usando un analizador de textura (TA.XT2, Stable Micro Systems Texture Technologies, Scarsdale NY) equipado con una sonda plana (3 mm de diámetro). Cada fruto fue penetrado 7 mm a una velocidad de $0,5 \text{ mms}^{-1}$ y se midió tres veces sobre la zona ecuatorial del pimiento. Las mediciones se realizaron en ambos lados del tejido del fruto, es decir, de la piel y lado de la carne.

3.2.4. Método de asado

Una vez completado el proceso de asado se pesó el producto transformado, para expresarlo en relación con el peso del producto fresco (antes de transformar), obteniendo el rendimiento (peso asado/peso crudo) (Casquero *et al.*, 2003).

El horno de leña fue calentado antes de la colocación de los pimientos sobre la chapa metálica con el objeto de que la temperatura de asado fuese lo más uniforme posible. La temperatura de asado fue de 300°C . Las submuestras de 5 frutos se colocaron separadamente sobre la plancha metálica calentada por leña. Una vez que los frutos estaban asados homogéneamente en todas sus caras, eran retirados de la plancha. El tiempo de asado se mantuvo entre una variación de 18 y 25 minutos.



Figura 3.11. Pimientos asados (Fuente propia, 2009)

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Una vez extraídos los pimientos de la plancha fueron pelados manualmente con cuchillos. Durante la transformación de los pimientos se registró la facilidad de pelado de cada muestra, esto es, la aptitud del pimiento asado para separar la piel de la carne. La escala de facilidad de pelado consistió en cuatro valores: malo, regular, bueno o muy bueno.



Figura 3.12. Proceso de pelado a mano en la industria
(Fuente propia, 2009)



Figura 3.13. Envase de vidrio para el llenado de los pimientos pelados
(Fuente propia, 2009)

El pimiento pelado se introdujo en envases de vidrio de 200 g de peso neto aproximado, que habían sido previamente marcados. Una vez llenos, los tarros se cerraron manualmente y se procedió a su esterilización en autoclave discontinuo. Esta operación consiste en el calentamiento de los alimentos durante un tiempo y una temperatura determinada para conseguir la esterilidad comercial, es decir, eliminar los microorganismos capaces de provocar intoxicación alimentaria y reducir el contenido de gérmenes alterantes hasta un nivel comercialmente aceptable. Para un alimento con un $\text{pH} > 4,5$ como es el pimiento, se exige un calentamiento a temperaturas superiores a 100°C , generalmente $115\text{-}130^{\circ}\text{C}$, durante un tiempo suficiente como para reducir el número de esporas de *Clostridium botulinum*.

Los botes de pimiento permanecieron alrededor de 25 minutos en autoclave a una temperatura de 125°C , enfriándose posteriormente los tarros para evitar el abombamiento de las tapas.

En el año 2008 se asaron 6 muestras (ambientes Almacén y Magaz por 3 repeticiones) para cada una de las 4 diferentes técnicas de conservación, es decir, se asaron 6 muestras de pimientos el día siguiente a la cosecha, 6 muestras de pimientos almacenados 5 días a 18°C y 50% HR, 6 muestras de pimientos almacenados 10 días a 8°C y 90% HR y otras 6 muestras de pimientos que permanecieron en almacenamiento durante 20 días a 8°C y 90% HR.

Debido al porcentaje tan elevado de podredumbre, superior al 70% en algunas muestras, en los pimientos almacenados durante 20 días en el año 2008, en el año 2009 se decidió no llevar a cabo una conservación durante un período de tiempo tan largo. Por lo tanto, en el año 2009 se asaron 6 muestras (ambientes Almacén y Cabañas por 3 repeticiones) para cada una de las 3 técnicas de conservación realizadas, es decir, 6 muestras al día siguiente de la cosecha, 6 muestras de pimientos almacenados 10 días a

temperatura ambiente (18°C y 50% HR) y otras 6 muestras procedentes de frutos almacenados también 10 días en condiciones frigoríficas (8°C y 90% HR).

Cada una de las muestras de asado consistió en 2 tarros de pimientos asados, por lo que en el año 2008 se obtuvieron 48 tarros y en 2009 se obtuvieron 36 tarros.

3.2.5. Método de análisis sensorial

Las muestras fueron servidas a los catadores en cabinas separadas, siendo evaluadas con luz blanca y a la temperatura ambiente, asegurando así la comodidad y privacidad de los catadores. Las muestras de 30 g de pimiento asado de peso fueron presentadas siguiendo un diseño de bloques al azar. Se tomaron muestras de los tarros y se colocaron en platos inodoros de porcelana blanca codificados con números aleatorios de tres dígitos para ser evaluados individualmente por cada catador. Se utilizó agua para limpiar el paladar tras el análisis de cada muestra.

Con el fin de calificar las muestras de pimiento asado, se aplicó el procedimiento utilizado por Sanz *et al.* (1999) para desarrollar el análisis sensorial del pimiento asado del Bierzo. Según estos autores, los descriptores que permiten evaluar las muestras se agrupan en cuatro categorías:

- Descriptores de apertura directa.
- Descriptores de textura.
- Descriptores de sabor primario.
- Descriptores de regusto.

A continuación, se describen los descriptores de apertura directa, también llamados de aspecto visual y la escala de valores que puede tomar la valoración cuantitativa, que va desde el valor 1 al valor 5, siendo 1 el valor de menos calidad y 5 el valor de más calidad:

- Color: se evalúa la intensidad de color, desde rojo pálido (1), hasta rojo oscuro (5).
- Uniformidad de presentación: se evalúa la presentación global de la muestra (color, forma, tamaño), desde poca (1), pasando por mediana (3), hasta gran uniformidad (5).
- Grosor: se evalúa el grosor del producto (carnosidad), desde muy fino (1), pasando por fino (3), hasta medio (5).
- Superficie: se evalúa la presencia de fisuras, desgarros, desde fisurado alto (1), pasando por fisurado medio (3), hasta fisurado bajo (5).
- Quemado: se evalúa la presencia de restos quemados en producto y caldo, desde muchos restos (1), pasando por medios restos (3), hasta pocos restos (5).
- Cantidad de caldo: se evalúa la cantidad del caldo, desde poco (1), hasta medio (5).
- Calidad de caldo: se evalúa la calidad del caldo (neutro, jugoso, abundante, aceitoso), desde baja (1), pasando por media (3), hasta alta (5).
- Semillas: se evalúa la presencia de semillas, desde muchas (1), hasta pocas (5).

A continuación, se describen los descriptores de textura, según su definición por la UNE 87-001 (1994) y su valoración cuantitativa:

- Dureza: propiedad mecánica de la textura relativa a la fuerza requerida para deformar el alimento o para hacer penetrar un objeto en él.
Escala de valores: desde duro (1), pasando por medio (3), hasta blando (5).
- Cohesividad: propiedad mecánica de la textura relativa al grado de deformación de un producto antes de romperse.
Escala de valores: de muy cohesivo (1), pasando por medio (3), hasta poco cohesivo (1).

A continuación, se describe el descriptor de sabor primario o primera sensación de sabor en boca:

- Amargo: describe el sabor elemental producido por soluciones acuosas diluidas de diversas sustancias tales como la quinina, algunos otros alcaloides y la cafeína. Escala de valores: desde nada amargo (1), hasta poco amargo (5).

Por último se definen los descriptores de regusto o sensaciones residuales de sabor y olor retronasal:

- Picante: se evalúa el regusto final picante, desde medio (1), pasando por poco (3), hasta nada picante (5).
- Humo: se evalúa el regusto final a humo, desde nada ahumado (1), a poco ahumado (5).

Cuando alguno de los parámetros de la muestra no se encuentra entre los valores citados, la muestra es descalificada.

La calidad global (CG) de las muestras se valoró por medio de la ecuación general descrita por Sanz *et al.* (1999):

$$CG = 0,99 (\text{Color}) + 0,81 (\text{Uniformidad}) + 0,70 (\text{Quemado}) + 0,66 (\text{Caldo}) + 0,99 (\text{Semillas}) + 0,82 (\text{Amargo}) + 0,80 (\text{Humo})$$

Donde $CG \leq 11$ denota mala calidad global; CG entre 11,1 y 16 calidad aceptable, CG entre 16,1 y 21 calidad muy buena y $CG > 21$ calidad excelente.

La ficha de cata y la hoja de caracterización establecidos por Sanz *et al.* (1999), se representan en las figuras 3.14 y 3.15:

3. MATERIAL Y MÉTODOS

NOMBRE CATADOR: _____ FECHA: _____

PARÁMETROS										
Nº MUESTRA	COLOR	UNIFOR	QUEMADO	CALDO	SEMILL	AMARGO	HUMO	PUNTUACIÓN	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										

Figura 3.14. Ficha de cata del CRPAB (2011)

Descriptor apertura directa (aspecto visual):

	Rojo pálido				Rojo oscuro
COLOR	1	2	3	4	5
	Poca		Mediana		Gran uniform.
UNIFORMIDAD	1	2	3	4	5
	Muy fino		Fino		Medio
GROSOR	1	2	3	4	5
	Alto		Fisurado medio		Bajo
SUPERFICIE	1	2	3	4	5
	Muchos restos		Medio		Pocos restos
QUEMADO	1	2	3	4	5
	Poco				Medio
CALDO CANTIDAD	1	2	3	4	5
	Baja		Media		Alta
CALDO CALIDAD	1	2	3	4	5
	Muchas				Pocas
SEMILLAS	1	2	3	4	5

Descriptor de textura:

	Duro		Medio		Blando
DUREZA	1	2	3	4	5
	Muy cohesivo		Medio		Poco cohesivo
COHESIVIDAD	1	2	3	4	5

Descriptor de sabor primario (primera sensación de sabor en boca):

	Nada Amargo				Poco Amargo
AMARGO	1	2	3	4	5

Descriptor de regusto (sensaciones residuales de sabor y olor retronasal):

	Medio		Poco		Nada
PICANTE	1	2	3	4	5
	Nada ahumado				Poco ahumado
HUMO	1	2	3	4	5

Figura 3.15. Hoja de caracterización de cata del CRPAB (2011)

3.2.6. Análisis de suelos

Las muestras de suelo de cada finca fueron tomadas al azar con una barrena manual a una profundidad de 50 cm.

Las muestras se secaron al aire y se tamizaron con una malla de 2 mm. Para determinar la textura se utilizó hidrómetro Bouyoucos para medir la densidad de la muestra en distintos tiempos. Los carbonatos se determinaron mediante el calcímetro de Bernard. El nitrógeno total se analizó por el método de Kjeldahl. El fósforo (Olsen) se determinó usando el método de extracción. El potasio, calcio y magnesio y los oligoelementos fueron estimados por la técnica ICP-AES.

3.2.7. Análisis estadístico

En el año 2008 se realizó un análisis de varianza según un diseño experimental con dos factores: ambiente (Almázcara, Magaz) y técnica de conservación (1 día a 18°C-50% HR, 5 días a 18°C-50% HR, 10 días a 8°C-90% HR y 20 días a 8°C-90% HR) y tres repeticiones. En 2009, el análisis de varianza fue similar al del año anterior, con dos ambientes (Almázcara, Cabañas), tres técnicas de conservación (1 día a 18°C- 50% HR, 10 días a 18°C-50% HR y 10 días a 8°C-90% HR) y tres repeticiones. Cada año, se realizaron comparaciones de medias mediante el test de la diferencia mínima significativa (LSD) para estudiar diferencias ($P < 0,05$) entre ambientes y técnicas de conservación. Todos los análisis fueron realizados con el programa SAS Versión 9.1.2 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS

Según ha quedado reflejado en el punto **3.1.2** de Material y Métodos, el ambiente **Almázcara** en el año **2008** presentó una textura franca, un pH muy ácido (5,14), un bajo contenido de (1,68%) de MO (materia orgánica) y una relación C/N baja. En cuanto a los macronutrientes, el fósforo, potasio y magnesio presentaron unos niveles muy altos y el calcio un nivel alto (3,10 meq/100g). El nitrógeno total obtuvo un contenido normal (0,15%). Los micronutrientes u oligoelementos, presentaron unos niveles bajos, a excepción del hierro cuyo contenido era elevado (144,27 ppm). Tanto la CIC, que es la suma de los cationes intercambiables que el suelo puede absorber por unidad de peso, como la conductividad eléctrica, presentaron valores considerados normales.

El ambiente **Magaz** en el año **2008** presentó una textura franca, un pH muy ácido (5,32) y un contenido bajo de MO (1,66%). El contenido en fósforo fue bajo (8,64 ppm), normal en calcio (1,73 meq/100g) y alto en magnesio (0,33 meq/100g). El contenido de potasio (0,58 meq/100g) se considera como un nivel muy alto. Dentro de los micronutrientes, el hierro presentó un valor alto (142,80 ppm), el zinc y boro niveles bajos y el cobre y manganeso presentaron niveles normales. Tanto la CIC como la conductividad eléctrica se encontraban en valores normales.

Los análisis de suelo del ambiente **Almázcara** en el año **2009** muestran un suelo con textura franco-arenosa, pH ácido (5,81) y un nivel de MO considerado normal (2,24%). El nivel de nitrógeno total fue normal (0,17%), el de fósforo muy alto (35,24 ppm), niveles altos de calcio (3,40 meq/100g) y potasio (0,18 meq/100g) y un nivel muy alto de magnesio. Los oligoelementos presentaron niveles normales, excepto manganeso y boro que eran contenidos muy bajos.

El ambiente **Cabañas** en el año **2009**, presentó un suelo con textura franco-arcillosa, de pH básico (7,47) y un contenido normal-alto (2,63%) de MO. Todos los

macronutrientes, excepto el nitrógeno total que presento un nivel normal (0,18%), obtuvieron unos niveles altos. Entre los micronutrientes, el cobre tuvo un nivel muy alto, el zinc nivel alto, el hierro nivel bajo-normal, manganeso nivel bajo y boro un nivel normal. La CIC, que está muy relacionada con el pH del suelo, de forma que al aumentar el pH también aumenta ésta, presentó un valor de 11,07 meq/100g y la conductividad eléctrica un nivel considerado normal (0,14 dS m⁻¹).

Cabe reseñar, que tanto las prácticas de cultivo como las características climáticas de los tres ambientes, fueron similares por encontrarse en localidades muy próximas.

4.2. CARACTERES DEL PIMIENTO FRESCO AL FINAL DE LA CONSERVACIÓN

4.2.1. Caracteres instrumentales de pimiento fresco

A continuación se exponen las tablas donde se muestran los análisis de varianza de los caracteres instrumentales de pimiento fresco en los años 2008 y 2009.

Tabla 4.1.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el ambiente Almacara en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE FRUTO				
		Pérdida de peso (%)	Peso medio en fresco (g)	Podredumbre (%)	Parámetro de color L*	Parámetro de color a*
Repeticiones	2	0,00002	130,297**	0,0046	0,7461	0,530
Técnica de conservación	3	0,00103**	16,616	0,0310*	3,0849*	48,255**
Error	6	0,00001	11,549	0,0032	1,0122	1,778
Media		1,7500	182,697	5,8333	33,7975	23,942
Intervalo de variación		4,3333	186,100	21,0000	34,8700	28,470
		0,0000	180,723	0,0000	32,4433	19,013

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.1.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE FRUTO				
		Sólidos solubles totales (%)	pH	Acidez (% ácido cítrico)	Textura interna (N)	Textura externa (N)
Repeticiones	2	0,0289	0,0014	0,0902	0,0970**	0,1382
Técnica de conservación	3	0,2855	0,0260**	0,2963	0,0176*	0,8618*
Error	6	0,2078	0,0008	0,0946	0,0033	0,2444
Media		8,3666	4,8408	0,2157	3,9035	7,1173
Intervalo de variación		8,6167	4,9767	0,2336	3,9903	7,8347
		7,9500	4,7800	0,1888	3,8183	6,6010

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

En las tablas 4.1.a y 4.1.b se observa que existieron diferencias entre técnicas de conservación para los caracteres instrumentales del pimiento fresco: pérdida de peso, podredumbre, parámetros de color L* y a*, pH y ambas texturas, en el ambiente Almázcara durante el año 2008. Para los restantes caracteres instrumentales analizados: peso medio en fresco, SST y acidez, no existieron diferencias significativas.

Tabla 4.2.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE FRUTO				
		Pérdida de peso (%)	Peso medio en fresco (g)	Podredumbre (%)	Parámetro de color L*	Parámetro de color a*
Repeticiones	2	0,00005	1.060,099**	0,0185	0,1475	2,923
Técnica de conservación	3	0,00108**	38,261*	0,3580**	2,1834**	14,467*
Error	6	0,00001	4,780	0,0083	0,0664	2,429
Media		2,3333	168,266	23,2500	32,7166	25,671
Intervalo de variación		4,3333	173,623	74,3333	33,6133	28,753
		0,0000	166,457	0,0000	31,6200	23,643

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 4.2.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE FRUTO				
		Sólidos solubles totales (%)	pH	Acidez (% ácido cítrico)	Textura interna (N)	Textura externa (N)
Repeticiones	2	0,6527	0,0050	0,2970*	0,1771	0,4610
Técnica de conservación	3	0,3588	0,0070	0,5912*	0,0257	0,9495*
Error	6	0,1624	0,0079	0,1159	0,0440	0,3079
Media		8,2666	4,7283	0,2260	3,3701	7,3182
Intervalo de variación		8,5833	4,7867	0,2538	3,4577	8,0163
		7,8500	4,6767	0,1905	3,2457	6,8480

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

En las tablas 4.2.a y 4.2.b, que muestran los caracteres instrumentales del pimiento fresco para el ambiente Magaz en el año 2008, se aprecia que existieron diferencias significativas entre técnicas de conservación para: pérdida de peso, peso medio en fresco, podredumbre, parámetros de color L* y a*, acidez y textura externa. Los resultados obtenidos para el resto de los caracteres instrumentales no presentaron diferencias significativas entre técnicas de conservación.

Tabla 4.3.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almacara y Magaz en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE FRUTO				
		Pérdida de peso (%)	Peso medio en fresco (g)	Podredumbre (%)	Parámetro de color L*	Parámetro de color a*
Ambiente	1	1,2330*	1.249,493**	1.813,0813**	7,0092**	17,9401*
Repeticiones	2	0,6525*	527,537*	41,3024	0,1228	1,3107
Técnica de conservación	3	19,8892**	51,787	2.988,7767**	4,8161**	54,0904**
Ambiente × Técnica de conservación	3	0,3655	3,090	912,2918**	0,4522	8,6323*
Error	14	0,1601	101,692	74,0713	0,5723	2,1096
Media		2,0166	175,482	14,4666	33,2570	24,8070
Intervalo de variación		4,2983	182,698	47,5500	33,9833	28,6117
		0,0000	168,267	0,0000	32,7167	21,3283

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.3.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE FRUTO				
		Sólidos solubles totales (%)	pH	Acidez (% ácido cítrico)	Textura interna (N)	Textura externa (N)
Ambiente	1	0,0600	0,0759**	0,1552	1,7066**	0,2422
Repeticiones	2	0,4669	0,0043	0,1707	0,0556	0,4532
Técnica de conservación	3	0,2144	0,0288**	0,6996**	0,0191	1,7793**
Ambiente × Técnica de conservación	3	0,4300	0,0042	0,1879	0,0242	0,0320
Error	14	0,1893	0,0040	0,1211	0,0515	0,2575
Media		8,3166	4,7845	0,2208	3,6368	7,2177
Intervalo de variación		8,6000	4,8817	0,2384	3,9035	7,9255
		8,2167	4,7283	0,1856	3,3702	6,7387

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tal y como se aprecia en las tablas 4.3.a y 4.3.b de análisis de varianza para el análisis combinado en el año 2008, existieron diferencias significativas entre ambientes en los caracteres instrumentales del pimiento fresco: pérdida de peso, peso medio en fresco, podredumbre, parámetros de color L^* y a^* , pH y textura interna. En el análisis entre técnicas de conservación, los caracteres instrumentales que mostraron diferencias significativas fueron: pérdida de peso, podredumbre, parámetros L^* y a^* , pH, acidez y textura externa. Por otro lado, se observó una interacción Ambiente × Técnica de conservación para los caracteres podredumbre y parámetro de color a^* .

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 4.4.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE FRUTO				
		Pérdida de peso (%)	Peso medio en fresco (g)	Podredumbre (%)	Parámetro de color L*	Parámetro de color a*
Repeticiones	2	0,00001	317,7542	0,0012	0,1348	16,4288
Técnica de conservación	2	0,00142**	99,5354	0,0040	2,1339*	79,3912**
Error	4	0,00001	68,0482	0,0012	0,4846	3,0929
Media		1,8889	184,3633	2,1111	32,7722	22,5911
Intervalo de variación		4,3333	190,667	6,3333	33,4900	26,2730
		0,0000	179,373	0,0000	31,8433	16,7130

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.4.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE FRUTO				
		Sólidos solubles totales (%)	pH	Acidez (% ácido cítrico)	Textura interna (N)	Textura externa (N)
Repeticiones	2	0,2275	0,0004	0,0144	0,0301	0,7955
Técnica de conservación	2	0,9300*	0,0017	0,0086	0,0642	0,9395
Error	4	0,0875	0,0017	0,0686	0,0226	0,2386
Media		8,8500	4,9344	0,2318	3,5611	7,0788
Intervalo de variación		9,3500	4,9500	0,2357	3,7300	7,4267
		8,2500	4,9067	0,2293	3,4733	6,4333

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

En las tablas 4.4.a y 4.4.b, que muestran los caracteres instrumentales del pimiento fresco para el ambiente Almázcara en el año 2009, se aprecia que existieron diferencias significativas entre técnicas de conservación para: pérdida de peso, parámetros de color L* y a* y SST. El resto de los caracteres instrumentales analizados, no presentaron diferencias significativas entre técnicas de conservación.

