

UNIVERSIDAD DE ALMERIA

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Mención: Hortofruticultura y Jardinería

Modalidad: Técnico - Experimental

Curso 2020/2021

Alumno/a:

Ussama Lahnisser Gómez

Director/es:

Manuel Díaz Pérez

TRABAJO FIN DE GRADO

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Autor: Ussama Lahnisser Gómez.

Tutor: Manuel Díaz Pérez.

Grado en Ingeniería Agrícola – Mención en Hortofruticultura y Jardinería

Escuela Superior de Ingeniería

Universidad de Almería

Julio de 2021



UNIVERSIDAD
DE ALMERÍA



Agradecimientos

En primer lugar, a mi madre, porque es la persona a la que le debo todo y siento su apoyo sin necesitar palabras.

A mi tutor por la confianza depositada en mí, su paciencia, comprensión y sus ganas insaciables de enseñar.

A mi nuevo amigo Antonio, por haber compartido conmigo tantas horas de laboratorio, su amor y locura, y su visión sincera, pura y bondadosa de la vida. Sin ti esto no habría sido ni parecido. Te quiero amigo.

A mi compañera de vida Alba por su apoyo incondicional.

A toda la gente que me ha acompañado en estos últimos cinco años, en especial a mis tres pilares fundamentales: Mesa, Pala y Juan; a mis amigos de la residencia y de clase. Gracias a vosotros he pasado los mejores años de mi vida y estas palabras nunca van a bastar para agradecer todo lo que os debo.

A José Luis Figuerero Franco, por habernos animado tanto y transmitirnos tanta alegría con tu música.

A Víctor Koppers, por hacerme mejor persona y ayudarme a ser más feliz.

ÍNDICE GENERAL

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....	1.
1. 1. INTRODUCCIÓN.....	1.
1. 1. 1. Contexto macroeconómico.....	1.
1. 1. 2. Evolución de la superficie de producción.....	1.
1. 1. 3. Producción.....	3.
1. 1. 3. 1. Producción agrícola de la provincia de Almería.....	3.
1. 1. 3. 2. Producción de pepino a nivel nacional.....	4.
1. 1. 3. 3. Producción de pepino en Almería.....	5.
1. 1. 4. Evolución del precio del pepino percibido por el agricultor.....	5.
1. 1. 5. Importancia económica.....	6.
1. 1. 6. Exportaciones de pepino.....	7.
1. 1. 6. 1. Exportaciones por meses.....	9.
1. 1. 6. 2. Exportaciones por productos.....	11.
1. 1. 6. 3. Exportaciones por valor.....	12.
1. 1. 6. 4. Exportaciones por países.....	13.
1. 1. 7. Interés del estudio.....	15.
1. 1. 8. Perspectivas futuras.....	17.
1. 1. 9. Objetivos de la investigación.....	17.
1. 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	20.
1. 2. 1. Propiedades del pepino.....	20.
1. 2. 2. Tipos varietales de pepino para consumo en fresco.....	20.
1. 2. 3. Factores que afectan a la producción y calidad de los frutos de pepino.....	22.
1. 2. 3. 1. Factores relacionados con parámetros climáticos.....	22.
1. 2. 3. 1. 1. Temperatura diurna y nocturna.....	22.
1. 2. 3. 1. 2. Humedad relativa (HR).....	23.
1. 2. 3. 1. 3. Radiación y luminosidad.....	23.
1. 2. 3. 2. Fisiopatías en frutos.....	23.