Tabla 4.5.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE FRUTO				
		Pérdida de peso (%)	Peso medio en fresco (g)	Podredumbre (%)	Parámetro de color L*	Parámetro de color a*
Repeticiones	2	0,00002	14,0593	0,0007	0,6981	0,8495
Técnica de conservación	2	0,00253**	38,1729	0,0025	4,7297**	31,1382**
Error	4	0,00001	227,5688	0,0007	0,1518	0,4493
Media		2,4444	206,4800	1,6667	33,7188	28,8922
Intervalo de variación		5,6667	210,420	5,0000	35,1467	32,4933
		0,0000	203,470	0,0000	32,7867	26,2833

(*) $\alpha = 5\%$ (**) $\alpha = 1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.5.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE FRUTO				
		Sólidos solubles totales (%)	pH	Acidez (% ácido cítrico)	Textura interna (N)	Textura externa (N)
Repeticiones	2	0,1636	0,0001	0,0136	0,1430	0,0945
Técnica de conservación	2	0,0969	0,0042*	0,0036	0,0094	1,2165*
Error	4	0,2361	0,0005	0,0836	0,0258	0,1808
Media		9,0222	4,9544	0,2439	3,5022	6,7288
Intervalo de variación		9,1500	4,9867	0,2464	3,5667	7,2433
		8,8167	4,9133	0,2421	3,4633	6,0167

(*) $\alpha = 5\%$ (**) $\alpha = 1\%$ GL= Grados de Libertad

En la tablas 4.5.a y 4.5.b se observa que para los caracteres instrumentales del pimiento fresco: pérdida de peso, parámetros de color L* y a*, pH y textura externa, existieron diferencias significativas entre técnicas de conservación en el ambiente Cabañas para el año 2009. En los restantes caracteres instrumentales analizados, no existieron diferencias significativas.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 4.6.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE FRUTO				
		Pérdida de peso (%)	Peso medio en fresco (g)	Podredumbre (%)	Parámetro de color L*	Parámetro de color a*
Ambiente	1	0,00013*	2.201,1612**	0,0001	4,0328**	178,6680**
Repeticiones	2	0,00001	205,5202	0,0005	0,1249	8,5570
Técnica de conservación	2	0,00392**	12,7358	0,0006	4,6493**	84,6457**
Ambiente × Técnica de conservación	2	0,00014*	124,9725	0,0001	2,2143*	25,8837**
Error	10	0,00002	143,5055	0,0010	0,3962	3,1611
Media		2,1667	195,4217	1,8889	33,2455	25,7416
Intervalo de variación		5,0000	206,4800	5,6667	34,0650	28,8922
		0,0000	184,3630	0,0000	32,3150	21,4980

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.6.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres instrumentales del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE FRUTO				
		Sólidos solubles totales (%)	pH	Acidez (% ácido cítrico)	Textura interna (N)	Textura externa (N)
Ambiente	1	0,1334	0,0018	0,1605	0,0156	0,5512
Repeticiones	2	0,3876	0,0001	0,0254	0,0283	0,3996
Técnica de conservación	2	0,3084	0,0010	0,0112	0,0216	2,1006**
Ambiente × Técnica de conservación	2	0,7184*	0,0048*	0,0009	0,0520	0,0554
Error	10	0,1301	0,0009	0,0483	0,0483	0,2658
Media		8,9361	4,9444	3,5316	3,5316	6,9038
Intervalo de variación		9,0833	4,9567	0,2439	3,5967	7,3100
		8,6750	4,9344	0,2318	3,4783	6,2250

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

En las tablas 4.6.a y 4.6.b de análisis de varianza para el análisis combinado en el año 2009, se puede ver que existieron diferencias significativas entre ambientes en los caracteres instrumentales del pimiento fresco: pérdida de peso, peso medio en fresco y parámetros de color L* y a*. En el análisis entre técnicas de conservación, los caracteres

instrumentales que mostraron diferencias significativas fueron: pérdida de peso, parámetros L* y a* y textura externa. Por otro lado, se observó una interacción Ambiente × Técnica de conservación en los caracteres: pérdida de peso, parámetros de color L* y a*, SST y pH.

A continuación, se realiza un análisis de cada uno de los caracteres instrumentales del pimiento fresco.

4.2.1.1. Pérdida de peso del fruto

En las tablas siguientes se presentan los resultados de la comparación de medias para el carácter pérdida de peso del fruto de pimiento.

Tabla 4.7. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pérdida de peso del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2008

Técnica de conservación	Pérdida de peso (%)
5 días a 18 °C	4,3333 a
20 días a 8°C	1,6666 b
10 días a 8°C	1,0000 b
1 día a 18°C	0,0000 c

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.8. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pérdida de peso del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Pérdida de peso (%)
5 días a 18°C	4,3333 a
20 días a 8°C	3,3333 b
10 días a 8°C	1,6667 c
1 día a 18°C	0,0000 d

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.9. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pérdida de peso del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Pérdida de peso (%)
5 días a 18°C	4,2983 a
20 días a 8°C	2,4483 b
10 días a 8°C	1,3200 c
1 día a 18°C	0,0000 d

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.10. Comparación de medias entre ambientes para pérdida de peso del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008

Localidad	Pérdida de peso (%)
Magaz	2,2433 a
Almázcara	1,7900 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.11. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pérdida de peso del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2009

Técnica de conservación	Pérdida de peso (%)
10 días a 18°C	4,3333 a
10 días a 8°C	1,3333 b
1 día a 18°C	0,0000 c

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.12. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pérdida de peso del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Pérdida de peso (%)
10 días a 18°C	5,6667 a
10 días a 8°C	1,6667 b
1 día a 18°C	0,0000 c

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.13. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pérdida de peso del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Pérdida de peso (%)
10 días a 18°C	5,0000 a
10 días a 8°C	1,5000 b
1 día a 18°C	0,0000 c

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.14. Comparación de medias entre ambientes para pérdida de peso del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009

Localidad	Pérdida de peso (%)
Cabañas	2,4444 a
Almázcara	1,8889 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Independientemente del ambiente y del año analizado, el valor más alto de las pérdidas de peso se alcanzó siempre para la conservación a 18°C y 50% HR, ya fuesen 5 días en el 2008 o 10 días en el 2009 (Tablas 4.7, 4.8, 4.9, 4.11, 4.12, 4.13). En general, las pérdidas de peso durante conservación frigorífica a 8°C y 90% HR aumentaron con el período de conservación (Tablas 4.7, 4.8, 4.9).

En el año 2009, los frutos del ambiente Cabañas alcanzaron un porcentaje de pérdida de peso superior a los 10 días de conservación, tanto en condiciones frigoríficas como a temperatura ambiente, que los frutos del ambiente Almázcara para esas mismas condiciones de conservación (Tablas 4.11 y 4.12). Según se refleja en la tabla 4.6.a, existió interacción Ambiente \times Técnica de conservación en ese año para este parámetro. Esto pudo ser debido a que los frutos del ambiente Cabañas, debido a los mejores resultados en cuanto a las características de suelo, tuviesen un mayor tamaño. Según Lurie *et al.* (1986) las pérdidas de agua producidas en pimiento durante 7 días con unas condiciones de 17°C y 85% HR pueden cifrarse en un 4%. En el pimiento del Bierzo, las pérdidas de peso por transpiración tras 5 días a 18°C y 50% HR fueron del 4,3%. La menor humedad ambiental

en este estudio pudo incidir en que las pérdidas de peso fuesen similares a las observadas por Lurie *et al.* (1986) en un menor período de tiempo. Esta teoría se ve apoyada por los resultados obtenidos por Nguyen *et al.* (2007), que observaron mayor pérdida de peso durante la conservación en pera refrigerada sometida a ambientes con una menor humedad. SungMin *et al.* (2001) también observaron mayores pérdidas de peso en pimiento conservado a 65% HR que a 95% HR.

En cuanto a los ambientes, existieron diferencias significativas entre los ambientes Magaz y Almazcara en el año 2008 y entre Cabañas y Almazcara en el año 2009 (Tablas 4.10, 4.14). En ambos casos, el valor más bajo de pérdida de peso correspondió a los frutos del ambiente Almazcara, de forma que el valor medio estuvo por debajo del 2% los dos años para este ambiente, superando ese valor medio los otros 2 ambientes. Los resultados del año 2008 (Tabla 4.10), muestran una mayor pérdida de peso en el ambiente Magaz (2,2%), frente a Almazcara (1,8%). Este mayor porcentaje de pérdida de peso de Magaz podría estar relacionado con un nivel inferior de calcio en el suelo (1,73 meq/100g). Hirschi (2004) afirma que el calcio es un nutriente que cumple un papel fundamental en la estabilidad de la membrana celular de los frutos y en la formación de cera cuticular, que disminuye las pérdidas de peso. Maalekuu *et al.*, (2004) observaron una mayor pérdida de peso en los frutos de pimiento que presentaban un menor contenido de cera cuticular.

Las diferencias en pérdidas de peso pueden verse influidas además por otros factores. Según Smith *et al.* (2006) el grado de pérdida de agua en el fruto del pimiento está condicionado por los efectos del medioambiente y por las condiciones ambientales de pre y postcosecha, como lo evidencian año a año la variación de las características de los frutos almacenados. Sherafati *et al.* (2010) realizando ensayos con cinco cultivares diferentes de pimiento, concluyeron que los diferentes porcentajes de pérdida de peso de los frutos son significativamente dependientes de las distintas variedades.

4.2.1.2. *Peso del pimiento fresco*

A continuación se muestran los resultados para los dos años de las comparaciones de medias entre ambientes para el carácter peso del pimiento fresco.

Tabla 4.15. Comparación de medias entre ambientes para peso medio en fresco del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008

Localidad	Peso medio en fresco (g)
Almázcara	182,698 a
Magaz	168,267 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.16. Comparación de medias entre ambientes para peso medio en fresco del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009

Localidad	Peso medio en fresco (g)
Cabañas	206,480 a
Almázcara	184,363 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Existieron diferencias significativas entre los ambientes Magaz y Almázcara en el año 2008 y entre Cabañas y Almázcara en el año 2009 (Tablas 4.15, 4.16).

Comparando el peso medio en fresco de los pimientos para los dos años, se puede concluir diciendo que los frutos que obtuvieron un mayor peso medio fueron los del ambiente Cabañas (206,5 g), los de menor peso medio los del ambiente Magaz (168,3 g) y con pesos medios intermedios con respecto a los anteriores estuvo el ambiente Almázcara, obteniendo valores de 182,7 g y 184,4 g para los años 2008 y 2009, respectivamente. Estos resultados de peso medio del fruto guardan una relación directa con los resultados obtenidos por los tres ambientes en los análisis de suelos. Así, el ambiente Cabañas presentó un porcentaje superior a los otros dos ambientes para materia orgánica (2,63%) y para los valores de macro y micronutrientes, mientras que el ambiente Magaz obtuvo los peores resultados en cuanto a características de suelo. Según Karakurt *et al.* (2009) los

ácidos húmicos procedentes de la descomposición de la materia orgánica del suelo, son beneficiosos para el crecimiento vegetal y para que los frutos de pimiento alcancen un mayor peso y tamaño. Trabajos llevados a cabo por Guerra y Casquero (2007) observaron diferencias significativas entre variedades para el peso medio del fruto.

4.2.1.3. Podredumbre del fruto

En las tablas siguientes se presentan los resultados de la comparación de medias para la podredumbre del fruto de pimiento.

Tabla 4.17. Comparación de medias entre técnicas de conservación para podredumbre del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2008

Técnica de conservación	Podredumbre (%)
20 días a 8°C	21,0000 a
10 días a 8°C	2,3333 b
5 días a 18°C	0,0000 b
1 día a 18°C	0,0000 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.18. Comparación de medias entre técnicas de conservación para podredumbre del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Podredumbre (%)
20 días a 8°C	74,3333 a
10 días a 8°C	14,0000 b
5 días a 18°C	4,6667 b
1 día a 18°C	0,0000 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.19. Comparación de medias entre técnicas de conservación para podredumbre del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Podredumbre (%)
20 días a 8°C	47,5500 a
10 días a 8°C	8,1000 b
5 días a 18°C	2,2170 b
1 día a 18°C	0,0000 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.20. Comparación de medias entre ambientes para podredumbre del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008

Localidad	Podredumbre (%)
Magaz	23,1580 a
Almázcara	5,7750 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.21. Comparación de medias entre técnicas de conservación para podredumbre del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2009

Técnica de conservación	Podredumbre (%)
10 días a 18°C	6,3333 a
10 días a 8°C	0,0000 a
1 día a 18°C	0,0000 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.22. Comparación de medias entre técnicas de conservación para podredumbre del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Podredumbre (%)
10 días a 18°C	5,0000 a
10 días a 8°C	0,0000 a
1 día a 18°C	0,0000 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.23. Comparación de medias entre técnicas de conservación para podredumbre del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Podredumbre (%)
10 días a 18°C	5,6667 a
10 días a 8°C	0,0000 a
1 día a 18°C	0,0000 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.24. Comparación de medias entre ambientes para podredumbre del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009

Localidad	Podredumbre (%)
Almázcara	2,1111 a
Cabañas	1,6667 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

La aparición de podredumbres es una de las principales alteraciones que pueden presentarse en los frutos ya que los convierte en no aptos para su comercialización o procesado (Snowdon, 1990).

Se observa que en el año 2008 existieron diferencias significativas entre técnicas de conservación para podredumbre, siendo la técnica de conservación 20 días en refrigeración la que se registró los mayores porcentajes de podredumbre (Tablas 4.17, 4.18, 4.19). Debido a esta podredumbre tan elevada, en el año 2009 se decidió no llevar a cabo una conservación durante un período de tiempo tan largo.

En los resultados de podredumbre del año 2009 no existieron diferencias significativas entre técnicas de conservación, de forma que el valor medio de frutos que presentaron podredumbre estuvo por debajo del 6,4% (Tablas 4.21, 4.22, 4.23).

El uso de peróxido de hidrógeno en los tratamientos postcosecha en pimientos es una buena estrategia para mejorar la calidad postcosecha e inhibir el desarrollo de caries blanca que afecta al pimiento en condiciones de almacenamiento (Bayoumi, 2008). Estudios realizados por Morgado *et al.* (2008) concluyen que la protección con cera o película de PVC ayudan a proteger a los pimientos contra la putrefacción, llegando a prolongar la vida del fruto hasta 33 días cuando las condiciones de almacenamiento eran de 5°C y 87% HR. En tratamientos con dióxido de cloro y a una temperatura de 10°C, se obtuvieron mejores resultados con una aplicación de 50 mg/l de gas, donde los pimientos no presentaron descomposición hasta el día 30, mostrando solamente un 25% de pudrición a los 40 días de almacenamiento (Du Jinhua *et al.*, 2007).

En cuanto a los ambientes, existieron diferencias significativas entre los ambientes Magaz y Almazcara en el año 2008, resultando valores de podredumbre medios de 23,2% y 5,8%, respectivamente (Tabla 4.20). La mayor aparición de podredumbres en el ambiente Magaz pudo ser debida a un peor estado sanitario de la plantación. Esta teoría se ve

apoyada por el estudio de Snowdon (1990), que asegura que la mayor parte de los problemas patológicos que aparecen durante el almacenamiento en pimiento, se originan durante el cultivo. Los frutos del ambiente Magaz alcanzaron un porcentaje de pudrición del 74,3% a los 20 días, mientras que en los frutos del ambiente Almazcara la incidencia de pudrición fue del 21,0% (Tablas 4.17 y 4.18). Tal y como se refleja en la tabla 4.3.a, existió una interacción Ambiente \times Técnica de conservación para este parámetro. Esto pudo ser debido a que los suelos de Magaz presentaban un menor contenido en calcio que los de Almazcara, siendo más propensos a pudrirse durante una larga conservación.

Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los resultados de Cabañas y Almazcara en el año 2009, obteniéndose un valor medio de podredumbre de 2,1%, más bajo que en el año anterior (Tabla 4.24).

Comparando los análisis de suelo de los ambientes Almazcara y Magaz, se observa que el nivel de calcio en el suelo de Magaz fue inferior al obtenido en el ambiente Almazcara, de ahí posiblemente el mayor porcentaje de podredumbre del ambiente Magaz. Esta teoría se ve apoyada con los estudios realizados por SungMin *et al.* (2001) que observaron que cuando la concentración de calcio era mayor en los frutos de pimiento dulce, la tasa de descomposición durante la conservación se veía reducida significativamente. Lara *et al.* (2004) observaron que el calcio era útil para reducir la descomposición durante el almacenamiento de frutas tales como la fresa. Guerra y Casquero (2009) comprobaron que el nivel de calcio en el suelo, juega un papel muy importante en la calidad de especies frutales durante el almacenamiento.

4.2.1.4. *Parámetro de color L* del fruto*

A continuación se presentan los resultados de las comparaciones de medias para el parámetro de color L* del fruto de pimiento.

Tabla 4.25. Comparación de medias entre técnicas de conservación para el parámetro de color L* del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2008

Técnica de conservación	Parámetro de color L*
5 días a 18°C	34,8700 a
1 día a 18°C	34,1133 ab
10 días a 8°C	33,7633 ab
20 días a 8°C	32,4433 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.26. Comparación de medias entre técnicas de conservación para el parámetro de color L* del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Parámetro de color L*
1 día a 18°C	33,6133 a
5 días a 18°C	33,0967 b
10 días a 8°C	32,5367 c
20 días a 8°C	31,6200 d

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.27. Comparación de medias entre técnicas de conservación para parámetro de color L* del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Parámetro de color L*
5 días a 18°C	33,9833 a
1 día a 18°C	33,8633 a
10 días a 8°C	33,1500 a
20 días a 8°C	33,0317 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.28. Comparación de medias entre ambientes para parámetro de color L* del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008

Localidad	Parámetro de color L*
Almázcara	33,7975 a
Magaz	32,7167 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.29. Comparación de medias entre técnicas de conservación para el parámetro de color L* del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2009

Técnica de conservación	Parámetro de color L*
10 días a 18°C	33,4900 a
10 días a 8°C	32,9833 ab
1 día a 18°C	31,8433 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.30. Comparación de medias entre técnicas de conservación para el parámetro de color L* del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Parámetro de color L*
10 días a 8°C	35,1467 a
10 días a 18°C	33,2233 b
1 día a 18°C	32,7867 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.31. Comparación de medias entre técnicas de conservación para parámetro de color L* del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Parámetro de color L*
10 días a 8°C	34,0650 a
10 días a 18°C	33,3567 a
1 día a 18°C	32,3150 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.32. Comparación de medias entre ambientes para parámetro de color L* del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009

Localidad	Parámetro de color L*
Cabañas	33,7189 a
Almázcara	32,7722 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tanto en el año 2008 como en el 2009, existieron diferencias significativas entre las diferentes técnicas de conservación. Los resultados obtenidos en el año 2008 muestran que el parámetro de color L^* experimentó una disminución de su valor a medida que el período de conservación aumentaba (Tablas 4.25, 4.26, 4.27). Por el contrario, los resultados obtenidos en el 2009 muestran en todos los casos un mayor valor del parámetro L^* a los 10 días de conservación, especialmente en conservación frigorífica (Tablas 4.29, 4.30, 4.31).

Estudios realizados por Lee SuYeon *et al.* (2006) en frutos de pimiento obtenidos de siete ambientes y con cuatro variedades diferentes, demostraron que en todos los casos, el grado de luminosidad L^* disminuye tras la salazón de los pimientos.

En cuanto a los ambientes, existieron diferencias significativas entre Magaz y Almazcara en el año 2008 y entre Cabañas y Almazcara en el año 2009 (Tablas 4.28 y 4.32). En el año 2008 se obtuvo un valor mayor de L^* en los frutos del ambiente Almazcara y en el 2009 los mayores valores de este parámetro correspondieron a los pimientos de Cabañas.

Martínez *et al.* (2003) observaron que niveles bajos de potasio en el cultivo de pimiento, se correspondían con valores más bajos de L^* en los frutos. Esto coincide con los resultados obtenidos en el año 2009 para el pimiento del Bierzo, donde se obtuvo un menor valor de L^* (32,77) en el ambiente Almazcara, que presentaba un resultado inferior de potasio en el suelo (0,18 meq/100g), mientras que el ambiente Cabañas, con un nivel de potasio muy superior (0,98 meq/100g), obtuvo un valor superior de parámetro de tonalidad L^* (33,72).

4.2.1.5. *Parámetro de color a* del fruto*

A continuación aparecen las tablas donde se muestran las comparaciones de medias para el parámetro de color a* del fruto de pimiento.

Tabla 4.33. Comparación de medias entre técnicas de conservación para parámetro de color a* del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2008

Técnica de conservación	Parámetro de color a*
20 días a 8°C	28,470 a
5 días a 18°C	25,443 b
10 días a 8°C	22,843 b
1 día a 18°C	19,013 c

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.34. Comparación de medias entre técnicas de conservación para parámetro de color a* del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Parámetro de color a*
20 días a 8°C	28,753 a
10 días a 8°C	25,533 b
5 días a 18°C	24,757 b
1 día a 18°C	23,643 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.35. Comparación de medias entre técnicas de conservación para parámetro de color a* del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Parámetro de color a*
20 días a 8°C	28,6117 a
5 días a 18°C	25,1000 b
10 días a 8°C	24,1883 b
1 día a 18°C	21,3283 c

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.36. Comparación de medias entre ambientes para parámetro de color a* del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008

Localidad	Parámetro de color a*
Magaz	25,6717 a
Almázcara	23,9425 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.37. Comparación de medias entre técnicas de conservación para el parámetro de color a* del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2009

Técnica de conservación	Parámetro de color a*
10 días a 18°C	26,2730 a
10 días a 8°C	24,7870 a
1 día a 18°C	16,7130 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.38. Comparación de medias entre técnicas de conservación para el parámetro de color a* del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Parámetro de color a*
10 días a 8°C	32,4933 a
10 días a 18°C	27,9000 b
1 día a 18°C	26,2833 c

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.39. Comparación de medias entre técnicas de conservación para parámetro de color a* del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Parámetro de color a*
10 días a 8°C	28,640 a
10 días a 18°C	27,087 a
1 día a 18°C	21,498 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.40. Comparación de medias entre ambientes para parámetro de color a* del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009

Localidad	Parámetro de color a*
Cabañas	28,8922 a
Almázcara	22,5911 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

El parámetro de color a^* en las muestras de pimiento fresco en respuesta a la comparación de medias entre las diferentes técnicas de conservación para los años 2008 y 2009, mostró diferencias significativas entre los resultados obtenidos el día de la cosecha, donde se reflejan los valores más bajos de parámetro a^* , y los alcanzados durante la conservación, resultando valores superiores ya fuese en condiciones frigoríficas o a temperatura ambiente y también con independencia de los días transcurridos, 5 ó 10 días (Tablas 4.33, 4.34, 4.35, 4.37, 4.38, 4.39). Los resultados obtenidos en el año 2008, donde se mantuvieron algunos frutos en conservación frigorífica (8°C y 90% HR) durante 20 días, muestran como el valor del parámetro a^* en estas condiciones fue en todos los casos significativamente superior al resto, llegando a tener valores medios de 28,47; 28,75 y 28,61 para Almazcara, Magaz y el análisis combinado de los dos ambientes, respectivamente.

Según se refleja en la tabla 4.3.a, existió interacción Ambiente \times Técnica de conservación en el año 2008, de manera que el color de los frutos del ambiente Almazcara (parámetro a^*) evolucionó más rápidamente que en los frutos del ambiente Magaz (Tablas 4.33 y 4.34). Esto pudo ser debido al hecho de que los frutos del ambiente Almazcara presentaban una menor coloración en cosecha, por lo que el cambio de color durante la conservación fue más notorio que en los frutos del ambiente Magaz que ya estaban más rojos en cosecha. Algo similar sucedió en el año 2009, de manera que los frutos del ambiente Cabañas estaban más rojos en cosecha que los del ambiente Almazcara y por lo tanto, se enrojecieron menos durante la conservación.

Macua *et al.* (2003) observaron que el acolchado adelanta la maduración de los pimientos y esto se manifiesta en un estado de madurez total y homogéneo de los frutos en el momento de la recolección, lo cual genera altos valores en el parámetro de color a^* .

En cuanto a los ambientes, existieron diferencias significativas entre los ambientes Magaz y Almazcara en el año 2008 y entre Cabañas y Almazcara en el año 2009 (Tablas 4.36, 4.40). En ambos casos, el valor más bajo del parámetro de color a^* correspondió a los frutos del ambiente Almazcara, de forma que el valor medio estuvo por debajo de 23,95 los dos años para este ambiente, superando ese valor en los otros dos ambientes. Estos resultados se debieron a que los frutos del ambiente Almazcara en el momento de la recolección no presentaban un estado de maduración tan avanzado como en el caso de los otros dos ambientes. Entre otros motivos, esto pudo ser debido a un menor contenido en potasio en el suelo del ambiente Almazcara, como se aprecia en los resultados del análisis de suelo, ya que la absorción de potasio es determinante sobre la precocidad, coloración y calidad de los frutos. Esta teoría se ve apoyada por los trabajos realizados por Martínez *et al.* (2003) en frutos de pimiento, observando unos valores inferiores del parámetro cromático a^* , cuando los niveles de potasio disponibles en el cultivo eran más bajos.

4.2.1.6. Sólidos solubles totales del fruto

En las tablas siguientes se presentan los resultados de la comparación de medias para el carácter sólidos solubles totales del fruto de pimiento.

Tabla 4.41. Comparación de medias entre técnicas de conservación para sólidos solubles totales del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2008

Técnica de conservación	Sólidos solubles totales (%)
5 días a 18°C	8,6167 a
1 día a 18°C	8,5833 a
20 días a 8°C	8,3167 a
10 días a 8°C	7,9500 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.42. Comparación de medias entre técnicas de conservación para sólidos solubles totales del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Sólidos solubles totales (%)
5 días a 18°C	8,5833 a
10 días a 8°C	8,5167 a
20 días a 8°C	8,1167 a
1 día a 18°C	7,8500 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.43. Comparación de medias entre técnicas de conservación para sólidos solubles totales del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Sólidos solubles totales (%)
5 días a 18°C	8,6000 a
10 días a 8°C	8,2333 a
1 día a 18°C	8,2167 a
20 días a 8°C	8,2167 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.44. Comparación de medias entre ambientes para sólidos solubles totales del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008

Localidad	Sólidos solubles totales (%)
Almázcara	8,3667 a
Magaz	8,2667 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.45. Comparación de medias entre técnicas de conservación para sólidos solubles totales del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2009

Técnica de conservación	Sólidos solubles totales (%)
10 días a 8°C	9,3500 a
10 días a 18°C	8,9500 a
1 día a 18°C	8,2500 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.46. Comparación de medias entre técnicas de conservación para sólidos solubles totales del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Sólidos solubles totales (%)
10 días a 18°C	9,1500 a
1 día a 18°C	9,1000 a
10 días a 8°C	8,8167 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.47. Comparación de medias entre técnicas de conservación para sólidos solubles totales del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Sólidos solubles totales (%)
10 días a 8°C	9,0833 a
10 días a 18°C	9,0500 a
1 día a 18°C	8,6750 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.48. Comparación de medias entre ambientes para sólidos solubles totales del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009

Localidad	Sólidos solubles totales (%)
Cabañas	9,0222 a
Almázcara	8,8500 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

La comparación de medias para SST en las muestras de pimiento fresco en el año 2008 no mostraron diferencias significativas ni entre las diferentes técnicas de conservación (Tablas 4.41 a 4.43), ni entre los ambientes ensayados (Tabla 4.44).

Los resultados obtenidos en el año 2009, muestran que en general no existieron diferencias significativas entre medias de refractometría (Tablas 4.46, 4.47, 4.48), excepto en el ambiente Almázcara (Tabla 4.45), en el que se detectaron diferencias significativas, resultando un valor más alto de SST después de un período de conservación de 10 días. Ese año existió interacción Ambiente × Técnica de conservación (Tabla 4.6.b), de manera que el contenido en sólidos solubles totales aumentó significativamente en el ambiente Almázcara pero no en el ambiente Cabañas. Esto pudo ser debido a que la madurez de los

frutos del ambiente Almázcara en cosecha era inferior que los del ambiente Cabañas, continuando la formación de sólidos solubles en el fruto durante la conservación.

Según estudios realizados por Martínez *et al.* (2007) con pimientos de Arnoia, se observó que durante la maduración, el contenido de sólidos solubles totales aumentaba significativamente. También estudios llevados a cabo con frutos de pimiento Niklis *et al.* (2002) demostraron que el contenido de sólidos solubles totales aumenta con la maduración. Marín *et al.* (2009) revelaron que en los pimientos, la baja frecuencia de riego y la salinidad aumentan los sólidos solubles.

4.2.1.7. pH del fruto

A continuación se presentan los resultados de las comparaciones de medias para el carácter de pH del fruto de pimiento.

Tabla 4.49. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pH del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2008

Técnica de conservación	pH
1 día a 18°C	4,9767 a
5 días a 18°C	4,8267 b
20 días a 8°C	4,7800 b
10 días a 8°C	4,7800 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.50. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pH del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	pH
1 día a 18°C	4,7867 a
5 días a 18°C	4,7467 a
20 días a 8°C	4,7033 a
10 días a 8°C	4,6767 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.51. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pH del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	pH
1 día a 18°C	4,8817 a
5 días a 18°C	4,7867 b
20 días a 8°C	4,7417 b
10 días a 8°C	4,7283 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.52. Comparación de medias entre ambientes para pH del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008

Localidad	pH
Almazcara	4,8408 a
Magaz	4,7283 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.53. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pH del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2009

Técnica de conservación	pH
10 días a 18°C	4,9500 a
10 días a 8°C	4,9467 a
1 día a 18°C	4,9067 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.54. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pH del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	pH
1 día a 18°C	4,9867 a
10 días a 18°C	4,9633 ab
10 días a 8°C	4,9133 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.55. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pH del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	pH
10 días a 18°C	4,9567 a
1 día a 18°C	4,9467 a
10 días a 8°C	4,9300 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.56. Comparación de medias entre ambientes para pH del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009

Localidad	pH
Cabañas	4,9544 a
Almázcara	4,9344 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Como se puede observar en las tablas que muestran los valores de comparación de medias para el pH, en el año 2008 existieron diferencias significativas en el ambiente Almázcara y en el análisis combinado de los ambientes Almázcara y Magaz entre las diferentes técnicas de conservación, resultando en ambos casos los valores más elevados de pH los obtenidos el día de la cosecha, con valores de 4,98 y 4,88 respectivamente (Tablas 4.49 y 4.51). En el año 2009 existieron solamente diferencias significativas en el ambiente Cabañas entre las diferentes técnicas de conservación, resultando al igual que en el año anterior, el valor más elevado de pH el día de la cosecha con un valor de 4,99 (Tabla 4.54). Esta disminución general en el valor de pH de los frutos conservados con respecto a los recién recolectados se ve apoyada por los resultados obtenidos por Hojo *et al.* (2007), que observaron en los frutos de pimiento una reducción del pH y la firmeza tras 8 días de almacenamiento. Según se refleja en la tabla 4.6.b, existió interacción Ambiente \times Técnica de conservación en el año 2009, de manera que los frutos de Cabañas experimentaron una disminución significativa del pH pasados 10 días en conservación frigorífica (Tabla 4.54), mientras que los frutos del ambiente Almázcara no mostraron diferencias significativas para este parámetro (Tabla 4.53). En cuanto a los ambientes, existieron diferencias significativas entre Almázcara y Magaz en el año 2008, resultando valores de pH medios de 4,84 y 4,73, respectivamente (Tabla 4.52).

Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los resultados de Cabañas y Almazcara en el año 2009, obteniéndose unos valores medios de pH similares, 4,95 y 4,93, respectivamente (Tabla 4.56).

Estudios realizados por Martínez *et al.* (2003) con frutos de pimiento obtenidos de cultivos en los que se aplicaron distintas dosis de nitrógeno y potasio, observaron que el pH de los frutos aumentaba con la aplicación de mayores dosis de potasio en el suelo.

4.2.1.8. Acidez del fruto

En las tablas siguientes se presentan los resultados de la comparación de medias para la acidez del fruto.

Tabla 4.57. Comparación de medias entre técnicas de conservación para acidez del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2008

Técnica de conservación	Acidez (% ácido cítrico)
5 días a 18°C	0,2336 a
20 días a 8°C	0,2282 a
10 días a 8°C	0,2122 a
1 día a 18°C	0,1888 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.58. Comparación de medias entre técnicas de conservación para acidez del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Acidez (% ácido cítrico)
10 días a 8°C	0,2538 a
5 días a 18°C	0,2432 a
20 días a 8°C	0,2165 ab
1 día a 18°C	0,1905 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.59. Comparación de medias entre técnicas de conservación para acidez del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Acidez (% ácido cítrico)
5 días a 18°C	0,2384 a
10 días a 8°C	0,2330 a
20 días a 8°C	0,2224 a
1 día a 18°C	0,1856 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.60. Comparación de medias entre ambientes para acidez del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008

Localidad	Acidez (% ácido cítrico)
Magaz	0,2260 a
Almazcara	0,2157 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.61. Comparación de medias entre técnicas de conservación para acidez del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2009

Técnica de conservación	Acidez (% ácido cítrico)
1 día a 18°C	0,2357 a
10 días a 8°C	0,2304 a
10 días a 18°C	0,2293 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.62. Comparación de medias entre técnicas de conservación para acidez del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Acidez (% ácido cítrico)
1 día a 18°C	0,2464 a
10 días a 18°C	0,2432 a
10 días a 8°C	0,2421 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.63. Comparación de medias entre técnicas de conservación para acidez del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Acidez (% ácido cítrico)
1 día a 18°C	0,2410 a
10 días a 18°C	0,2362 a
10 días a 8°C	0,2362 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.64. Comparación de medias entre ambientes para acidez del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009

Localidad	Acidez (% ácido cítrico)
Cabañas	0,2439 a
Almázcara	0,2318 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Se observa que en el año 2008 existieron diferencias significativas entre técnicas de conservación para acidez, resultando en todos los casos los valores más bajos de acidez los obtenidos el día de la cosecha, con valores medios de acidez de 0,19 (Tablas 4.57, 4.58, 4.59). Estudios realizados sobre pimiento de Arnoia (*Capsicum annuum* L. var. *annuum* cv. *arnoia*) por Martínez *et al.* (2007) concluyeron que durante la maduración, la acidez se eleva significativamente. En cambio, en los resultados de acidez del año 2009 no existieron diferencias significativas entre técnicas de conservación, aunque en ellos se apreció una menor acidez en los frutos conservados durante 10 días (Tablas 4.61, 4.62, 4.63).

En cuanto a los ambientes, no existieron diferencias significativas para la acidez entre Magaz y Almázcara en el año 2008, ni entre los ambientes Cabañas y Almázcara en el año 2009 (Tablas 4.60 y 4.64).

4.2.1.9. Textura interna del fruto

A continuación aparecen las tablas donde se muestran las comparaciones de medias para el carácter textura interna del fruto de pimiento.

Tabla 4.65. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura interna del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2008

Técnica de conservación	Textura interna (N)
20 días a 8°C	3,9903 a
1 día a 18°C	3,9403 ab
5 días a 18°C	3,8650 bc
10 días a 8°C	3,8183 c

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.66. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura interna del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Textura interna (N)
5 días a 18°C	3,4577 a
20 días a 8°C	3,4197 a
10 días a 8°C	3,3577 a
1 día a 18°C	3,2457 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.67. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura interna del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Textura interna (N)
20 días a 8°C	3,7050 a
5 días a 18°C	3,6613 a
1 día a 18°C	3,5930 a
10 días a 8°C	3,5880 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.68. Comparación de medias entre ambientes para textura interna del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008

Localidad	Textura interna (N)
Almazcara	3,90350 a
Magaz	3,37017 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.69. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura interna del fruto en el ambiente Almazcara en el año 2009

Técnica de conservación	Textura interna (N)
10 días a 8°C	3,7300 a
1 día a 18°C	3,4800 a
10 días a 18°C	3,4733 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.70. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura interna del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Textura interna (N)
10 días a 18°C	3,5667 a
1 día a 18°C	3,4767 a
10 días a 8°C	3,4633 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.71. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura interna del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Textura interna (N)
10 días a 8°C	3,5967 a
10 días a 18°C	3,5200 a
1 día a 18°C	3,4783 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.72. Comparación de medias entre ambientes para textura interna del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009

Localidad	Textura interna (N)
Almazcara	3,5611 a
Cabañas	3,5022 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Los resultados obtenidos entre técnicas de conservación tanto en el año 2008 como en el 2009, muestran que no existieron diferencias significativas entre medias de textura interna (Tablas 4.66, 4.67, 4.69, 4.70, 4.71), excepto en el ambiente Almazcara (Tabla 4.65), en el que sí existieron diferencias significativas, resultando la conservación de 10 días a 8°C la que obtuvo un menor valor de textura interna.

Por otro lado, en cuanto a la comparación de medias entre ambientes, existieron diferencias significativas entre los ambientes Almazcara y Magaz en el año 2008, resultando valores medios de textura interna de 3,90 y 3,37, respectivamente (Tabla 4.68). Este mayor valor de firmeza o textura interna de los pimientos de Almazcara pudo estar relacionado con el mayor contenido en calcio del suelo de este ambiente con respecto al de Magaz. Estudios realizados por Castro *et al.* (2006) demostraron que la firmeza del pimiento preprocesado se incrementó cuando las muestras fueron sometidas a pretratamientos con inmersión en calcio.

4.2.1.10. Textura externa del fruto

En las tablas siguientes se presentan los resultados de la comparación de medias para la textura externa del fruto de pimiento.

Tabla 4.73. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura externa del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2008

Técnica de conservación	Textura externa (N)
1 día a 18°C	7,8347 a
20 días a 8°C	7,1907 ab
10 días a 8°C	6,8430 b
5 días a 18°C	6,6010 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.74. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura externa del fruto en el ambiente Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Textura externa (N)
1 día a 18°C	8,0163 a
20 días a 8°C	7,5323 ab
5 días a 18°C	6,8763 b
10 días a 8°C	6,8480 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.75. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura externa del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Textura externa (N)
1 día a 18°C	7,9255 a
20 días a 8°C	7,3615 ab
10 días a 8°C	6,8455 b
5 días a 18°C	6,7387 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.76. Comparación de medias entre ambientes para textura externa del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008

Localidad	Textura externa (N)
Magaz	7,3183 a
Almázcara	7,1173 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.77. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura externa del fruto en el ambiente Almázcara en el año 2009

Técnica de conservación	Textura externa (N)
1 día a 18°C	7,4267 a
10 días a 18°C	7,3767 a
10 días a 8°C	6,4333 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.78. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura externa del fruto en el ambiente Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Textura externa (N)
1 día a 18°C	7,2433 a
10 días a 18°C	6,9267 ab
10 días a 8°C	6,0167 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.79. Comparación de medias entre técnicas de conservación para textura externa del fruto en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Textura externa (N)
1 día a 18°C	7,3100 a
10 días a 18°C	7,1767 a
10 días a 8°C	6,2250 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.80. Comparación de medias entre ambientes para textura externa del fruto en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009

Localidad	Textura externa (N)
Almázcara	7,0789 a
Cabañas	6,7289 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Como se puede observar en las tablas 4.73 a 4.75, en el año 2008 existieron diferencias significativas en los resultados obtenidos entre las diferentes técnicas de conservación, resultando más elevada la textura externa en la cosecha, con valores medios

de 7,83; 8,02 y 7,93 para Almazcara, Magaz y el análisis combinado de los dos ambientes, respectivamente.

Koide *et al.* (2007) experimentando con envases biodegradables, obtuvieron que la propiedad de dureza de los pimientos no mostró ningún cambio durante el periodo de almacenamiento en estos envases biodegradables. Igualmente, en el año 2009 los valores entre técnicas de conservación más elevados de textura externa se alcanzaron el día de la cosecha (Tablas 4.77 a 4.79). Según estudios realizados por González *et al.* (2004), los pimientos recién cortados almacenados en atmósferas modificadas sin vacío presentan una mayor firmeza que los envasados al vacío. Por otro lado, utilizando el escaldado por etapas con una solución de cloruro cálcico mejora la firmeza del pimiento (Palma *et al.*, 2009).

En lo referido a los ambientes, no existieron diferencias significativas para la textura externa entre los ambientes Magaz y Almazcara en el año 2008, ni entre los ambientes Cabañas y Almazcara en el año 2009 (Tablas 4.76 y 4.80).

4.3. PARÁMETROS DEL PIMIENTO ASADO

Las pruebas de asado realizadas durante los años 2008 y 2009 en la industria conservera mediante el método tradicional de la zona, son útiles para establecer características como el pelado, rendimiento al asado y rendimiento al asado tras la conservación (asado/crudo) del fruto de pimiento.

4.3.1. Parámetros del procesado del pimiento asado

A continuación se exponen las tablas donde se muestran los análisis de varianza de los parámetros del procesado del pimiento asado en los años 2008 y 2009.

Tabla 4.81. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los parámetros del procesado del pimiento asado en el ambiente Almazcara en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE ASADO		
		Pelado	Rendimiento asado (%)	Rendimiento asado-crudo (%)
Repeticiones	2	0,0208	0,0004	0,0007
Técnica de conservación	3	0,5277	0,0033*	0,0027*
Error	6	1,1319	0,0011	0,0011
Media		2,4166	49,833	50,750
Intervalo de variación		3,0000	54,000	55,000
		2,0000	46,000	48,000

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

En la tabla 4.81 se observa que existieron diferencias entre técnicas de conservación para los parámetros rendimiento asado y rendimiento al asado tras la conservación (asado/crudo), en el ambiente Almazcara durante el año 2008. En el otro parámetro analizado (pelado), no existieron diferencias significativas.

Tabla 4.82. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los parámetros del procesado del pimiento asado en el ambiente Magaz en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE ASADO		
		Pelado	Rendimiento asado (%)	Rendimiento asado-crudo (%)
Repeticiones	2	0,2500	0,0004	0,0004
Técnica de conservación	3	0,7500*	0,0007	0,0009
Error	6	0,2500	0,0008	0,0008
Media		2,7500	47,333	48,583
Intervalo de variación		3,0000	49,000	51,000
		2,0000	45,333	47,333

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

En la tabla 4.82, que muestra los parámetros del procesado del pimiento asado en el ambiente Magaz en el año 2008, se aprecia que existieron diferencias significativas entre técnicas de conservación en el parámetro pelado. Los resultados obtenidos para los otros

dos parámetros, es decir, ambos rendimientos, no presentaron diferencias significativas entre técnicas de conservación.

Tabla 4.83. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los parámetros del procesado del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE ASADO		
		Pelado	Rendimiento asado (%)	Rendimiento asado-crudo (%)
Ambiente	1	0,6666	37,4754	32,9473
Repeticiones	2	0,1354	7,0223	9,4246
Técnica de conservación	3	0,7222	36,2742*	31,0955*
Ambiente × Técnica de conservación	3	0,5555	4,6876	4,4000
Error	14	0,6116	8,9543	9,0313
Media		2,5833	48,544	49,517
Intervalo de variación		3,0000	51,625	52,830
		2,1667	45,613	47,657

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tal y como se aprecia en la tabla 4.83 de análisis de varianza para el análisis combinado en el año 2008, no existieron diferencias significativas entre ambientes en los tres parámetros analizados. En el análisis entre técnicas de conservación, los parámetros de pimiento asado que mostraron diferencias significativas fueron ambos rendimientos. Por otro lado, no se observó ninguna interacción Ambiente × Técnica de conservación en este análisis combinado del año 2008.

Tabla 4.84. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los parámetros del procesado del pimiento asado en el ambiente Almazcara en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE ASADO		
		Pelado	Rendimiento asado (%)	Rendimiento asado-crudo (%)
Repeticiones	2	0,1111	0,0004	0,0002
Técnica de conservación	2	0,1111	0,0004	0,0004
Error	4	0,2777	0,0012	0,0013
Media		2,7777	48,333	49,111
Intervalo de variación		3,0000	49,667	50,000
		2,6667	47,333	47,667

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

En la tabla 4.84, que muestra los parámetros del procesado del pimiento asado para el ambiente Almazcara en el año 2009, se aprecia que en los tres parámetros analizados no existieron diferencias significativas entre técnicas de conservación.

Tabla 4.85. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los parámetros del procesado del pimiento asado en el ambiente Cabañas en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE ASADO		
		Pelado	Rendimiento asado (%)	Rendimiento asado-crudo (%)
Repeticiones	2	0,1111	0,0001	0,0002
Técnica de conservación	2	0,1111	0,0014	0,0033*
Error	4	0,2777	0,0004	0,0003
Media		2,7777	45,555	46,667
Intervalo de variación		3,0000	47,000	50,000
		2,6667	43,000	43,333

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

En la tabla 4.85 se observa que en el parámetro rendimiento al asado tras la conservación (asado/crudo) existieron diferencias significativas entre técnicas de conservación, mientras que en los otros dos parámetros del pimiento asado analizados (pelado y rendimiento asado), no existieron diferencias significativas.