1. 2. 3. 2. 1. Rayado de los frutos.....	23.
1. 2. 3. 2. 2. Curvado y estrechamiento de la punta de los frutos.....	25.
1. 2. 3. 2. 3. Anieblado de frutos.....	25.
1. 2. 3. 2. 4. Amarilleo de frutos.....	25.
1. 2. 3. 3. Plagas que afectan a la calidad de los frutos de pepino.....	27.
1. 2. 4. 3. 1. Mosca blanca.....	27.
1. 2. 4. 3. 2. Trips.....	27.
1. 2. 4. 3. 3. Rosquilla verde.....	28.
1. 2. 4. Normas de calidad del pepino.....	29.
1. 2. 4. 1. Parámetros de valoración de la calidad.....	29.
1. 2. 4. 1. 1. Sólidos solubles totales (SST) o °Brix.....	29.
1. 2. 4. 1. 2. Color.....	30.
1. 2. 4. 1. 3. Firmeza.....	30.
1. 2. 4. 1. 4. Materia seca.....	30.
1. 2. 4. 1. 5. Aspecto visual.....	31.
1. 2. 4. 2. Clasificación de los frutos de pepino en función de la calidad.....	31.
1. 2. 5. El plástico en la agricultura.....	34.
1. 2. 6. Poscosecha del pepino.....	35.
1. 2. 6. 1. Tratamientos poscosecha.....	36.
1. 2. 6. 1. 1. Conservación a baja temperatura.....	36.
1. 2. 6. 1. 2. Atmósfera modificada.....	36.
1. 2. 6. 1. 3. Recubrimientos.....	36.
1. 2. 6. 1. 4. Plástico retractilado como recubrimiento de los frutos de pepino.....	38.
1. 2. 6. 1. 5. Aditivos.....	39.
1. 2. 6. 1. 6. Tratamiento con agua caliente.....	39.
1. 2. 6. 1. 7. Aplicación de óxido nítrico.....	40.
1. 2. 6. 1. 8. Aplicación de ultrasonidos.....	40.
1. 2. 6. 1. 9. Aplicación de ozono y gas aniónico.....	40.
1. 2. 6. 1. 10. Aplicación de campo magnético pulsado en combinación con un pretratamiento de agua fría.....	40.

1. 2. 6. 2. Desórdenes durante el periodo de conservación en cámara frigorífica.....	40.
1. 2. 6. 2. 1. Daños por frío.....	40.
1. 2. 6. 2. 2. Afección por hongos.....	41.
1. 2. 6. 2. 3. Marchitamiento o arrugamiento del fruto.....	41.
1. 2. 6. 2. 4. Pudriciones.....	42.
2. ESPECIFICACIONES Y REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.....	43.
2. 1. Localización del ensayo.....	43.
2. 2. Material vegetal.....	44.
2. 2. 1. Características de las variedades.....	44.
2. 2. 2. Características de los frutos evaluados.....	50.
2. 3. Diseño experimental.....	51.
2. 3. 1. Toma de datos.....	52.
2. 3. 2. Peso del fruto.....	53.
2. 3. 3. Color externo del fruto.....	54.
2. 3. 4. Firmeza.....	58.
2. 3. 5. Medición del color interno del fruto.....	60.
2. 3. 6. Medición de sólidos solubles totales (SST).....	61.
2. 3. 7. Medición de la materia seca (MS).....	64.
2. 4. Análisis de datos.....	65.
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	66.
3. 1. Peso medio de los frutos en el momento de la recolección.....	66.
3. 2. Porcentaje de pérdida de peso durante la vida comercial.....	67.
3. 3. Probabilidad de comercialización.....	70.
3. 4. Firmeza.....	72.
3. 5. Sólidos solubles totales.....	76.
3. 6. Materia seca.....	80.
3. 7. Color externo.....	85.
3. 8. Color interno.....	95.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES TÉCNICAS.....	106.
5.FASES DE REALIZACIÓN DEL TRABAJO Y CRONOGRAMA TEMPORAL.....	108.
6. COMPETENCIAS ADQUIRIDAS.....	108.
7. BIBLIOGRAFÍA.....	109.
8. ANEJOS.....	118.
8. 1. ANEJO 1. Reglamento (CEE) nº 1677/88 de la Comisión, de 15 de junio de 1988, por el que se fijan las normas de calidad para los pepinos.....	118.

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. Evolución de la superficie invernada en la provincia de Almería desde 1966 hasta 2020. (En hectáreas). Fuente: Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).....	1
GRÁFICO 2. Evolución de la superficie de pepino (en miles de hectáreas). Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, consultado en enero de 2021.....	2
GRÁFICO 3. Evolución de la producción hortícola almeriense. (En toneladas). Fuente: SOIVRE, Delegación de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).....	4
GRÁFICO 4. Producción de los 10 países productores principales de pepino del mundo en 2019. Fuente: elaboración propia a partir de datos de FAOSTAT consultados el 25/01/2021.....	4
GRÁFICO 5. Producción de pepino en el mundo en 2019. Fuente: FAOSTAT <Fecha de consulta: 25/01/2021>.	5
GRÁFICO 6. Exportaciones de Almería por productos en la campaña 2019/2020. En miles de euros. Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).....	6
GRÁFICO 7. Valor de la producción española de hortalizas en el año 2018. En euros. Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, consultados en enero de 2021.....	7
GRÁFICO 8. Exportaciones de pepino desde Almería por campañas. (En toneladas). Fuente: Dirección General de Aduanas y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).....	8
GRÁFICO 9. Toneladas de pepino exportadas por los 5 exportadores principales a nivel mundial en 2019. Fuente: FAOSTAT <Fecha de consulta: 25/01/2021> y elaboración propia.....	8
GRÁFICO 10. Principales productos agroalimentarios exportados por Andalucía en 2020. En toneladas. Fuente: Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía <Fecha de consulta: enero de 2021>.....	9
GRÁFICO 11. Exportaciones de Almería por meses de los 8 cultivos principales en la campaña 2019/2020. Elaboración propia a partir de datos de la Dirección General de Aduanas <Fecha de consulta: enero de 2021>.....	10