Tabla 4.86. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los parámetros del procesado del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almacén y Cabañas en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES DE ASADO		
		Pelado	Rendimiento asado (%)	Rendimiento asado-crudo (%)
Ambiente	1	0,0000	0,0034	0,0026
Repeticiones	2	0,0555	0,0001	0,0001
Técnica de conservación	2	0,0555	0,0014	0,0030*
Ambiente × Técnica de conservación	2	0,1666	0,0004	0,0007
Error	10	0,2555	0,0007	0,0007
Media		2,7777	46,944	47,888
Intervalo de variación		2,8333	48,333	50,000
		2,6667	45,167	45,500

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

En la tabla 4.86 de análisis de varianza para el análisis combinado en el año 2009, se puede ver que no existieron diferencias significativas entre ambientes. En el análisis entre técnicas de conservación, el único parámetro del procesado del pimiento asado que mostró diferencias significativas fue el rendimiento al asado tras la conservación (asado/crudo). Por otro lado, no se observó interacción Ambiente × Técnica de conservación en ninguno de los tres parámetros del procesado analizados.

A continuación, se realiza un análisis de cada uno de los parámetros del procesado del pimiento asado.

4.3.1.1. Pelado del pimiento asado

Un aspecto importante es la aptitud para el pelado que presenta el material vegetal seleccionado, aspecto subjetivo evaluado según la opinión de los operarios que realizan el procesado de las muestras de asado. A continuación se presentan los resultados de las

comparaciones de medias en cuanto al comportamiento frente al pelado del pimiento asado.

Tabla 4.87. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pelado del pimiento asado en el ambiente Almázcara en el año 2008

Técnica de conservación	Pelado
10 días a 8°C	3,0000 a
20 días a 8°C	2,3333 a
5 días a 18°C	2,3333 a
1 día a 18°C	2,0000 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%
Escala cualitativa de pelado: 1 malo; 2 regular; 3 bueno; 4 muy bueno

Tabla 4.88. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pelado del pimiento asado en el ambiente Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Pelado
1 día a 18°C	3,0000 a
10 días a 8°C	3,0000 a
5 días a 18°C	3,0000 a
20 días a 8°C	2,0000 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%
Escala cualitativa de pelado: 1 malo; 2 regular; 3 bueno; 4 muy bueno

Tabla 4.89. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pelado del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Pelado
10 días a 8°C	3,0000 a
5 días a 18°C	2,6667 a
1 día a 18°C	2,5000 a
20 días a 8°C	2,1667 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%
Escala cualitativa de pelado: 1 malo; 2 regular; 3 bueno; 4 muy bueno

Tabla 4.90. Comparación de medias entre ambientes para pelado del pimiento asado en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008

Localidad	Pelado
Magaz	2,7500 a
Almázcara	2,4167 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%
Escala cualitativa de pelado: 1 malo; 2 regular; 3 bueno; 4 muy bueno

Tabla 4.91. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pelado del pimiento asado en el ambiente Almázcara en el año 2009

Técnica de conservación	Pelado
10 días a 8°C	3,0000 a
10 días a 18°C	2,6667 a
1 día a 18°C	2,6667 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%
Escala cualitativa de pelado: 1 malo; 2 regular; 3 bueno; 4 muy bueno

Tabla 4.92. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pelado del pimiento asado en el ambiente Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Pelado
10 días a 18°C	3,0000 a
10 días a 8°C	2,6667 a
1 día a 18°C	2,6667 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%
Escala cualitativa de pelado: 1 malo; 2 regular; 3 bueno; 4 muy bueno

Tabla 4.93. Comparación de medias entre técnicas de conservación para pelado del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Pelado
10 días a 18°C	2,8333 a
10 días a 8°C	2,8333 a
1 día a 18°C	2,6667 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%
Escala cualitativa de pelado: 1 malo; 2 regular; 3 bueno; 4 muy bueno

Tabla 4.94. Comparación de medias entre ambientes para pelado del pimiento asado en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009

Localidad	Pelado
Almázcara	2,7778 a
Cabañas	2,7778 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%
Escala cualitativa de pelado: 1 malo; 2 regular; 3 bueno; 4 muy bueno

Los resultados obtenidos en el año 2008 (Tablas 4.87, 4.89, 4.90), en general muestran que no existieron diferencias significativas entre las medias del parámetro facilidad de pelado, excepto en el ambiente Magaz (Tabla 4.88), en el que existieron diferencias significativas entre los frutos conservados durante 20 días en frigorífico a 8°C y 90% HR, obteniendo un resultado numérico de 2 (pelado regular) mientras que el resto de técnicas de conservación obtuvieron un valor numérico de 3 (pelado bueno).

Guerra *et al.* (2004) observaron que la sobremaduración del pimiento puede contribuir a que el pelado se realice con mayor dificultad.

Por otro lado, en el año 2009 no existieron diferencias significativas para el parámetro pelado ni entre ambientes ni entre técnicas de conservación (Tablas 4.91, 4.92, 4.93, 4.94).

Casquero y Guerra (2000) concluyeron que es interesante que los pimientos presenten una piel gruesa ya que resulta más fácil de desprender en la operación de pelado. Estudios realizados por Arana *et al.* (2008), demuestran que los pimientos de la variedad Piquillo pelados a mano, presentan una textura más suave que los pelados mecánicamente.

4.3.1.2. Rendimiento al asado

En las tablas siguientes se presentan los resultados de la comparación de medias para el rendimiento al asado.

Tabla 4.95. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado en el ambiente Almázcara en el año 2008

Técnica de conservación	Rendimiento asado (%)
20 días a 8°C	54,000 a
1 día a 18°C	50,333 ab
10 días a 8°C	49,000 ab
5 días a 18°C	46,000 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.96. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado en el ambiente Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Rendimiento asado (%)
20 días a 8°C	49,000 a
10 días a 8°C	47,667 a
1 día a 18°C	47,333 a
5 días a 18°C	45,333 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.97. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Rendimiento asado (%)
20 días a 8°C	51,625 a
1 día a 18°C	48,620 ab
10 días a 8°C	48,320 ab
5 días a 18°C	45,613 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.98. Comparación de medias entre ambientes para rendimiento al asado en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008

Localidad	Rendimiento asado (%)
Almázcara	49,794 a
Magaz	47,295 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.99. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado en el ambiente Almázcara en el año 2009

Técnica de conservación	Rendimiento asado (%)
1 día a 18°C	49,667 a
10 días a 18°C	48,000 a
10 días a 8°C	47,333 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.100. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado en el ambiente Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Rendimiento asado (%)
10 días a 18°C	47,000 a
1 día a 18°C	46,667 a
10 días a 8°C	43,000 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.101. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Rendimiento asado (%)
1 día a 18°C	48,167 a
10 días a 18°C	47,500 a
10 días a 8°C	45,167 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.102. Comparación de medias entre ambientes para rendimiento al asado en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009

Localidad	Rendimiento asado (%)
Almázcara	48,333 a
Cabañas	45,556 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Se observa, que en el año 2008 existieron diferencias significativas entre las diferentes técnicas de conservación para el parámetro rendimiento de asado en el ambiente Almázcara y en el análisis combinado de los ambientes Almázcara y Magaz, resultando en ambos casos los valores más elevados de rendimiento en los frutos conservados durante

20 días en frigorífico a 8°C y 90% HR, obteniendo valores de 54,0% y 51,6% respectivamente (Tablas 4.95 y 4.97). En el ambiente Magaz aunque no existieron diferencias significativas, el rendimiento de asado mayor (49,0%) correspondió también a la misma técnica de conservación, es decir, 20 días en condiciones frigoríficas (Tabla 4.96). Con estos resultados parece que, en contra de lo que se podría esperar, la pérdida de peso entre las diferentes condiciones de almacenamiento no afecta al rendimiento al asado. Esta teoría se ve apoyada por los resultados obtenidos por Casquero *et al.* (2011), que no observaron diferencias significativas en cuanto al rendimiento de asado en pimiento, a pesar de obtener diferencias significativas en cuanto a pérdidas de peso durante el almacenamiento.

Sin embargo, en los resultados del año 2009 referentes también al parámetro rendimiento de asado, en los que la técnica de conservación de 20 días en condiciones de refrigeración no se llevó a cabo, no existieron diferencias significativas entre técnicas de conservación obteniendo en este año la técnica 10 días en refrigeración los menores porcentajes de rendimiento de asado (Tablas 4.99, 4.100, 4.101).

En lo referido a los ambientes, no existieron diferencias significativas para el rendimiento de asado entre los ambientes Almazcara y Magaz en el año 2008, ni entre los ambientes Almazcara y Cabañas en el año 2009, en cualquier caso el mayor rendimiento de asado se obtuvo en el ambiente Almazcara en los dos años; 49,8% en 2008 y 48,3% en 2009 (Tablas 4.98 y 4.102).

4.3.1.3. Rendimiento al asado tras la conservación

A continuación se presentan los resultados de las comparaciones de medias en cuanto al comportamiento frente al rendimiento al asado tras la conservación (asado/crudo) del pimiento para los dos años del ensayo.

Tabla 4.103. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado tras la conservación en el ambiente Almázcara en el año 2008

Técnica de conservación	Rendimiento asado/crudo (%)
20 días a 8°C	55,000 a
1 día a 18°C	50,333 ab
10 días a 8°C	49,667 ab
5 días a 18°C	48,000 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.104. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado tras la conservación en el ambiente Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Rendimiento asado/crudo (%)
20 días a 8°C	51,000 a
10 días a 8°C	48,667 a
1 día a 18°C	47,333 a
5 días a 18°C	47,333 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.105. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado tras la conservación en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Rendimiento asado/crudo (%)
20 días a 8°C	52,830 a
10 días a 8°C	48,963 b
1 día a 18°C	48,620 b
5 días a 18°C	47,657 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.106. Comparación de medias entre ambientes para rendimiento al asado tras la conservación en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008

Localidad	Rendimiento asado/crudo (%)
Almázcara	50,689 a
Magaz	48,346 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.107. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado tras la conservación en el ambiente Almázcara en el año 2009

Técnica de conservación	Rendimiento asado/crudo (%)
10 días a 18°C	50,000 a
1 día a 18°C	49,667 a
10 días a 8°C	47,667 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.108. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado tras la conservación en el ambiente Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Rendimiento asado/crudo (%)
10 días a 18°C	50,000 a
1 día a 18°C	46,667 ab
10 días a 8°C	43,333 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.109. Comparación de medias entre técnicas de conservación para rendimiento al asado tras la conservación en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Rendimiento asado/crudo (%)
10 días a 18°C	50,000 a
1 día a 18°C	48,167 ab
10 días a 8°C	45,500 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.110. Comparación de medias entre ambientes para rendimiento al asado tras la conservación en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009

Localidad	Rendimiento asado/crudo (%)
Almázcara	49,111 a
Cabañas	46,667 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Como se puede observar en las tablas anteriores que muestran los valores de comparación de medias de rendimiento al asado tras la conservación (asado/crudo), en el año 2008 existieron diferencias significativas en el ambiente Almázcara y en el análisis

combinado de los ambientes Almázcara y Magaz, resultando en ambos casos los valores más elevados de rendimiento los obtenidos con los frutos conservados durante 20 días a 8°C, con valores de 55,0% y 52,8% respectivamente (Tablas 4.103 y 4.105). En el ambiente Magaz aunque no existieron diferencias significativas, el rendimiento mayor al asado tras la conservación, un 51,0%, correspondió también a la misma técnica de conservación, es decir, 20 días en condiciones frigoríficas (Tabla 4.104).

En el año 2009, los valores de comparación de medias entre técnicas de conservación más elevados de rendimiento asado/crudo se alcanzaron siempre para los frutos conservados durante 10 días a temperatura ambiente, con rendimientos en todos los casos del 50,0% (Tablas 4.107, 4.108, 4.109), existiendo diferencias significativas en las dos últimas. Se puede decir que cuanto más intenso fue el tratamiento (tiempo y temperatura) mayor pérdida de agua previa al pesado existió, y por lo tanto mayor rendimiento.

En referencia a los ambientes, no existieron diferencias significativas para el rendimiento al asado tras la conservación entre los ambientes Almázcara y Magaz en el año 2008, ni entre los ambientes Almázcara y Cabañas en el año 2009 (Tablas 4.106 y 4.110). El mayor o menor rendimiento al asado parece estar más relacionado con el genotipo que con los diferentes contenidos o porcentajes de nutrientes presentes en el suelo. Así, Guerra *et al.* (2003) realizando ensayos con diferentes genotipos de pimiento del Bierzo procedentes de trabajos de selección, obtuvieron valores medios de rendimiento al asado diferentes en las distintas variedades, que iban desde un 48,3% hasta un 37,5%.

4.3.2. Caracteres de calidad sensorial

A continuación se exponen las tablas donde se muestran los análisis de varianza de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en los años 2008 y 2009.

Tabla 4.111.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Almacara en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES			
		Color	Uniformidad	Grosor	Superficie
Repeticiones	2	0,0982	0,4291	0,1824	0,0678
Técnica de conservación	3	0,9530*	0,4044	0,0652	0,2713
Error	6	0,1684	0,2199	0,0529	0,3968
Media		2,3841	3,1441	3,5250	2,8975
Intervalo de variación		2,9200	3,5900	3,7000	3,2667
		1,7667	2,7900	3,3767	2,6000

(*) $\alpha = 5\%$ (**) $\alpha = 1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.111.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Almacara en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES			
		Quemado	Cantidad de caldo	Calidad de caldo	Semillas
Repeticiones	2	0,0915	0,4320	0,0699	0,1818
Técnica de conservación	3	0,2219	0,2691	0,1405	0,1671
Error	6	0,1092	0,2387	0,0644	0,0455
Media		4,1883	3,9941	2,7341	4,5925
Intervalo de variación		4,4100	4,4400	2,9600	4,7567
		3,7967	3,7933	2,5233	4,4233

(*) $\alpha = 5\%$ (**) $\alpha = 1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.111.c. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Almázcara en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES				
		Dureza	Cohesividad	Amargo	Picante	Humo
Repeticiones	2	0,0995	0,1054	0,0963	0,0160	0,2476
Técnica de conservación	3	0,1473	0,2804*	0,2671	0,2459	0,0663
Error	6	0,0870	0,0881	0,2826	0,1835	0,1586
Media		4,4816	1,9316	2,7333	4,1316	3,2150
Intervalo de variación		4,8100	2,2933	3,1567	4,4767	3,4000
		4,3267	1,6667	2,4600	3,8767	3,0500

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

En las tablas 4.111.a, 4.111.b y 4.111.c se observa que existieron diferencias entre técnicas de conservación para los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado: color y cohesividad, en el ambiente Almázcara durante el año 2008. Para los restantes caracteres sensoriales analizados: uniformidad, grosor, superficie, quemado, cantidad y calidad de caldo, semillas, dureza, amargo, picante y humo, no existieron diferencias significativas.

Tabla 4.112.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Magaz en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES			
		Color	Uniformidad	Grosor	Superficie
Repeticiones	2	0,4995	0,4693*	0,1732	0,3690
Técnica de conservación	3	0,2802	0,4311*	0,1307*	0,2999*
Error	6	0,3011	0,0637	0,0302	0,0866
Media		3,8025	4,1250	3,7775	3,3650
Intervalo de variación		4,0767	4,5233	3,9433	3,7433
		3,3767	3,6300	3,5000	3,0000

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.112.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Magaz en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES			
		Quemado	Cantidad de caldo	Calidad de caldo	Semillas
Repeticiones	2	0,0025	0,3739	0,0084	0,0641
Técnica de conservación	3	0,3075	0,2454	0,0520	0,1743*
Error	6	0,4466	0,2187	0,0392	0,0390
Media		4,2016	4,2600	2,8675	4,5266
Intervalo de variación		4,4400	4,6000	3,0033	4,7433
		3,7333	3,9400	2,7000	4,2500

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.112.c. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Magaz en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES				
		Dureza	Cohesividad	Amargo	Picante	Humo
Repeticiones	2	0,0994	0,0709	0,5787	0,0466	0,0196
Técnica de conservación	3	0,0784	0,2064*	0,6489	0,4095*	0,0355*
Error	6	0,1674	0,0622	0,2114	0,0628	0,0132
Media		4,4008	2,0150	3,1516	4,3975	3,0966
Intervalo de variación		4,6333	2,3333	3,5767	4,7567	3,2000
		4,2667	1,7900	2,5633	3,8800	2,9433

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

En las tablas 4.112.a, 4.112.b y 4.112.c, que muestran los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado para el ambiente Magaz en el año 2008, se aprecia que existieron diferencias significativas entre técnicas de conservación para: uniformidad, grosor, superficie, semillas, cohesividad, picante y humo. Los resultados obtenidos para el resto de los caracteres sensoriales no presentaron diferencias significativas entre técnicas de conservación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 4.113.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES			
		Color	Uniformidad	Grosor	Superficie
Ambiente	1	12,0700**	5,7722**	0,3825**	1,3113*
Repeticiones	2	0,0783	0,7797*	0,3423**	0,3747
Técnica de conservación	3	0,4525*	0,5048*	0,1812*	0,5665*
Ambiente × Técnica de conservación	3	0,7807	0,3307	0,0147	0,0047
Error	14	0,2754	0,1385	0,0375	0,2161
Media		3,0933	3,6345	3,6512	3,1312
Intervalo de variación		3,8025	4,1250	3,8167	3,5050
		2,3842	3,1442	3,4383	2,8000

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.113.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES			
		Quemado	Cantidad de caldo	Calidad de caldo	Semillas
Ambiente	1	0,0010	0,4240	0,1066	0,0260
Repeticiones	2	0,0600	0,7002	0,0410	0,0693
Técnica de conservación	3	0,1284	0,4744*	0,0999	0,0612
Ambiente × Técnica de conservación	3	0,4011	0,0401	0,0926	0,1688*
Error	14	0,2431	0,2112	0,0497	0,0484
Media		4,1950	4,1270	2,8008	4,5595
Intervalo de variación		4,3383	4,5200	2,9817	4,6583
		4,0283	3,8667	2,6783	4,4183

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.113.c. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES				
		Dureza	Cohesividad	Amargo	Picante	Humo
Ambiente	1	0,0392	0,0416	1,0500	0,4240	0,0840
Repeticiones	2	0,0064	0,0396	0,3675	0,0171	0,1741
Técnica de conservación	3	0,0663	0,2241*	0,6212	0,4850*	0,0775
Ambiente × Técnica de conservación	3	0,1594	0,2627	0,2949	0,1704	0,0243
Error	14	0,1365	0,0839	0,2557	0,1120	0,0869
Media		4,4412	1,9733	2,9425	4,2645	3,1558
Intervalo de variación		4,5383	2,2100	3,3667	4,5067	3,3000
		4,3250	1,7400	2,5950	3,8983	3,0500

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tal y como se aprecia en las tablas 4.113.a, 4.113.b y 4.113.c de análisis de varianza para el análisis combinado en el año 2008, existieron diferencias significativas entre ambientes en los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado: color, uniformidad, grosor y superficie. En el análisis entre técnicas de conservación, los caracteres sensoriales que mostraron diferencias significativas fueron: color, uniformidad, grosor, superficie, cantidad de caldo, cohesividad y picante. Por otro lado, solamente se observó interacción Ambiente × Técnica de conservación en el carácter semillas, de calidad sensorial.

Tabla 4.114.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Almázcara en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES			
		Color	Uniformidad	Grosor	Superficie
Repeticiones	2	0,3024	1,1463	0,0339	0,1545
Técnica de conservación	2	0,8977	0,1884	0,6056**	0,4208
Error	4	0,3022	0,1704	0,0269	0,1998
Media		3,7000	3,3011	3,7177	3,5411
Intervalo de variación		4,2067	3,5733	4,0933	3,8100
		3,1200	3,0800	3,2200	3,1133

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.114.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Almázcara en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES			
		Quemado	Cantidad de caldo	Calidad de caldo	Semillas
Repeticiones	2	0,0020	0,0386	0,0028	0,0045
Técnica de conservación	2	1,5214**	0,0261	0,3784*	0,0045
Error	4	0,0476	0,2010	0,0734	0,0013
Media		4,2966	4,2500	3,1566	4,8055
Intervalo de variación		4,7600	4,3167	3,3700	4,4800
		3,4767	4,1433	2,7467	4,7633

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.114.c. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Almázcara en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES				
		Dureza	Cohesividad	Amargo	Picante	Humo
Repeticiones	2	0,0227	0,0532	0,5677	0,3566	0,1552
Técnica de conservación	2	0,2414	0,2948	0,0140	0,2100	0,6461
Error	4	0,1453	0,1631	0,4676	0,2425	0,2155
Media		4,4888	1,9188	3,3122	4,3533	3,2255
Intervalo de variación		4,7900	2,2500	3,3833	4,6533	3,6500
		4,2267	1,6267	3,2467	4,1533	2,7300

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

En las tablas 4.114.a, 4.114.b y 4.114.c, que muestran los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado para el ambiente Almázcara en el año 2009, se aprecia que existieron diferencias significativas entre técnicas de conservación para: grosor, quemado y calidad de caldo. El resto de los caracteres sensoriales analizados, no presentaron diferencias significativas entre técnicas de conservación.

Tabla 4.115.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Cabañas en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES			
		Color	Uniformidad	Grosor	Superficie
Repeticiones	2	0,0413	0,2276	1,4086	0,4385
Técnica de conservación	2	0,1802	0,2569	0,0234	0,3820
Error	4	0,3282	0,3972	0,2500	0,2890
Media		3,8622	3,3611	2,9966	2,6188
Intervalo de variación		4,1433	3,6667	3,0833	2,9167
		3,6933	3,0833	2,9067	2,2233

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.115.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Cabañas en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES			
		Quemado	Cantidad de caldo	Calidad de caldo	Semillas
Repeticiones	2	0,0794	0,0111	0,0010	0,0028
Técnica de conservación	2	0,1925	0,0511	0,3934	0,0407
Error	4	0,2604	0,0530	0,2154	0,0137
Media		4,2944	4,5200	2,5444	4,7155
Intervalo de variación		4,5833	4,6667	2,9167	4,8033
		4,1100	4,4167	2,1933	4,5833

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.115.c. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el ambiente Cabañas en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES				
		Dureza	Cohesividad	Amargo	Picante	Humo
Repeticiones	2	0,2469	0,2055	0,0293	0,0519	0,2938
Técnica de conservación	2	0,2088	0,7373*	0,5041	0,3463*	0,0565
Error	4	0,1271	0,1284	0,1286	0,0615	0,2182
Media		4,5544	1,8544	3,9022	4,5811	3,1755
Intervalo de variación		4,7167	2,4167	4,1667	4,8033	3,3333
		4,2500	1,4800	3,4300	4,1900	3,0833

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

En la tablas 4.115.a, 4.115.b y 4.115.c se observa que para los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado: cohesividad y picante, existieron diferencias significativas entre técnicas de conservación en el ambiente Cabañas para el año 2009, mientras que en los restantes caracteres de calidad sensorial analizados, no existieron diferencias significativas.

Tabla 4.116.a. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almacén y Cabañas en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES			
		Color	Uniformidad	Grosor	Superficie
Ambiente	1	0,1184	0,0162	2,3400*	3,8272**
Repeticiones	2	0,2474	1,1867*	0,5849	0,4771
Técnica de conservación	2	0,8872*	0,4417	0,1997	0,7986*
Ambiente × Técnica de conservación	2	0,1907	0,0036	0,4293	0,0042
Error	10	0,2714	0,2645	0,2823	0,2187
Media		3,7811	3,3311	3,3572	3,0800
Intervalo de variación		4,1750	3,6200	3,7178	3,5411
		3,4067	3,0817	2,9967	2,6189

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.116.b. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES			
		Quemado	Cantidad de caldo	Calidad de caldo	Semillas
Ambiente	1	0,0000	0,3280	1,6866**	0,0364*
Repeticiones	2	0,0413	0,0302	0,0002	0,0069
Técnica de conservación	2	1,1658**	0,0022	0,7147*	0,0360*
Ambiente × Técnica de conservación	2	0,5481	0,0750	0,0571	0,0092
Error	10	0,1312	0,1055	0,1162	0,0061
Media		4,2955	4,3850	2,8505	4,7605
Intervalo de variación		4,6183	4,5200	3,1567	4,8216
		3,7933	4,2500	2,4700	4,6733

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.116.c. Análisis de varianza entre técnicas de conservación de los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009

FUENTES DE VARIACIÓN	GL	CUADRADOS MEDIOS CARACTERES SENSORIALES				
		Dureza	Cohesividad	Amargo	Picante	Humo
Ambiente	1	0,0193	0,0186	1,5664	0,0334	0,0112
Repeticiones	2	0,0652	0,0279	0,1810	0,3278	0,3859
Técnica de conservación	2	0,0399*	0,8994*	0,1861	0,0181	0,3582
Ambiente × Técnica de conservación	2	0,0506	0,1326	0,3321	0,5381	0,3445
Error	10	0,1498	0,1628	0,3217	0,1377	0,1861
Media		4,5216	1,8866	3,6072	4,4672	3,2005
Intervalo de variación		4,7433	2,3333	3,9022	4,5811	3,3667
		4,2383	1,6467	3,3122	4,3533	2,9200

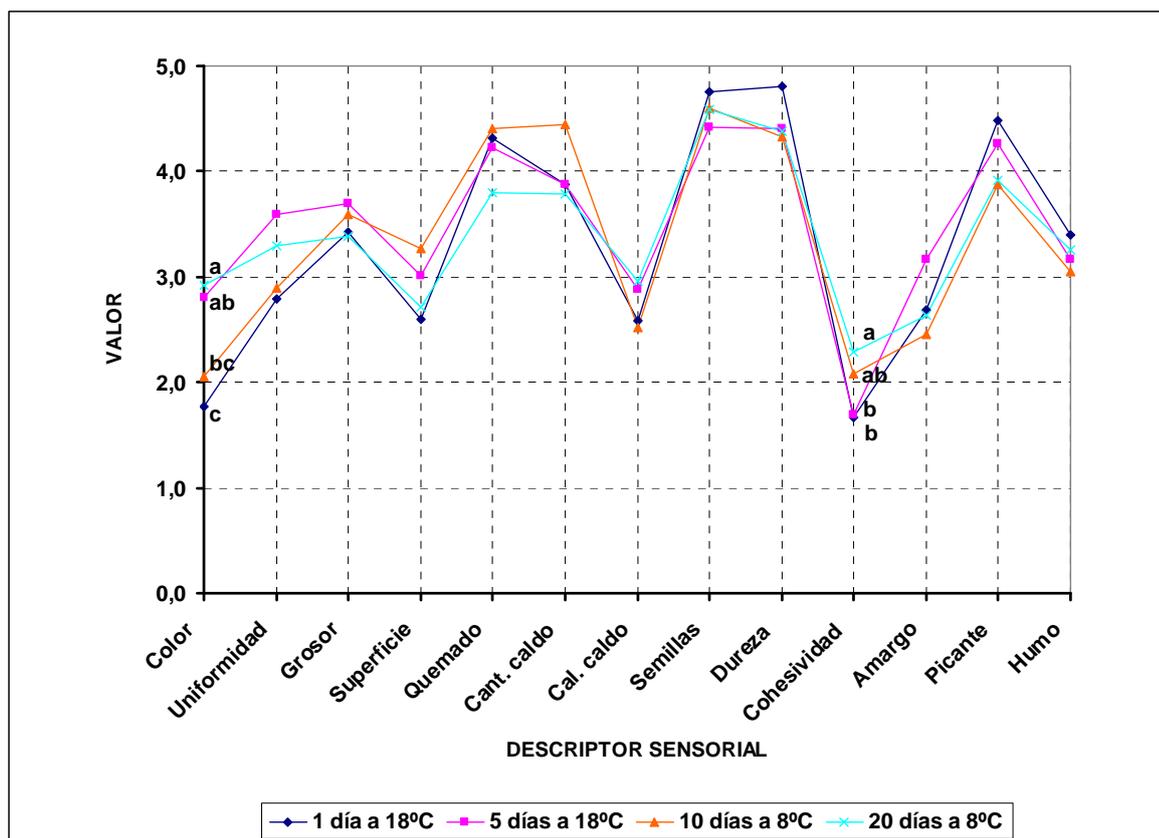
(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

En las tablas 4.116.a, 4.116.b y 4.116.c de análisis de varianza para el análisis combinado en el año 2009, se puede ver que existieron diferencias significativas entre ambientes en los caracteres de calidad sensorial del pimiento asado: grosor, superficie, calidad de caldo y semillas. En el análisis entre técnicas de conservación, los caracteres de

calidad sensorial que mostraron diferencias significativas fueron: color, superficie, quemado, calidad de caldo, semillas, dureza y cohesividad. Por otro lado, no se observó ninguna interacción Ambiente × Técnica de conservación en este análisis combinado del año 2009.

4.3.2.1. Caracteres de calidad sensorial entre técnicas de conservación

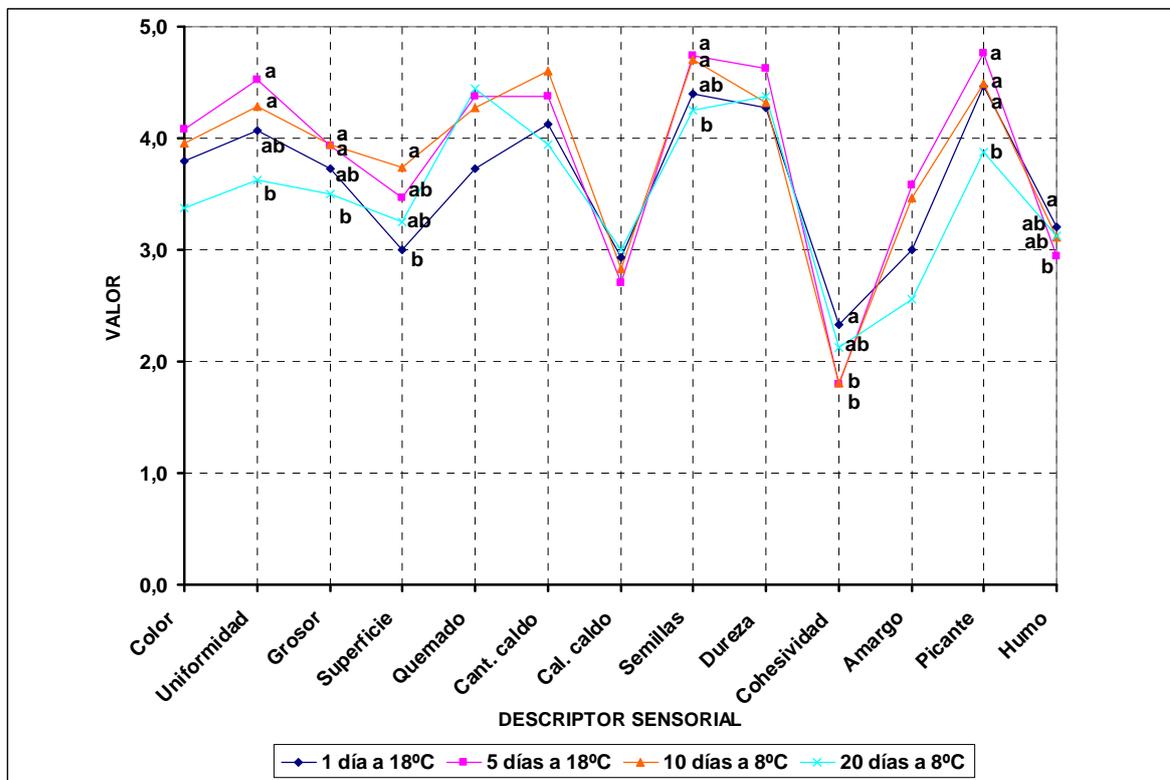
En las figuras 4.1 a 4.6 se reflejan los resultados sensoriales obtenidos mediante catas de pimiento asado en forma de perfiles sensoriales. Estas figuras muestran las comparaciones de medias entre las diferentes técnicas de conservación para los caracteres sensoriales analizados.



Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Figura 4.1. Comparación de medias entre técnicas de conservación para caracteres sensoriales de pimiento asado en el ambiente Almázcara en el año 2008

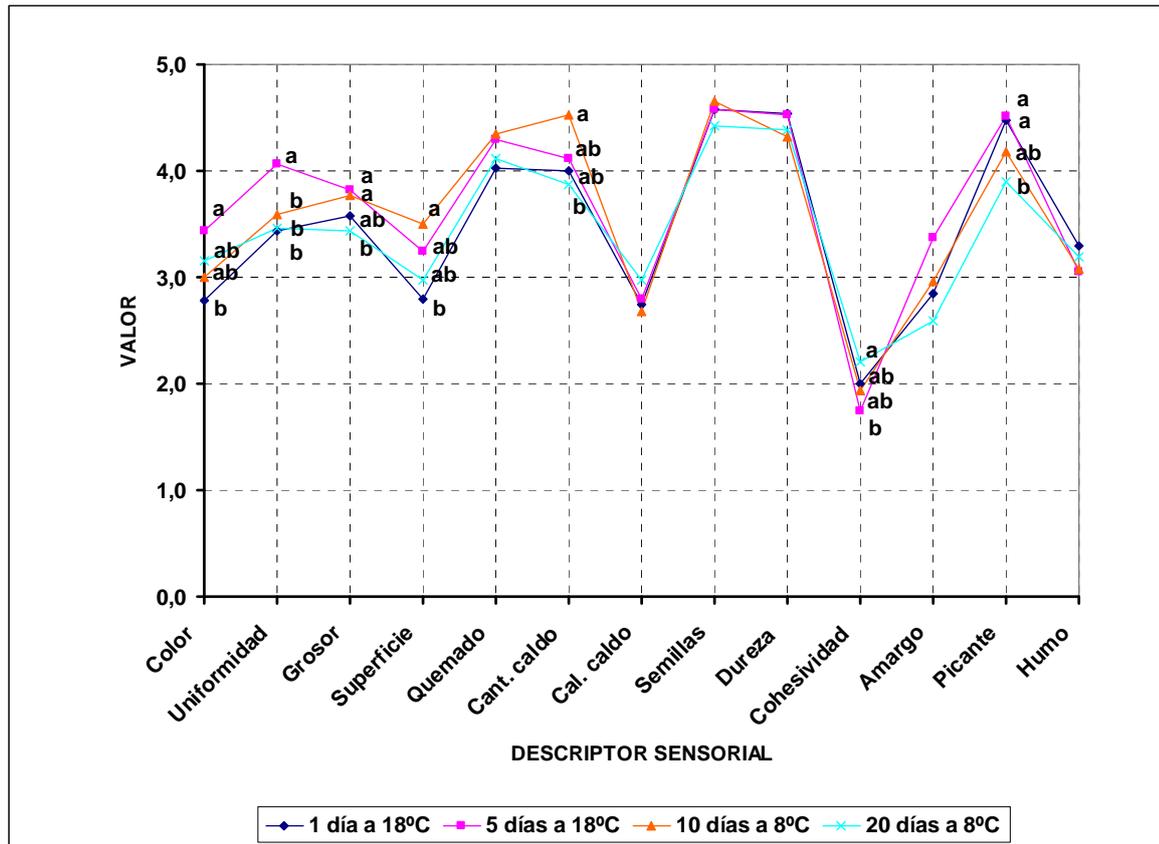
En la figura 4.1 se observa que para los descriptores de pimiento asado: uniformidad, grosor, superficie, quemado, cantidad de caldo, calidad de caldo, semillas, dureza, amargo, picante y humo, no existieron diferencias significativas entre ninguna de las diferentes técnicas de conservación en el ambiente Almacara para el año 2008, es decir, las muestras fueron homogéneas respecto a estos descriptores. Por otro lado, para los otros dos descriptores restantes: color y cohesividad, existieron diferencias significativas entre técnicas de conservación.



Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Figura 4.2. Comparación de medias entre técnicas de conservación para caracteres sensoriales de pimiento asado en el ambiente Magaz en el año 2008

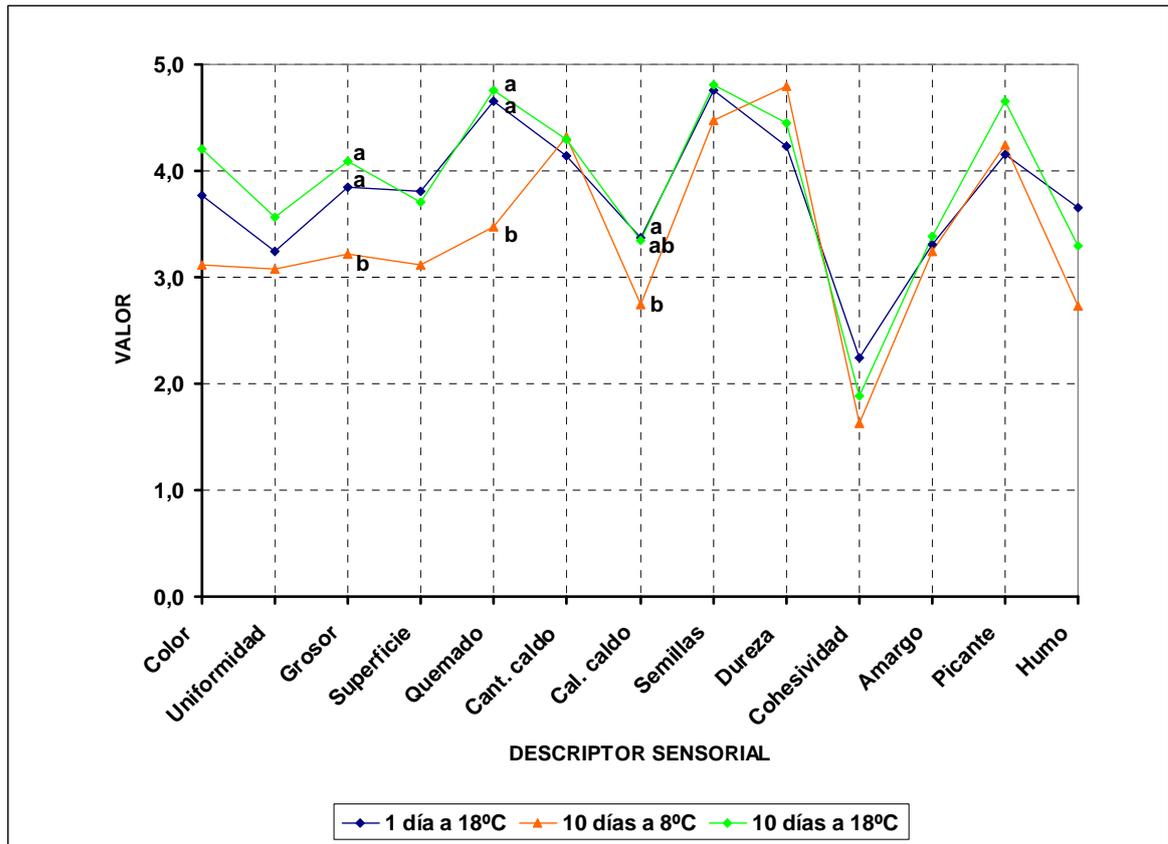
En la figura 4.2 se observa que los descriptores: uniformidad, grosor, superficie, semillas, cohesividad, picante y humo, presentaron diferencias significativas entre técnicas de conservación. Por el contrario para los restantes descriptores sensoriales, no existieron diferencias significativas entre las diferentes condiciones de almacenamiento.



Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Figura 4.3. Comparación de medias entre técnicas de conservación para caracteres sensoriales de pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almazcara y Magaz en el año 2008

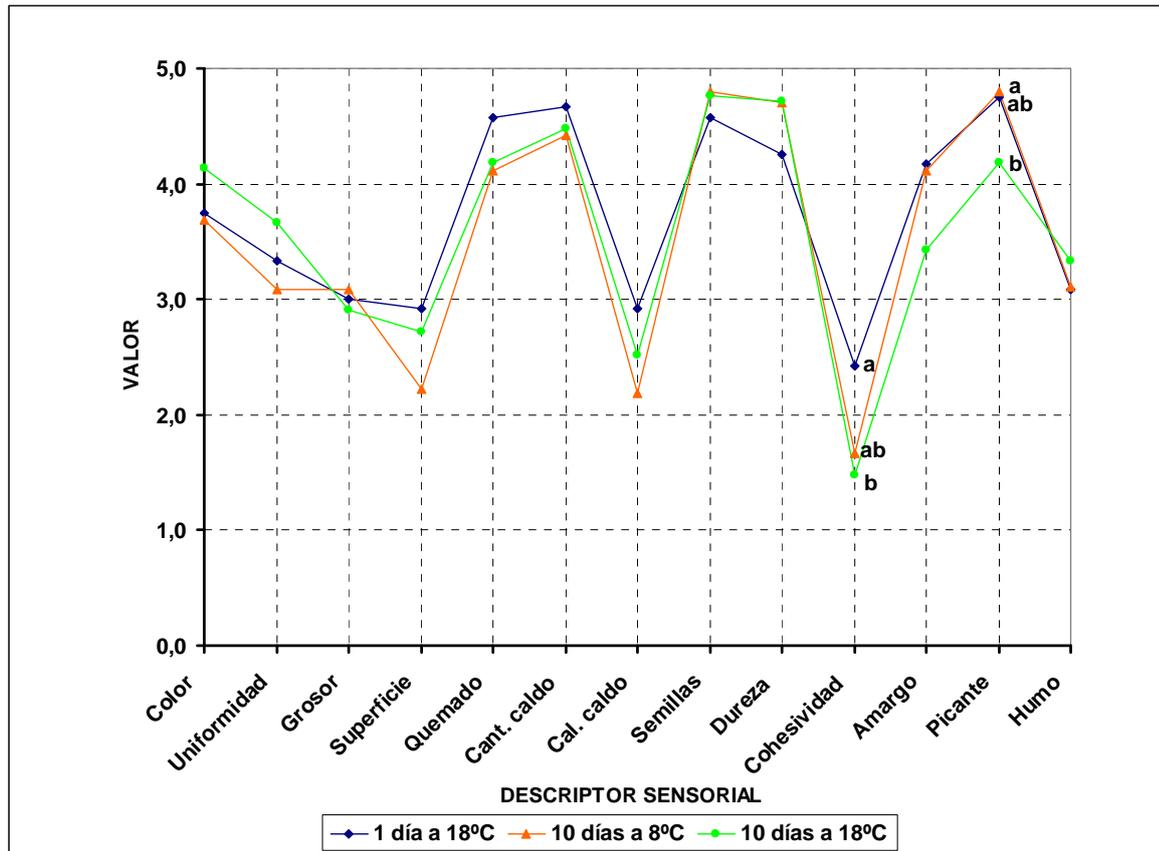
En la figura 4.3, correspondiente al análisis combinado de los ambientes, seis de los descriptores de pimiento asado analizados: quemado, calidad de caldo, semillas, dureza, amargo y humo, no presentaron diferencias significativas al comparar las distintas técnicas de conservación. Sin embargo, el resto de descriptores, presentaron diferencias significativas.



Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Figura 4.4. Comparación de medias entre técnicas de conservación para caracteres sensoriales de pimiento asado en el ambiente Almacara en el año 2009

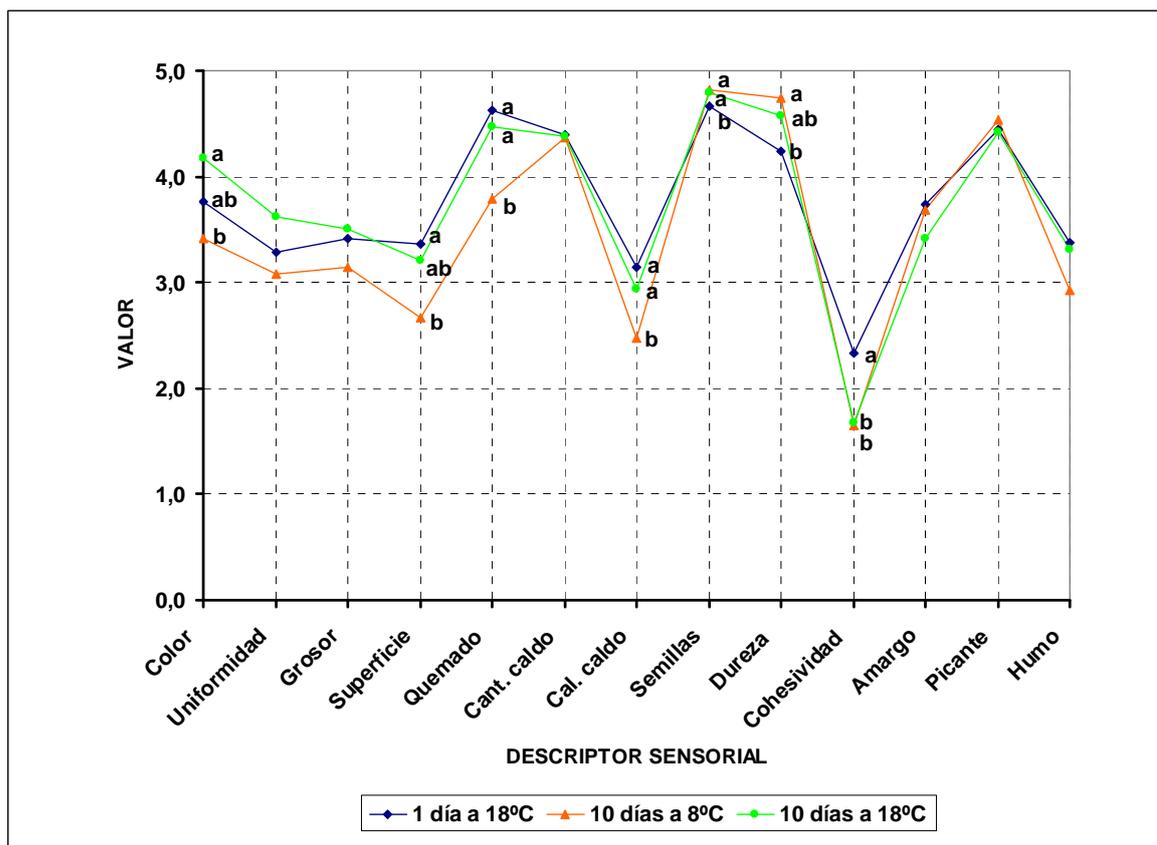
La figura 4.4, correspondiente a los resultados del ambiente Almacara para el año 2009, muestra que tres de los descriptores de pimiento transformado: grosor, quemado y calidad de caldo, todos ellos caracteres sensoriales de aspecto visual, presentaron diferencias significativas entre técnicas de conservación, mientras que el resto no se vieron influidos por las distintas condiciones de almacenamiento.



Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Figura 4.5. Comparación de medias entre técnicas de conservación para caracteres sensoriales de pimiento asado en el ambiente Cabañas en el año 2009

En la figura 4.5, que muestra los descriptores sensoriales de pimiento asado para el ambiente Cabañas en el año 2009, se aprecia que existieron diferencias significativas entre las técnicas de conservación para la cohesividad (descriptor de textura) y picante (descriptor de regusto). Los resultados obtenidos para el resto de los descriptores no presentaron diferencias significativas entre condiciones de almacenamiento.



Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Figura 4.6. Comparación de medias entre técnicas de conservación para caracteres sensoriales de pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009

En el análisis combinado de los ambientes Almázcara y Cabañas para el año 2009, se encontraron diferencias significativas en los descriptores de pimiento asado: color, superficie, quemado, calidad de caldo, semillas (todos ellos descriptores de aspecto visual), así como en la dureza y cohesividad (descriptores de textura). Los otros descriptores no presentaron diferencias significativas para el estudio (Figura 4.6).

Según Srinivasa *et al.* (2006), los frutos de pimiento dulce almacenado en diferentes condiciones influyen en sus atributos de calidad sensorial, pudiendo mantener durante un período de tiempo más prolongado los atributos sensoriales deseables.

A continuación, se realiza un análisis para cada descriptor de pimiento asado de forma individual, teniendo en cuenta las Figuras 4.1 a 4.6.

4.3.2.1.1. Color

En el año 2008 existieron diferencias significativas para este descriptor en el ambiente Almázcara y en el análisis combinado de los ambientes Almázcara y Magaz entre técnicas de conservación, resultando en ambos casos los valores más bajos de color los obtenidos el día de la cosecha, con valores de 1,8 y 2,8, respectivamente (Figuras 4.1 y 4.3).

En el año 2009 (Figuras 4.4 a 4.6), aunque solamente hubo diferencias significativas en el análisis combinado de los ambientes Almázcara y Cabañas (Figura 4.6), los valores más elevados de color se obtuvieron en todos los casos en la conservación a temperatura ambiente durante 10 días, con resultados superiores a 4 (rojo oscuro), mientras que los más bajos correspondieron a los pimientos asados tras 10 días de almacenamiento en cámara frigorífica (8°C y 90% HR).

En general, se puede decir para este descriptor que, cuanto más intenso fue el tratamiento de conservación (mayor tiempo y temperatura) mayores valores de color sensorial se obtuvieron para el pimiento asado. Raffo *et al.* (2008) encontraron una acumulación destacada y constante de todos los principales carotenoides presentes en frutos de pimiento hasta 6 días de almacenamiento a 8°C, lo que explicaría el aumentado de la intensidad del color del pimiento asado.

4.3.2.1.2. Uniformidad

Se observa, que en el año 2008 existieron diferencias significativas para este descriptor visual de pimiento asado en el ambiente Magaz y en el análisis combinado del mismo año (Figuras 4.2 y 4.3), resultando una uniformidad superior en todos los casos en la conservación a temperatura ambiente durante 5 días, que consiguió valores elevados de uniformidad.

En los resultados de este mismo descriptor para el año 2009, no existieron diferencias significativas entre condiciones diferentes de almacenamiento, pero cabe destacar que en todos los casos la técnica que consiguió mayor uniformidad, fue la conservación de 10 días a temperatura ambiente (Figuras 4.4 a 4.6).

En general, se observó una evolución similar de este descriptor con respecto al de color, dado que el color es uno de los factores que contribuye a mejorar la uniformidad en los pimientos asados. Parece que el almacenamiento permite llegar a un estado similar de madurez, por lo que la uniformidad en la mayoría de las muestras aumentó durante el almacenamiento.

Mejoras similares en color y uniformidad de los frutos de pimiento fueron obtenidos por Guerra *et al.* (2004) cuando se provoca un adelantamiento de la madurez mediante técnicas adecuadas de cultivo.

4.3.2.1.3. Grosor

En el año 2008 existieron diferencias significativas en el ambiente Magaz y en el análisis combinado de los ambientes Almazcara y Magaz entre los diferentes períodos de almacenamiento, resultando en ambos casos los valores medios más elevados de grosor de pimiento asado, los obtenidos a los 5 y 10 días de almacenamiento, con puntuaciones de 3,9 y 3,8 (grosor fino-medio), respectivamente (Figuras 4.2 y 4.3).

Los resultados en el año 2009 (Figuras 4.4 a 4.6), en general muestran que no existieron diferencias significativas entre medias de grosor de pimiento asado, excepto en el ambiente Almazcara (Figura 4.4), resultando una puntuación media de grosor más elevado después de un período de conservación de 10 días a temperatura ambiente.

Estos resultados demuestran contrariamente a lo que cabría esperar, que el grosor del pimiento asado no se correlaciona directamente con la pérdida de peso de los frutos en fresco. Según Kissinger *et al.* (2005) el peso del fruto fresco, el peso del pericarpio, la

superficie del pericarpio, grosor del pericarpio, el contenido inicial de agua y la materia seca están muy relacionados unos con otros, pero no de manera significativa con la tasa de pérdida de agua.

4.3.2.1.4. Superficie

En cuanto a este descriptor visual, en las muestras procedentes de los frutos del año 2008 (Figuras 4.1 a 4.3), aquellas procedentes de los tiempos de conservación de 5 y 10 días consiguieron puntuaciones medias más elevadas de superficie en todos los casos, presentando además diferencias significativas en los ambientes de Magaz y en el análisis combinado de los ambientes Almazcara y Magaz, con valores medios comprendidos entre 3 y 4 (fisurado medio-bajo), en contraste con las muestras resultantes de los pimientos procesados el mismo día de la cosecha, que obtuvieron una menor puntuación, es decir, un mayor fisurado de su superficie. Como el almacenaje incrementó la cohesividad del pimiento, parece que un aumento en la cohesividad ayudaría a disminuir las fisuras en la carne del pimiento asado. Casquero *et al.* (2011) obtuvieron resultados similares en trabajos realizados con pimiento, de forma que las muestras mejor valoradas fueron las almacenadas durante 5 días a 18°C y las almacenadas durante 10 días a 8°C, mientras que los pimientos asados recién recolectados obtuvieron el valor más bajo en ambos años.

Por el contrario, en el año 2009 (Figuras 4.4 a 4.6), existieron solamente diferencias significativas en el análisis combinado de Almazcara y Cabañas, siendo la técnica de conservación de 10 días en condiciones frigoríficas, la que obtuvo un mayor fisurado de la superficie de las muestras.

4.3.2.1.5. Quemado

En las figuras 4.1 a 4.3, que recogen los resultados para el año 2008, no se produjeron diferencias significativas para este descriptor. Sin embargo, en el año 2009

(Figuras 4.4 a 4.6), existieron diferencias significativas en el ambiente Almazcara y en el análisis combinado, resultando mayores restos de quemado en los pimientos asados procedentes de la conservación durante 10 días a 8°C y 90% HR.

Según viene recogido en el Artículo 4.2 del Reglamento (CEE) 2081/92 del Consejo, relativo a la protección de las indicaciones geográficas y de las denominaciones de origen de los productos agrícolas y alimenticios (2005), el hecho de que los frutos del pimiento no sean lavados con ninguna solución química ni agua, puede llevar a que restos de algunos fragmentos quemados o semillas queden pegados a los pimientos, como consecuencia de la técnica tradicional de asado.

4.3.2.1.6. Cantidad de caldo

Los resultados obtenidos asociados a las diferentes condiciones de almacenamiento tanto en el año 2008 como en el 2009, muestran que no existieron diferencias significativas entre las medias para este descriptor visual (Figuras 4.1, 4.2, 4.4, 4.5, 4.6), excepto en el análisis combinado de Almazcara y Magaz en el año 2008 (Figura 4.3), que si presentaron diferencias significativas, siendo la conservación de 10 días en cámara frigorífica la que presentó mayor cantidad de caldo, con una valoración de 4,5 (alta cantidad de caldo). Esta mayor cantidad de caldo presente en las muestras asadas de pimientos procedentes de la conservación frigorífica durante 10 días pudo ser debida a la menor pérdida de peso o humedad que experimentaron estos frutos, tal y como se observó anteriormente en los resultados instrumentales.

4.3.2.1.7. Calidad de caldo

Según se observa en las figuras 4.1 a 4.3, correspondientes al año 2008, no existieron diferencias significativas para este parámetro sensorial.

En el año 2009 este descriptor visual si presentó diferencias significativas (correspondientes al ambiente Almazcara y al análisis combinado de Almazcara y Cabañas), obteniendo una menor valoración al igual que en el año 2008 los pimientos asados tras 10 días de almacenaje en cámara frigorífica, situándose la valoración entre 2,2 y 2,7 (calidad de caldo media-baja) (Figuras 4.4 a 4.6).

A la vista de los resultados obtenidos en los dos descriptores visuales anteriores, se puede decir que a mayor cantidad de caldo obtenida, menor fue la calidad de éste, tal y como sucedió en la conservación de 10 días a 8°C, indicada en la interpretación de estos dos descriptores.

4.3.2.1.8. Semillas

Este descriptor no presentó apenas diferencias significativas al comparar las medias entre las distintas técnicas de conservación, tanto en el año 2008 como en el 2009 (Figuras 4.1 a 4.6). La valoración fue superior a 4,2 (pocas semillas), para todas las técnicas de conservación.

Por lo tanto, la presencia en mayor o menor medida de semillas en las muestras no se vio influenciada de forma general significativamente por las diferentes técnicas de conservación usadas, sino que tuvo más que ver con la técnica de asado empleada y la destreza de las personas que realizaron la operación de pelado y limpieza de los pimientos asados.

4.3.2.1.9. Dureza

Independientemente de la técnica de conservación, en el año 2008 no existieron diferencias significativas en pimiento asado para este descriptor (Figuras 4.1 a 4.3), obteniendo valores comprendidos entre 4,2 y 4,8 (textura blanda).

En el año 2009 (Figuras 4.4 a 4.6), solamente existieron diferencias significativas en el análisis combinado de Almázcara y Cabañas, donde las muestras asadas recién recolectadas presentaron una textura más dura que las muestras almacenadas. Conesa *et al.* (2007) encontraron pérdida de consistencia durante el almacenamiento del pimiento para 10 días a 5°C. También Maalekuu *et al.* (2004) observaron correlaciones elevadas entre la pérdida de peso y la firmeza del fruto.

4.3.2.1.10. Cohesividad

Exceptuando el ambiente Almázcara en el año 2009 (Figura 4.4), este descriptor presentó en casi todos los casos diferencias significativas en las muestras de pimientos asados en los dos años del estudio (Figuras 4.1, 4.2, 4.3, 4.5, 4.6).

Generalmente correspondió una cohesividad menor para los pimientos asados el mismo día de la cosecha, observándose claramente en las figuras correspondientes al año 2009 (Figuras 4.4 a 4.6), de manera que mediante esta técnica se obtuvieron unos valores comprendidos entre 2,2 y 2,4 (cohesividad media-alta). Así, la cohesividad resultó ser superior cuanto más altos fueron los parámetros tiempo y temperatura, obteniendo valores medios en pimiento asado entre 1,5 y 1,9 (cohesividad elevada).

Estos resultados obtenidos para los dos descriptores de textura anteriores (dureza y cohesividad) se ven apoyados por las concreciones de Srinivasa *et al.* (2006) que indicaron que los frutos de pimiento perdieron firmeza durante el almacenamiento debido a la

transpiración y resecado, pero ganaron en fuerza necesaria para cortar los frutos (cohesividad), lo cual se asoció con la pérdida de agua de los frutos.

4.3.2.1.11. Amargo

Los pimientos asados del año 2008 no presentaron diferencias significativas para este descriptor de sabor primario entre las diferentes condiciones de almacenamiento (Figuras 4.1 a 4.3). En el año 2009 (Figuras 4.4 a 4.6) tampoco presentó diferencias significativas en la comparación de medias. Por tanto a la vista de los resultados, se puede decir que las diferentes técnicas de conservación no influyeron de forma clara, sino que este descriptor parece verse más relacionado con la técnica de asado empleada. Esta teoría se ve apoyada por Guerra *et al.* (2005) los cuales concluyeron que las muestras asadas en hornos rotatorios tuvieron menor intensidad de amargor que las muestras asadas mediante planchas metálicas calentadas por leña.

4.3.2.1.12. Picante

Las muestras asadas en el año 2008, mostraron diferencias significativas para este descriptor de regusto en las figuras 4.2 y 4.3, resultando pimientos asados con picor ligeramente superior (valor numérico inferior), los procesados tras una conservación de 20 días en condiciones de refrigeración, obteniendo en todos los casos una puntuación de 3,9 (ligeramente picante).

En el año 2009 (Figuras 4.4 a 4.6), solamente existieron diferencias significativas en el ambiente Cabañas, obteniendo los pimientos transformados procedentes de la conservación durante 10 días a temperatura ambiente grados de picor un poco más elevados; aunque destaca que todos ellos presenten puntuaciones superiores a 4,2 (muy poco picante). Estudios realizados con pimiento de la variedad Piquillo demuestran que los

pimientos pelados a mano y sin mecanizar, presentan una carne con picante bajo (Arana *et al.*, 2008).

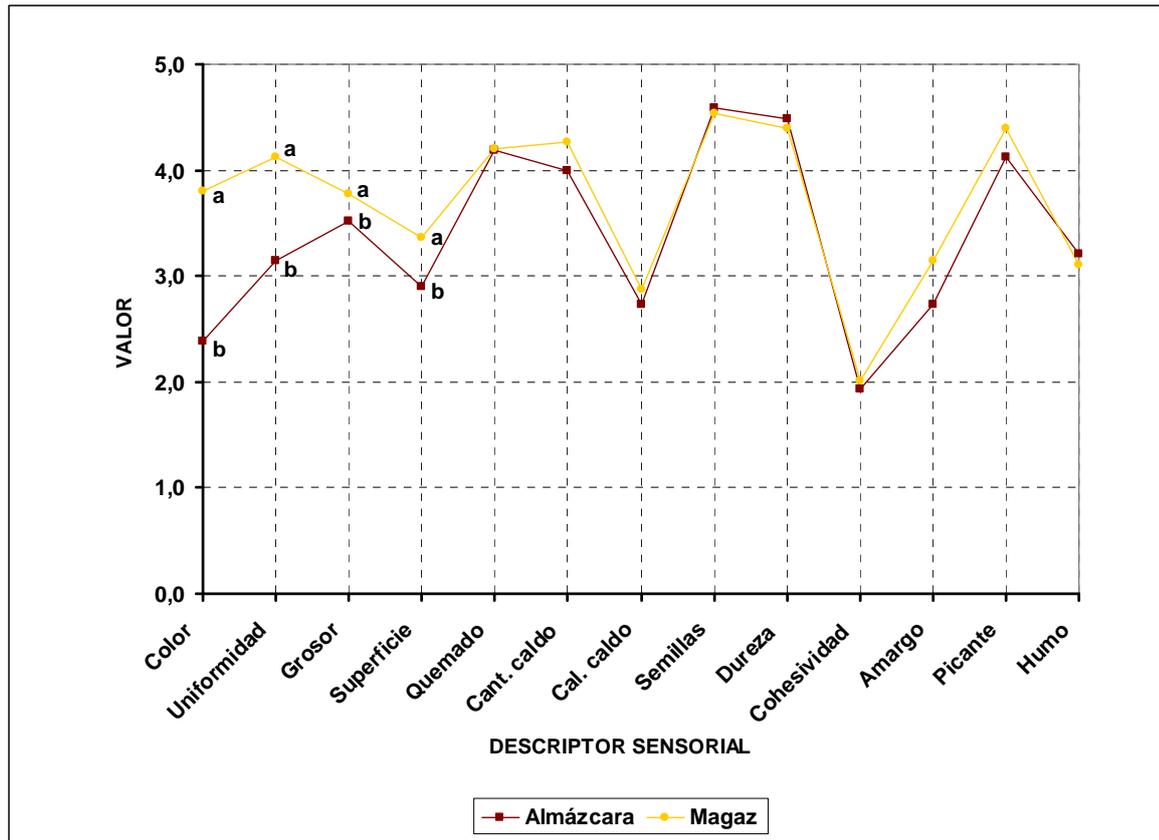
4.3.2.1.13. Humo

Este descriptor de regusto, solamente presentó diferencias significativas para el ambiente Magaz en el año 2008 (Figura 4.2). En el resto de figuras que muestran la comparación de medias entre las distintas técnicas de conservación (Figuras 4.1, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6), no se apreciaron diferencias significativas. En general, este descriptor obtuvo puntuaciones próximas a 3, es decir, valores medios de ahumado.

Por lo tanto, se puede decir que el mayor o menor ahumado en las muestras en general no se vio influenciado significativamente por las diferentes técnicas de conservación usadas, sino que la valoración de este parámetro parece tener más que ver con la técnica de asado empleada. Según Guerra *et al.* (2005) en los pimientos asados en plancha metálica se produce una mayor cantidad de humo que en los asados en hornos de laboratorio debido al mayor contacto que existe entre los pimientos y el humo.

4.3.2.2. Caracteres de calidad sensorial entre ambientes

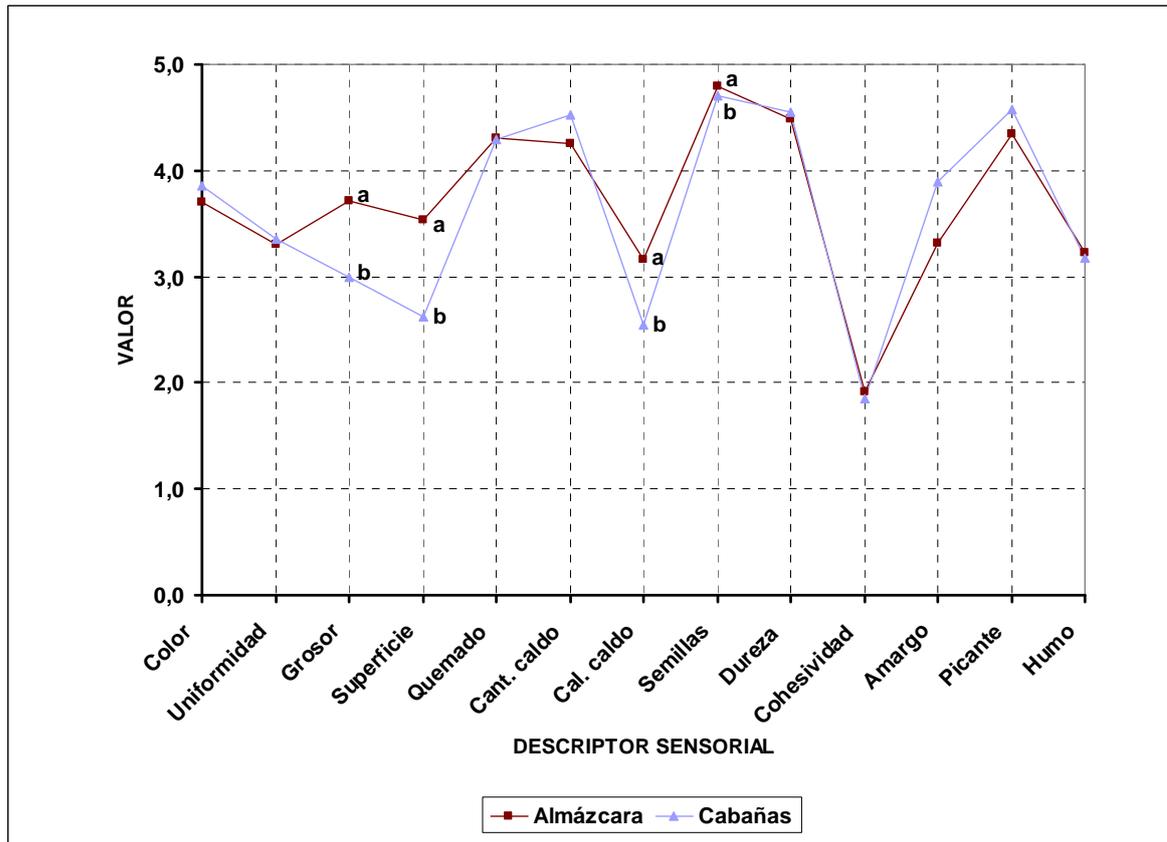
A continuación se muestran las Figuras 4.7 y 4.8 donde se reflejan los perfiles sensoriales de pimiento asado obtenidos en las comparaciones de medias entre ambientes correspondientes a los dos años del estudio.



Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Figura 4.7. Comparación de medias entre ambientes para caracteres sensoriales de pimiento asado en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008

En la figura 4.7, se observa que para los descriptores de pimiento asado: color, uniformidad, grosor y superficie, existieron diferencias significativas en la comparación de medias entre ambientes durante el año 2008, mientras que el resto de descriptores no se vieron afectados significativamente para las distintas condiciones de ambiente.



Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Figura 4.8. Comparación de medias entre ambientes para caracteres sensoriales de pimienta asado en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009

En la Figura 4.8, que muestra los descriptores sensoriales de pimienta asado realizando una comparación entre las medias de los ambientes Almazcara y Cabañas durante el año 2009, se aprecian diferencias significativas en cuatro de ellos: grosor, superficie, calidad de caldo y semillas. El resto de descriptores presentaron muestras homogéneas, es decir, no mostraron diferencias significativas.

Los descriptores grosor y superficie fueron los únicos que presentaron diferencias significativas entre ambientes en los dos años del estudio (Figuras 4.7 y 4.8).

4.3.2.2.1. Grosor

El grosor medio de los pimientos asados correspondientes al ambiente Almázcara fue inferior al obtenido en el ambiente Magaz (año 2008), sin embargo observando las valoraciones del año 2009, donde se comparan los ambientes Almázcara y Cabañas, éste último presenta un pimiento asado de menor grosor. Se puede entonces decir que, los pimientos asados de mayor grosor fueron los de Magaz con una valoración de 3,8 (grosor fino-medio), mientras que los de menor grosor correspondieron a Cabañas, con una valoración de 3 (grosor fino). Guerra *et al.* (2004) llegaron a la conclusión de que el estado de sobremaduración de los pimientos podría determinar un menor grosor.

4.3.2.2.2. Superficie

Este descriptor obtuvo también diferencias significativas en los dos años, presentando los pimientos asados del ambiente Cabañas una superficie más fisurada con una valoración de 2,6 (fisurado medio-alto), mientras que los pimientos del ambiente Magaz obtuvieron una valoración de 3,4 (fisurado medio-bajo). Según Maalekuu *et al.* (2004) el tipo de cultivo y la fecha de recolección afectan de forma significativa a la firmeza y apariencia de los frutos de pimiento en general.

4.3.2.2.3. Color y uniformidad

Estos dos descriptores sensoriales de apertura directa, mostraron diferencias significativas solamente en el año 2008 donde se compararon los ambientes Almázcara y Magaz (Figura 4.7), obteniendo este último ambiente valoraciones claramente superiores en estos dos descriptores. Los pimientos del ambiente Magaz presentaron un parámetro de

color a^* significativamente superior (más rojo) al obtenido en el ambiente Almazcara (Tabla 4.36), por lo que cabía esperar que el pimiento asado obtuviese un color rojo más intenso (Figura 4.7).

4.3.2.2.4. Calidad de caldo y semillas

En estos dos descriptores de aspecto visual existieron diferencias significativas solamente en el año 2009 (Figura 4.8), obteniendo valoraciones numéricas más elevadas el ambiente Almazcara, es decir, mayor calidad de caldo y menor número de semillas. Los dos descriptores están muy relacionados con el método de asado y la destreza de los operarios, respectivamente (Guerra *et al.*, 2005).

4.3.2.2.5. Otros

En el resto de descriptores sensoriales de pimiento asado, es decir, quemado, cantidad de caldo, dureza, cohesividad, amargo, picante y humo, no existieron diferencias significativas en la comparación de medias entre ambientes (Figuras 4.7 y 4.8). El hecho de que la mayor parte de los descriptores sensoriales en pimiento asado no presentasen diferencias significativas entre ambientes, demuestra que las diferencias guardan más relación con: la técnica de conservación (Casquero *et al.*, 2011); con el genotipo y las técnicas de cultivo (Guerra *et al.*, 2004) y con los métodos de asado utilizados (Guerra *et al.*, 2005), que con los niveles de nutrientes en el suelo.

4.3.2.3. *Calidad global*

En las tablas siguientes se presentan los resultados del análisis de varianza y la comparación de medias para los años 2008 y 2009 del parámetro calidad global del pimiento asado.

Tabla 4.117. Análisis de varianza entre técnicas de conservación para calidad global del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios
Ambiente	1	32,6666**
Repeticiones	2	1,6250
Técnica de conservación	3	2,7222*
Ambiente × Técnica de conservación	3	2,2777
Error	14	1,2916
Media		20,2500
Intervalo de variación		21,4167
		19,0833

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.118. Comparación de medias entre técnicas de conservación para calidad global del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Magaz en el año 2008

Técnica de conservación	Calidad global
5 días a 18°C	21,1667 a
10 días a 8°C	20,3333 ab
1 día a 18°C	19,8333 ab
20 días a 8°C	19,6667 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.119. Comparación de medias entre ambientes para calidad global del pimiento asado en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2008

Localidad	Calidad global
Magaz	21,4167 a
Almázcara	19,0833 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.120. Análisis de varianza entre técnicas de conservación para calidad global del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009

Fuentes de variación	GL	Cuadrados medios
Ambiente	1	0,8888
Repeticiones	2	5,0555
Técnica de conservación	2	9,5555*
Ambiente × Técnica de conservación	2	2,8888
Error	10	1,6555
Media		21,4444
Intervalo de variación		22,3333
		20,0000

(*) $\alpha=5\%$ (**) $\alpha=1\%$ GL= Grados de Libertad

Tabla 4.121. Comparación de medias entre técnicas de conservación para calidad global del pimiento asado en el análisis combinado de los ambientes de Almázcara y Cabañas en el año 2009

Técnica de conservación	Calidad global
10 días a 18°C	22,3333 a
1 día a 18°C	22,0000 a
10 días a 8°C	20,0000 b

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Tabla 4.122. Comparación de medias entre ambientes para calidad global del pimiento asado en el análisis combinado de las técnicas de conservación en el año 2009

Localidad	Calidad global
Cabañas	21,6667 a
Almázcara	21,2222 a

Letra diferente confirma diferencias significativas al 5%

Como se puede observar en las tablas que reflejan los resultados del análisis de varianza y la comparación de medias para el parámetro calidad global entre técnicas de conservación (Tablas 4.117, 4.118, 4.120, 4.121), tanto en el año 2008 como en el 2009 existieron diferencias significativas, resultando los valores más elevados de este parámetro los obtenidos de frutos conservados durante 5 días a 18°C en el año 2008 y durante 10 días a 18°C en 2009, alcanzando en ambos períodos de almacenamiento la valoración de “excelente”, con valores de 21,17 y 22,33 respectivamente. Por el contrario, los pimientos

almacenados durante 20 días en el año 2008 alcanzaron el valor más bajo de calidad global (19,67).

Parece que los valores más altos de los descriptores en pimiento asado como el color y la uniformidad en los pimientos almacenados durante 5 y 10 días a 18°C (Figuras 4.3 y 4.6), contribuyeron a que el pimiento asado del Bierzo alcanzase un nivel más elevado de calidad global.

En cuanto a los ambientes, existieron diferencias significativas entre los ambientes Magaz y Almazcara en el año 2008, resultando valores de calidad global medios de 21,42 “excelente” y 19,08 “muy buena”, respectivamente (Tablas 4.117 y 4.119). Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre los resultados de Cabañas y Almazcara en el año 2009, obteniendo los dos ambientes una media de calificación global superior a 21 “excelente” (Tablas 4.120 y 4.122).

Estos resultados obtenidos, inferiores en el ambiente Almazcara en el año 2008, pudieron ser debidos a que los frutos de este ambiente en el momento de la recolección presentaron un estado de madurez inferior a los frutos del ambiente Magaz, tal y como queda reflejado por el hecho de que los frutos del ambiente Almazcara presenten un parámetro de color a^* inferior, es decir, menor color rojo (Tabla 4.36). Esto supuso unos valores más bajos en los descriptores color y uniformidad para pimiento asado en el ambiente Almazcara (Figura 4.7), los cuales representan una parte muy importante en el valor del parámetro calidad global. Según Guerra *et al.* (2004), cuando se cultiva el pimiento en diferentes ambientes, se obtienen calificaciones sensoriales más altas para los genotipos cultivados en acolchado y riego por goteo (que al adelantar la maduración obtienen mayor color rojo), que para los cultivados al aire libre y mediante riego por surcos. Según Macua *et al.* (2003) el cultivo sobre acolchado adelanta la maduración de los frutos de pimiento.

5. CONCLUSIONES

Las conclusiones del presente trabajo han sido:

1. Las pérdidas de peso del pimiento fresco fueron inferiores cuando los frutos se conservaron refrigerados, independientemente del tiempo de conservación.
2. La incidencia de podredumbre en el fruto fue superior cuando fue conservado 20 días a 8°C, no existiendo diferencias significativas entre el resto de condiciones de conservación con período no superior a los 10 días, independientemente de la temperatura utilizada.
3. Todas las condiciones de conservación analizadas intensificaron el color rojo del pimiento con respecto al color de cosecha.
4. Los frutos presentaron pérdida de textura externa durante la conservación, mientras que la textura interna, en general no decreció durante este período de almacenamiento.
5. Las diferencias detectadas para la pérdida de peso entre cosecha y las diferentes condiciones de almacenamiento no afectaron al rendimiento al asado.
6. Cuanto mayores fueron el tiempo de almacenamiento y la temperatura, mayores pérdidas de agua se produjeron, lo que se tradujo en un mayor rendimiento del producto transformado tras la conservación (asado-crudo).
7. Los descriptores sensoriales de pimiento asado, que permitieron establecer diferencias entre técnicas de conservación los dos años de estudio fueron color, grosor, superficie, semillas, cohesividad y picante.
8. Los parámetros instrumentales de fruto que se vieron influidos por el ambiente fueron: peso medio, color, textura interna, pH, incidencia de podredumbre y pérdida de peso.
9. El suelo con mayor contenido de calcio permitió obtener frutos con menor porcentaje de pérdidas de peso y podredumbre durante el almacenamiento.

10. Los únicos descriptores sensoriales de pimiento asado afectados por el ambiente durante los dos años de cultivo fueron grosor y superficie.
11. La calidad global mostró más relación con el estado de madurez de los frutos en la recolección que con el nivel de nutrientes en el suelo y obtuvo una calificación de “excelente” tras un período de conservación de 10 días a 18°C, resultando útil no solamente para ampliar el tiempo de procesamiento del pimiento asado en las industrias, sino también para influir de forma positiva en la calidad sensorial del producto transformado.

6. BIBLIOGRAFÍA

- AENOR (1997). Análisis sensorial. Tomo I, Alimentación. Madrid: AENOR.
- Almela, L.; López-Roca, J.M.; Candela, M.E.; Alcazar, M.D. (1991). Carotenoid Composition of New Cultivars of Red Pepper for Paprika. *J. Agric. Food Chem.* 39(9):1606-1609.
- Arana, I.; Jarén, C.; Arazuri, S.; (2008). Influence of the peeling process, by hand or mechanically, on the piquillo pepper. Agricultural and biosystems engineering for a sustainable world. International Conference on Agricultural Engineering, Hersonissos, Crete, Greece, 23-25 June, 2008 Silsoe: European Society of Agricultural Engineers (AgEng), p-187.
- Arazuri, S.; Jarén, C.; Correa, P.C.; Arana, I. (2010). Influence of the peeling process on pepper quality. *J. Food Agric. Environ.* 8:44-48.
- Arce, P.; Arbeloa, J.; Macua, J.I.; Gil, R.; Barriuso, J. (1994). El pimiento (*Capsicum annuum*): selección familiar genealógica de la variedad pico de Mendavia. En *IX jornadas de selección y mejora de plantas hortícolas*. Pamplona, pp. 67-72.
- Artés, F. (2000). Conservación de los productos vegetales en atmósferas modificadas. En: *Aplicación del frío en los alimentos*. Editor Lamúa M, Mundi-Prensa, 4:105-125.
- Artés, F.; Escriche, A.; Guzmán, G.; Marín, J.G. (1980). Características biotecnológicas de frutas y hortalizas destinadas a transformación. *Química y Tecnología de Alimentos* 2:245-252.
- Artés, F. (1987). Refrigeración y comercialización hortofrutícolas en la Región de Murcia. II Edición. Ed. CEBAS-CSIC. 150 p.
- Bayoumi, Y.A. (2008). Improvement of postharvest keeling quality of white peppers fruits (*Capsicum annuum* L.) by hydrogen peroxide treatment under storage conditions. *Acta Biologica Szegediensis*. University of Szeged 52(1):7-15.
- Borjes, L.C.; Cavalli, S.B.; Proença, R.P. da C. (2010). Proposal of vegetable classification considering nutritional and sensory characteristics and preparation techniques. *Revista de Nutrição* 23(4):645-654.

- Bosland, P.W.; Votava, E.J. (2000). Peppers: vegetable and spice capsicums. CABI Publishing, Nueva York.
- Calvo, C. (1977). Normalización de métodos de medida de la textura en conservas vegetales. Tesis doctoral. Valencia: Universidad (Facultad de ciencias).
- Calvo, C.; Vinagre, J.; Durán, L. (1980). Análisis sensorial y medida instrumental de textura de pimientos rojos en conserva. *Revista de agroquímica y tecnología de alimentos* 20:518-524.
- Carballido, A.; Valdehita, M.T.; Sánchez-Morón, A. (1974). Métodos espectrofotométricos aplicados a la determinación de azúcares en alimentos. *Anal. Bromat* XXVI(3):263-288. En “Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Barcelona: Mundi-Prensa.”
- Casquero, P.A.; Guerra, M. (2000). Selección de variedades locales de pimiento del Bierzo, en *Actas del I Seminario de mejora genética vegetal*. Ed. por De Ron, A.M. y Santalla, M. Lugo, pp. 105-107.
- Casquero, P.A.; Guerra, M. (2001). El cultivo del pimiento del Bierzo. Promotora Pimiento Asado del Bierzo. Diputación de León.
- Casquero, P.A.; Sanz, M.A.; Guerra, M. (2011). Effect of storage conditions on sensory properties of Bierzo roasted pepper. *J. Sci. Food Agric.* 91:80-84.
- Castro, S.M.; Van Loey, A.; Alexandre Saraiva, J.; Smout, C.; Hendrickx, M. (2007). Effect of temperature, pressure and calcium soaking pre-treatments and pressure shift freezing on the texture and texture evolution of frozen green bell peppers (*Capsicum annuum*). *Eur. Food Res. Technol.* 226:33–43.
- CIE (Comisión Internacional de la Iluminación). (1978). Recommendation on uniform color spaces, color-difference equations, psychometric color terms. París: Central bureau of the commission internationale de L'Eclairage.
- Conesa, A.; Artés-Hernández F.; Geysen, S.; Nicolaï, B.; Artés, F. (2007). High oxygen combined with high carbon dioxide improves microbial and sensory quality of fresh-cut peppers. *Postharv. Biol. and Technol.* 43:230-237.

- Conrad, R.S.; Sundstrom, F.J.; Wilson, P.W. (1987). Evaluation of two methods of pepper fruit color determination. *HortScience* 22(4):608-609.
- Coplin, D.L. (1980). *Erwinia carotovora* var. *carotovora* on bell peppers in Ohio. *Plant Dis.* 64:191-194.
- Costa, J. (1979). Variedades de pimiento para cultivo bajo invernadero plástico en la comarca de Campo de Cartagena. HT INIA 25.
- Costa, J.C. (1990). Mejora genética del pimiento de carne gruesa. *Agrícola vergel* 9(101): 391-405.
- Cottenie, A. (1980). Soil and plant testing as a basis of fertilizer recommendations. FAO Soils Bull. 38/2. FAO. Rome.
- CRDO (Consejo Regulador Denominación de Origen) “Pimentón de la Vera” [Documento en Internet] URL <http://www.pimentonvera-origen.com/>. Consultado el 1/04/2011
- CRDOP (Consejo Regulador Denominación de Origen Protegida) “Pimentón de Murcia” [Documento en Internet] URL <http://www.pimentondemurcia.es/>. Consultado el 1/04/2011
- Crisosto, C.H.; Mitchell, F.G. (2007). Factores precosecha que afectan la calidad de frutas y hortalizas. En Tecnología Poscosecha de Productos Hortofrutícolas. 3ª edición. Kader A, (Ed). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California, USA pp. 55-62.
- CRPAB (Consejo Regulador del Pimiento Asado del Bierzo). (2011). Ponferrada.
- CRPAB (Consejo Regulador del Pimiento Asado del Bierzo). [Documento en Internet] URL <http://www.pimientoasadodelbierzo.org/>. Consultado el 1/04/2011
- CheolSoo, Y.; ByungSunp, K.; YoungRog, Y.; IISup, K.; KiWoo, K. (2010). Influence of calcium and nitrate increments on the growth of sweet pepper seedling and infection of *Botrytis cinerea*. *Korean Soc. Hort. Sci.* 51(3):146-152.
- Dash, S.K. ; Chandra, P.; Kar, A. (2006). Evaporatively cooled storage of horticultural produce: A review. *J. Food Sci. Tech.* 43:105-120.

- Dennis, C.; Hocker, J. (1981). Effect of relative humidity on chilling sensitivity of sporangiospores of *Rhizopus* species. *Trans. British Mycolog. Soc.* 77:179-222.
- DOP (Denominación de Origen Protegida) “Pimiento de Gernika” [Documento en Internet] URL <http://www.euskolabel.net/>. Consultado el 1/04/2011
- DOP (Denominación de Origen Protegida) “Pimiento del Piquillo de Lodosa” [Documento en Internet] URL <http://www.piquillodelodosa.com/>. Consultado el 1/04/2011
- Elad, Y. (1989). Biological, chemical and physiological approaches to control gray mold disease on tomato and pepper. En “Green SK (ed.) Tomato and pepper production in the tropics. AVRDC, Formosa pp 268-274”.
- Escríche, A.; Artés, F. (1983). Maduración acelerada de pimientos Lamuyo después de recolectados. Influencia del etileno y de estado fisiológico. En *Comunicaciones al I Congreso Nacional de la Sociedad Española de Ciencias Hortícolas* (2):1039-1048.
- Eshbaugh, W.H. (1983). Peppers: history and exploitation of a serendipitous new crop discovery, pp. 49-54. En “Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Barcelona: Mundi-Prensa.”
- Espín de Gea, J.C.; Tomás-Barberán, F. (2006). Polifenoles y salud. *Investigación y Ciencia* 356:34-36.
- FAO-FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Estadística producción de chiles, pimientos picantes, pimientos (verdes). [Documento en Internet] URL <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567>. Consultado el 28/02/2011
- Ferratto, J. (2003). Importancia de la gestión de la calidad en frutas y hortalizas, situación y perspectivas. Presentación Feria Internacional de la Alimentación. FIAR. Rosario.
- Flores, P.; Navarro, J.M.; Garrido, C.; Rubio, J.S.; Martínez, V. (2004). Influence of Ca²⁺, K⁺ and NO₃⁻ fertilisation on nutritional quality of pepper. *J. Sci. Food Agric.* 84:569-574.

- Gil Ortega, R.; Palazón Español, C. (1990). Effect of stylar opening on the occurrence of internal mold (*Alternaria* spp.) in two pepper cultivars. *Capsicum Newsletter* 8(9):56-57.
- Gil, R. (1992). El pimiento y sus variedades en España. *Hortofruticultura* 3(7/8):16-21.
- Gil, R.; Lizarraga, F.J.; Simón, J.J. (1978). Pimiento de conserva. III. Estudio de la variedad morrón. *Segundas jornadas de selección de tomate y pimiento*. Est. Exp. La Mayora (CSIC) Algarrobo (Málaga), pp. 98-106.
- Gil, R. (1993). Pepper growing in Spain. *Capsicum and Eggplant Newsletter, Phythoma España* 12:32-38.
- González, G.A.; Ayala, J.F.; Ruiz, S.; Acedo, E.; Díaz, M.E. (2004). Effect of temperature and modified atmosphere packaging on overall quality of fresh-cut bell peppers. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*. Oxford: *Elsevier Sci.* 37(8):817-828.
- González-Aguilar, L.; Gayoso, L.; Cruz, R.; Fortiz, J.; Báez, R.; Wang C.Y. (2000). Polyamines induced by hot water treatments reduce chilling injury and decay in pepper fruit. *Postharv. Biol. and Technol.* 18:19-26.
- Guerra, M. (2004). Análisis del pimiento asado del Bierzo: selección, transformación y calidad organoléptica. Tesis doctoral. Universidad de León. León. España.
- Guerra, M.; Casquero, P.A. (2007). Influencia en caracteres agronómicos de la fecha de plantación en variedades locales de pimiento del Bierzo. XI Congreso CECH. Albacete.
- Guerra, M.; Casquero, P.A. (2009). Site and fruit maturity influence on the quality of European plum in organic production. *Scientia Horticulturae* 122(4):540-544.
- Guerra, M.; Casquero, P.A.; Valenciano, J.B. (2003). Rendimiento al asado de variedades de pimiento del Bierzo en *Actas del X congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Pontevedra, p. 96.