GRÁFICO 12. Comparación entre las toneladas exportadas por meses de la campaña 2019/2020 y las cinco campañas precedentes. En porcentaje. Fuente: Dirección General de Aduanas y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).....	10
GRÁFICO 13. Comparación del valor de las exportaciones por meses de la campaña 2019/2020 con las cinco campañas precedentes. En porcentaje. Fuente: Dirección General de Aduanas y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).....	11
GRÁFICO 14. Peso relativo del tomate y del pimiento sobre el volumen exportado del total de cultivos. Expresado en porcentaje. En azul la evolución del peso relativo del tomate y en naranja el del pimiento. Fuente: Dirección General de Aduanas y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).....	12
GRÁFICO 15. Porcentaje de exportación desde Almería a cada país de la UE. Fuente: elaboración propia a partir de datos de Dirección General de Aduanas y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).....	13
GRÁFICO 16. Toneladas exportadas de productos agrícolas desde Almería. En toneladas. Fuente: elaboración propia a partir de datos de Dirección General de Aduanas y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).....	14
GRÁFICO 17. Probabilidad de comercialización en el tiempo del cv. Cliff y cv. Oktan.....	71
GRÁFICO 18. Probabilidad de comercialización en el tiempo del cv. Braganza, cv. Montano y cv. SV0091CE (091).	72

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Superficie cultivada por cultivos en la provincia de Almería. (En hectáreas). Fuente: elaboración propia a partir de datos de SOIVRE y Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía <Fecha de consulta: enero de 2021>.....	2
TABLA 2. Producción por cultivos en Almería. (En toneladas). Fuente: elaboración propia a partir de datos de SOIVRE y Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía <Fecha de consulta: enero de 2021>.....	3
TABLA 3. Producción de pepino de los 10 mayores productores del mundo. Elaboración propia a partir de datos de FAOSTAT consultados el 25/01/2021.....	5
TABLA 4. Toneladas exportadas desde Almería en la campaña 2019/2020. Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Dirección General de Aduanas y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).....	14
TABLA 5. Tasa de respiración de los frutos de pepino a diferentes temperaturas. Fuente: elaboración propia a partir de datos de Suslow <i>et al.</i> , 2013.....	20
TABLA 6. Temperaturas recomendadas para los diferentes estadios de desarrollo de las plantas de pepino. Elaboración propia a partir de datos de Camacho, 2003.....	22
TABLA 7. Valores críticos y óptimos de humedad relativa para el cultivo de pepino. Elaboración propia a partir de datos de Camacho, 2003.....	23
TABLA 8. Parámetros más relevantes del Reglamento CEE Nº 1677/88 de la Comisión Europea.	32
TABLA 9. Principales normas de categoría y calidad del pepino de Fruteco.....	34
TABLA 10. Variedades tipo LET estudiadas, fecha de recepción de las muestras, tratamientos de valoración realizados y número de frutos de cada variedad.....	52
TABLA 11. Peso medio de los frutos en el momento de la recolección en el mes de octubre.....	66
TABLA 12. Peso medio de los frutos en el momento de la recolección en el mes de noviembre.	66
TABLA 13. Peso medio de los frutos en el momento de la recolección en el mes de diciembre.....	67
TABLA 14. Peso medio de los frutos en el momento de la recolección en el mes de marzo...	67