- Guerra, M.; Sanz, M.A.; Casquero, P.A. (2004). Evaluación de calidad sensorial y rendimiento del pimiento asado del Bierzo cultivado en diferentes ambientes, en *Maturação e Pós-colheita 2004- Frutos e hortícolas*. Ed. Por da Graça, M. Lisboa, pp. 87-91.
- Guerra, M.; Sanz, M.A.; Estrada, M.A.; Casquero, P.A. (2005). Comparación de métodos de asado de pimiento del Bierzo, en *Actas Portuguesas de Horticultura Pós-colheita e Qualidade 4*, Associação Portuguesa de Horticultura, Porto, pp. 327-332.
- Guerra, M.; Sanz, M.A.; Valenciano, J.B.; Casquero, P.A. (en prensa). Effect of cultivar and roasting technique on sensory quality of Bierzo roasted pepper. *J. Sci. Food Agric*. DOI 10.1002/jsfa.4482.
- Gutiérrez López, M.; Gil, R. (2003). Mecanización del pimiento de industria en Aragón. *Vida rural* 10(165):80-83.
- Harris, J.E.; Dennis, C. (1980). Distribution of *Mucor piriformis*, *Rhizopus sexualis* and *R. stolonifer* in relation to their spoilage of strawberries. *Trans. British Mycolog. Soc.* 75:445-450.
- Heiser, C.B. (1976). Jr. Peppers-*Capsicum* (Solanaceae). pp. 265-268. En “Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Barcelona: Mundi-Prensa.”
- Hirschi, K.D. (2004). The calcium conundrum. Both versatile nutrient and specific signal. *Plant. Physiol.* 136:2438-2442.
- Hojo, E.T.D.; Cardoso, A.D.; Hojo, R.H.; Boas, E.V.; Alvarenga, M.A.R. (2007). Use cassava starch films and PVC on post-harvest conservation of bell pepper. *Ciência e Agrotecnología* 31(1):184-190.
- Hunziker, A.T. (1956). South American solanaceae: a synoptic survey. pp. 49-85. En “Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Barcelona: Mundi-Prensa.”
- Ibáñez, F.C.; Barcina, Y. (2001). Análisis sensorial de alimentos: métodos y aplicaciones. Ed Springer, Barcelona.

- IBPGR, Genetic Resources of *Capsicum*. (1983). A global plan of action. IBPGR secretariat, Rome. En “Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Barcelona: Mundi-Prensa.”
- IGP (Indicación Geográfica Protegida) “Pemento do Couto” [Documento en Internet] URL <http://www.ingacal.com/>. Consultado el 1/04/2011
- IGP (Indicación Geográfica Protegida) “Pimiento de Fresno-Benavente” [Documento en Internet] URL <http://www.lahuertadefresno.com/>. Consultado el 1/04/2011
- IGP (Indicación Geográfica Protegida) “Pimiento Riojano” [Documento en Internet] URL <http://www.lariojacidad.org/>. Consultado el 1/04/2011
- Irigoyen, A.; Mendía, C.; Ordóñez, A.I.; Ibáñez, F.C.; Torre, P. (2003). Guía de evolución sensorial del pimiento del piquillo de Lodosa con Denominación de Origen. *Alimentaria* 40(340):99-102.
- Janse, J. (1985). Quality research with sweed pepper. *Annual Report*. Glasshouse Crops Research Station. Naaldwijk. The Netherlands. En “Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Barcelona: Mundi-Prensa.”
- Janse, J. (1991). Quality research of sweed pepper. *Annual Report*. Glasshouse Crops Research Station. Naaldwijk. The Netherlands. En “Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Barcelona: Mundi-Prensa.”
- JinHua, D.; MaoRun, F.; MiaoMiao, L.; Wei, X. (2007). Effects of chlorine dioxide gas on postharvest physiology and storage quality of green bell peppers (*Capsicum frutescens* L. var. *longrum*). *Agric. Sci. China*. Amsterdam: Elsevier, 6(2):214-219.
- JinMyeon, P.; InBog, L.; YunIm, K.; KiSung, H. (2009). Effects of mineral and organic fertilizations on yield of hot pepper and changes in chemical properties of upland soil. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 27(1):24-29.
- Kader, A.A. (1986). Biochemical and biophysical basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technol.* 40:99-104.

- Kader, A. (2007a). Atmósferas modificadas en el transporte y el almacenamiento. En Tecnología Poscosecha de Productos Hortofrutícolas. 3ª edición. Kader, A. (Ed.). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California, USA pp 43-54.
- Kader, A.A. (2007b). Biología y tecnología postcosecha: Un panorama. En Tecnología Poscosecha de Productos Hortofrutícolas. 3ª edición. Kader, A. (Ed.). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California, USA pp 43-54.
- Kader, A.A. (2008). Flavor quality of fruits and vegetables. *J. Sci. Food Agric.* 88:1863-1868.
- Kader, A.A.(2001). Quality assurance of harvested horticultural perishables. En Proceedings of 4th International Conference on Postharvest. *Acta Hortic.* 553, 51-56.
- Karakurt, Y.; Unlu, H.; Unlu, H.; Padem, H. (2009). The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section B, Plant Soil Science* 59(3):233-237.
- Kehr, E. (2002). Susceptibility to post-harvest chilling damage in sweet peppers, and treatments to minimize its effect. *Agricultura Técnica* 62(4):497-508.
- Kissinger, M.; Tuvia-Alkalai, S.; Shalom, Y.; Fallik, E.; Elkind, Y.; Jenks, M.; Goodwin, M.S. (2005). Characterization of physiological and biochemical factors associated with postharvest water loss in ripe pepper fruit during storage. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 130(5):735-741.
- Kitinoja, L.; Saran, S.; Roy, S.K.; Kader, A.A. (2011). Postharvest technology for developing countries: challenges and opportunities in research, outreach and advocacy. *J. Sci. Food and Agric.* 91(4):597-603.
- Koide, S.; Shi, J. (2007). Microbial and quality evaluation of green peppers stored in biodegradable film packaging. *Food Control.* Oxford: Elsevier Journal Article 18(9):1121-1125.

- Lara, I.; Garcia, P.; Vendrell, M. (2004). Modifications in cell wall composition after cold storage of calcium-treated strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) fruit. *Postharv. Biol. and Technol.* 34:331–339.
- Larregla, S.; Llodio, I.; Maraña, A.; Riga, P. (2003). Elorrieta J y Juarista B, Selección de la variedad local de pimiento de carne gruesa de Bizcaia. *Actas del X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Pontevedra, p. 144.
- Latham, M.C. (2002). Nutrición humana en el mundo en desarrollo. Colección FAO: Alimentación y nutrición nº 29. FAO, Roma.
- Lee, J.J.; Crosby, K.M.; Pike, L.M.; Yoo, K.S.; Leskovar, D. (2005). Impact of genetic and environmental variation on development of flavonoids and carotenoids in pepper (*Capsicum spp.*). *Sci. Hortic.* 106:341-352.
- Lee, Y.; Howard, L.R.; Villalón, B. (1995). Flavonoids and antioxidant activity of fresh pepper (*Capsicum annuum*) cultivars. *J. Food Sci.* 60(3):473-476.
- Lurie, S.; Shapiro, B.; Ben-Yehoshua, S. (1986). Effects of water stress and degree o of ripeness on rate of senescent of harvested bell pepper fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(6):880-885.
- Maalekuu, K.; Elkind, Y.; Tuvia-Alkalai, S.; Shalom, Y.; Fallik, E. (2004). The influence of harvest season and cultivar type on several quality traits and quality stability in three commercial sweet bell peppers during the harvest period. *Adv. in Hort. Sci.* 18(1):21-25.
- Macua, J.I.; Lahoz, I.; Garnica, J.; Zúñiga, J. (2003). Evaluación de diferentes acolchados plásticos en pimiento de industria en Navarra. *Actas del X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Pontevedra.
- Macua, J.I.; San Martín, C.J.; Arce, P.; Gil, R. (1994). Selección del pimiento autóctono « Piquillo de Lodosa ». *Navarra Agraria* 87:13-19.
- Marín, A.; Rubio, J.S.; Martínez, V.; Gil, M.I. (2009). Antioxidant compounds in green and red peppers as affected by irrigation frequency, salinity and nutrient solution composition. *J. Sci. Food and Agric.* 89(8):1352-1359.

MARM (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino). Denominaciones de Origen e Indicaciones Geográficas (2010). [Documento en Internet] URL <http://www.mapa.es/es/alimentacion/pags/Denominacion/consulta.asp>. Consultado el 2/03/2011

MARM (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino). Denominaciones de Origen e Indicaciones Geográficas (2010). [Documento en Internet] URL http://www.mapa.es/alimentacion/pags/Denominacion/hortalizas/Pimiento_Bierzo/BOE_64_150310.pdf. Consultado el 7/03/2011

MARM (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino). Pimiento: Análisis provincial de superficie, rendimiento y producción. Anuario de estadística Agroalimentaria (2009). [Documento en Internet] URL http://www.mapa.es/estadistica/pags/anuario/2009/Anuario_2009.pdf. Consultado el 1/03/2011

MARM (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino). Recolección y manipulación del pimiento (2008). [Documento en Internet] URL <http://www.mapa.es/app/MaterialVegetal/docs/recolecci%C3%B3n%20y%20manipulaci%C3%B3n%20del%20pimiento.pdf>. Consultado el 8/03/2011

Maroto, J.V. (1995). Horticultura herbácea especial. Madrid: Mundi-Prensa.

Martínez Javega, J.M. (1998). Situación del manejo postcosecha de frutas y hortalizas en España. *Fruticultura profesional* 98:45-53.

Martínez, S.; Curros, A.; Bermúdez, J.; Carballo, J.; Franco, I. (2007). The composition of Arnoia peppers (*Capsicum annuum* L.) at different stages of maturity. *J. Food Sci. and Nutrit.* 58(2):150-161.

Martínez, Y.; Diaz, L.; Manzano, J. (2003). Influences of nitrogen and potassium fertilizer on the quality of 'Jupiter' pepper (*Capsicum annuum*) under storage. *Acta Horticulturae*. Leuven:International Society for Horticultural Science (ISHC) 628(Vol 1):135-140.

- Matsufuji, H.; Nakamura, H.; Chino, M.; Takeda, M. (1998). Antioxidant activity of capsanthin and the fatty acid esters in paprika (*Capsicum annuum*). *J. Agric. Food Chem.* 46:3468-3472.
- McLeod, M.J.; Guttman, S.I.; Eshbaugh, W.H. (1982). Early Evolution of Chili Peppers (*Capsicum*). *Economic botany* 36(4):361-368.
- McKee, L. (1998). Chile skin as a fiber source. NMSU Chile Conference, Las Cruces, Nuevo México.
- Morgado, C.M.A.; Durigan, J.F.; Sanches, J.; Galati, V.C.; Ogassavara, F.O. (2008). Postharvest conservation of bell peppers fruit under different storage conditions and films. *Horticultura Brasileira*. Botucatu: Sociedade de Olericultura do Brasil, 26(2):170-174.
- Mozafar, A. (1994). Plant vitamins: Agronomic, physiological and nutritional aspects. CRC Press, Boca Raton, FL, 432 p.
- Munsell Book of Color. (1976). Munsell K. (Ed.) Baltimore, Maryland. EE.UU. En "Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Barcelona: Mundi-Prensa."
- Muñoz Delgado, J.A. (1985). Refrigeración y congelación de alimentos vegetales. Fundación Española de la Nutrición. Madrid.
- Nagle, B.J.; Villalon, B.; Burns, E.E. (1979). Color evaluation of selected Capsicums. *J. Food Sci.* 44(2):416-418.
- Namesny, A. (1999). Post-recolección de hortalizas, Vol. III: Hortalizas de fruto. Ediciones de horticultura S.L: Reus, España.
- Navarro, J.M.; Garrido C.; Carvajal, M.; Martínez, V. (2002). Yield and fruit quality of pepper plants under sulphate and chloride salinity. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 77:52-57.
- Nguyen, T.A.; Verboven, P.; Schenk, A.; Nicolaï, B.M. (2007). Prediction of water loss from pears (*Pyrus communis* cv. Conference) during controlled atmosphere storage as affected by relative humidity. *J. Food Engin.* 83:149–155.

- Niklis, N.D.; Siomos, A.S.; Sfakiotakis, E.M. (2002). Ascorbic acid, soluble solids and dry matter content in sweet pepper fruit: change during ripening. *J. Veg. Crop Product.* 8(1):41-51.
- Nuez, F.; Díez, M.J.; Ruiz, J.J.; Fernández de Córdoba, P.; Costa, J.; Catalá, M.S.; González, J.A.; Rodríguez, A. (1998). Catálogo de semillas de pimiento. Madrid: INIA.
- Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Barcelona: Mundi-Prensa.
- Osuna-García, J.A.; Wall, M.M.; Waddell, C.A. (1998). Endogenous levels of tocopherols and ascorbic acid during fruit ripening of new mexican-type chile (*Capsicum annuum* L.). *J. Agric. Food Chem.* 46:5093-5096.
- Palma, D.J.; Quintero, A.; Jiménez, J.; Talamás, R.; Barnard, J.; Balandrán, R.R.; Solís, F. (2009). Effect of stepwise blanching and calcium chloride solution on texture and structural properties of jalapeño peppers in brine. *Food Technol. and Biotechnol.* 47(4):64-470.
- Paqualone, S. (2003). Results of some vacuum cooling tests applied to vegetables. *Industrie Alimentari.* Pinerolo:Chiriotti Editori Spa, 42(430): 1137-1144.
- Picallo, A. (2002). El análisis sensorial como herramienta de calidad carne y productos cárnicos de cerdo. Jornadas Regionales de Actualización en el Sector Lácteo y Porcino. Tandil, Argentina.
- Pickersgill, B. (1989). Cytological and genetical evidence on the domestication and diffusion of crops within the Americas, pp. 426-439.
- Pochard, E. (1966). Données expérimentales sur la selection du piment *Capsicum annuum* L. *Ann. Amélior. Plantes* 16:185-197. En "Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Barcelona: Mundi-Prensa."
- Pochard, E.; Palloix, A.; Daubeze, A.M. (1992). Le piment. pp. 420-447. En "Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Barcelona: Mundi-Prensa."

- Poovaiah, B.W.; Glenm, G.M.; Reddy, A.S. (1988). Calcium and fruit softening: Physiology and biochemistry. *Hort. Rev.* 10:107-152.
- Pretel, M.T.; Martínez Madrid, A.; Escriche, A.; Romojaro, F. (1997). Conservación de hortalizas: factores que limitan el período de almacenamiento y su control. *Vida rural* 41:76-81.
- Publication of an application for registration pursuant to Article 6(2) of Regulation (EEC) Number 2081/92 on the protection of geographical indications and designations of origin. (2005). *Off J. Eur. Union* 125:2-5.
- Rabinowitch, H.D.; Friedman, M.; Ben-David, B. (1983). Sunscald damage in attached and detached pepper and cucumber fruits at various stages maturity. *Sci. Hort.* 19:9-18.
- Raffo, A.; Baiamonte, I.; Nardo, N.; Paoletti, F. (2007). Internal quality and antioxidants content of cold-stored red sweet peppers as affected by polyethylene bag packaging and hot water treatment. *Eur. Food Res. Technol.* 225:395-405.
- Raffo, A.; Baiamonte, I.; Paoletti, F. (2008). Changes in antioxidants and taste-related compounds content during cold storage of fresh-cut red sweet peppers. *Eur. Food Res. Technol.* 226:1167-1174.
- Rincón, L.; Saez, J.; Balsalobre, E.; Pellicer, M.C. (1993). Nutrición del pimiento grueso de invernadero. *Hortofruticultura* 5:37-41.
- Rivera, A.; Andrés, J.L.; Fernández, J. (2003). Caracterización morfológica y agronómica de líneas de pimiento autóctono de Galicia. *Actas del X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas*. Pontevedra, p. 117.
- Romojarro, F.; Martínez-Madrid, M.C.; Pretel, M.T. (2006). Factores precosecha determinantes de la calidad y conservación en postcosecha de productos agrarios. *V Simposio Ibérico VIII Nacional de Maduración y Post-Recolección*, Orihuela, Alicante pp. 91-96.
- Russo, V.M. (1996). Delaying Harvest improves bell pepper yield. *HortScience* 31(3):345-346.

- Sancho, J.; Bota, E.; de Castro, J.J. (1999). Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Sanz, M.; Atienza, J.; Tabernero, M.T.; Álvarez, J. (1999). Análisis sensorial de pimiento asado del Bierzo, en *Memorias del II Simposium Iberoamericano de análisis sensorial*, Universidad Iberoamericana México DF, México, p. 19.
- Saure, M.C. (2005). Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. *Sci. Hortic.* 105:65-89.
- Seddon, M.J.; Ajani, U.A.; Sperduto, R.D.; Hiller, R.; Blair, N.; Burton, T.C.; Farber, M.D.; Gragoudas, E.S.; Haller, J.; Miller, D.T. (1994). Dietary carotenoids, vitamin A, C, y E, and advanced age-related macular degeneration. Eye disease case-control study group. *J. Amer. Med. Assoc.* 272(18):1413-1420.
- Séguy, E. (1936). Code universal des couleurs. Encyclopedie pratique du Naturalista. Paul Lechevalier, París. En “Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Barcelona: Mundi-Prensa.”
- Shabala, S. (2003). Regulation of potassium transport in leaves: from molecular to tissue level. *Ann. Bot.* 92:627-634.
- Sherafati, M.; Ghasemnezhad, M.; Peayvast, G.A. (2010). Variation of weight loss, phenolic compounds, vitamin C of different bell pepper cultivars fruit during storage. *Acta Horticulturae*, Leuven: International Society for Horticultural Science (ISHS), 877:1153-1158.
- Shewfelt, R. L. (1999). What is quality? *Postharv. Biol. and Technol.* Elsevier Science BV 15(3):197-200.
- Shewfelt, R.L. (2000). Fruits and vegetables quality. En: R.L. Shewfelt y B. Bruckner (eds.), Fruits and vegetables quality. An integrated view. CRC Press, Londres, pp. 144-157.
- Sing, A.K.; Goswami, T.K. (2006). Controlled atmosphere storage of fruit and vegetables: A review. *J. Food Sci. and Technology-mysore* 43(1):1-7.

- Siviero, P.; Tomasicchio, M.; Macchiavelli, L.; Leoni, M.; Giorgi, A.; Martino, E.; De Giorgi, A.; De Martino, E. (1995). Valutazione di ibridi di peperone per la trasformazione industriale. *Colture-Protette* 24(3):71-77.
- Smith, D.L.; Stommel, J.R.; Fung, R.W.M.; Wang, C.Y.; Whitaker, B.D. (2006). Influence of cultivar and harvest method on postharvest storage quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. *Postharv. Biol. and Technol.* 42:243–247.
- Smith, P.G.; Villalón, B.; Villa, P.L. (1987). Horticultural classification of peppers grown in the United States. *HortScience* 22(1):11-13.
- Snowdon, A. (1990). A colour atlas of post-harvest diseases and disorders of fruit and vegetables 2:54-91. En “Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Barcelona: Mundi-Prensa.”
- Soares-Gomes, A.; Trugo, L.C.; Botrel, N.; Da Silva-Souza, L.F. (2005). Reduction of internal browning of pineapple fruit (*Ananas comusus* L) by preharvest soil application of potassium. *Postharv. Biol. and Technol.* 35:201-207.
- Srinivasa, P.C.; Prashanth, K.V.H.; Susheelamma, N.S.; Ravi, R.; Tharanathan, R.N. (2006). Storage studies of tomato and bell pepper using eco-friendly films. *J. Sci. Food and Agric.* 86:1216-1224.
- SungMin, P.; YounSu, L.; CheonSoon, L. (2001). Effect of preharvest foliar application of calcium chloride on shelf-life of red sweet pepper. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 19(1):12-16.
- SuYeon, L.; SangYeon, S.; MyeongWhoon, S.; SangWoo, L.; JaeWook, L.; YongBeom, L. (2006). Changes in fruit characteristics after brining of pickling pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivars. *Korean J. Hortic. Sci. Technol.* 24(2):168-176.
- Thompson, J.F. (2007a). Psicrometría y productos pecederos. En : Tecnología Poscosecha de Productos Hortofrutícolas. 3ª edición. Kader, A. (Eds.). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California, USA pp. 149-156.

- Thompson, J.F. (2007b). Sistemas de cosecha. In Tecnología Postcosecha de Productos Hortofrutícolas. 3ª edición. Kader A, (Eds.). University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Oakland, California, USA pp. 73-76.
- Ting, S.V. (1956). Rapid colorimetric methods for simultaneous determination of total reducing sugars and fructose in citrus juices. *J. Agr. Food Chem.* 4:263-266.
- UNE 87-001. (1994). Vocabulario: Lista de términos con sus definiciones; de carácter general, de sentidos, de atributos y de métodos.
- USDA. Market diseases of tomatoes, peppers and eggplants. Agricultural handbook 28. Wasington (1968). En “Nuez, F.; Gil, R.; Costa, J. (1996). El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Barcelona: Mundi-Prensa.”
- Vicente, A.R.; Pineda, C.; Lemoine, L.; Civello, P.M.; Martínez, G.A.; Chaves, A.R. (2005). UV-C treatments reduce decay, retain quality and alleviate chilling injury in pepper. *Postharv. Biol. and Technol.* 35:69-78.
- Vidal, C. (2003). Mejora genética en pimiento (*Capsicum annuum* L.) para la obtención de híbridos F₁. Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia.
- Vigneault, C.; Goyette, B.; Markarian, N.R.; Hui, C.K.P.; Côté, S. (2004). Charles MT y Émond JP, Plastic container opening area for optimum hydrocooling. *Canadian Biosystems Engineering* 46:341-344.
- Wall, M.M.; Waddell, C.A.; Bosland, P.W. (2001). Variation in β -carotene and total carotenoid content in fruits of *Capsicum*. *HortScience* 36(4):746-749.
- Wills, R.; McGlasson, B.; Graham, D.; Joyce, D. (1999). Introducción a la fisiología y manipulación postcosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Zaragoza: Acribia.
- Zaragoza, C.; Aibar, J.; Cavero, J.; Fernández-Cavada, S.; Gil, R.; Gutiérrez, M.; Sopena, J.M.; Pardo, A.; Suso, M.L.; García-Albert, B.(1999). Cuatro años de ensayos realizados con el herbicida clomazona en cultivos de pimiento en España. *Phytoma España* 113:82-86.