TABLA 15. Porcentaje de pérdida de peso durante la vida comercial de los frutos recolectados en el mes de octubre.	68
Tabla 16. Porcentaje de pérdida de peso durante la vida comercial de los frutos recolectados en el mes de noviembre.	68
Tabla 17. Porcentaje de pérdida de peso durante la vida comercial de los frutos recolectados en el mes de diciembre.	69
Tabla 18. Porcentaje de pérdida de peso durante la vida comercial de los frutos recolectados en el mes de marzo.	69
TABLA 19. Valores medios de firmeza de los cultivares Cliff y Oktan en el mes de octubre, expresados en kilogramos-fuerza (Kgf).	73
TABLA 20. Valores medios de firmeza de los cultivares Cliff y Oktan en el mes de noviembre, expresados en kilogramos-fuerza (Kgf).	73
TABLA 21. Valores medios de firmeza de los cultivares Cliff y Oktan en el mes de diciembre, expresados en kilogramos-fuerza (Kgf).	74
TABLA 22. Valores medios de firmeza de los cultivares Cliff y Oktan en el mes de marzo, expresados en kilogramos-fuerza (Kgf).	75
TABLA 23. SST medios del cv. 091 expresados en °Brix.	77
TABLA 24. SST medios del cv. 447 expresados en °Brix.	77
TABLA 25. SST medios del cv. Braganza expresados en °Brix.	77
TABLA 26. SST medios del cv. Montano expresados en °Brix.	78
TABLA 27. Sólidos solubles totales medios de los frutos recolectados en noviembre expresados en °Brix.	78
TABLA 28. Sólidos solubles totales medios de los frutos recolectados en noviembre, expresados en °Brix.	79
TABLA 29. Sólidos solubles totales medios de los frutos recolectados en el mes de marzo, expresados en °Brix.	80
TABLA 30. Sólidos solubles totales medios de los frutos recolectados en el mes de marzo, expresados en °Brix.	80
TABLA 31. Materia seca del cv. 091, expresada en porcentaje.	81
TABLA 32. Materia seca del cv. 447, expresada en porcentaje.	81
TABLA 33. Materia seca del cv. Braganza, expresada en porcentaje.	82
TABLA 34. Materia seca del cv. Montano, expresada en porcentaje.	82

TABLA 35. Materia seca media de los frutos recolectados en el mes de octubre, expresada en porcentaje.	83
TABLA 36. Materia seca media de los frutos recolectados en el mes de noviembre, expresada en porcentaje.	83
TABLA 37. Materia seca media de los frutos recolectados en el mes de diciembre, expresada en porcentaje.	84
TABLA 38. Materia seca media de los frutos recolectados en el mes de marzo, expresada en porcentaje.	84
TABLA 39. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. Oktan recolectados en el mes de octubre.	87
TABLA 40. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. Oktan recolectados en el mes de noviembre.	88
TABLA 41. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. Cliff recolectados en el mes de octubre.	88
TABLA 42. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. Cliff recolectados en el mes de noviembre.	88
TABLA 43. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. Braganza recolectados en el mes de diciembre.	89
TABLA 44. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. Braganza recolectados en el mes de marzo.	89
TABLA 45. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. 091 recolectados en el mes de diciembre.	89
TABLA 46. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. 091 recolectados en el mes de marzo.	90
TABLA 47. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. Montano recolectados en el mes de diciembre.	90
TABLA 48. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. 447 recolectados en el mes de marzo.	90
TABLA 49. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. Oktan recolectados en el mes de octubre.	91
TABLA 50. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. Oktan recolectados en el mes de noviembre.	91
TABLA 51. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. Cliff recolectados en el mes de octubre.	91

TABLA 52. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. Cliff recolectados en el mes de noviembre.	92
TABLA 53. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. Braganza recolectados en el mes de diciembre.	92
TABLA 54. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. Braganza recolectados en el mes de marzo.	93
TABLA 55. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. 091 recolectados en el mes de diciembre.	93
TABLA 56. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. 091 recolectados en el mes de marzo.	94
TABLA 57. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. Montano recolectados en el mes de diciembre.	94
TABLA 58. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. 447 recolectados en el mes de marzo.	95
TABLA 59. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. Oktan recolectados en el mes de octubre.	97
TABLA 60. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. Oktan recolectados en el mes de noviembre.	97
TABLA 61. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. Cliff recolectados en el mes de octubre.	97
TABLA 62. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. Cliff recolectados en el mes de noviembre.	98
TABLA 63. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. Braganza recolectados en el mes de diciembre.	98
TABLA 64. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. Braganza recolectados en el mes de marzo.	98
TABLA 65. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. 091 recolectados en el mes de diciembre.	99
TABLA 66. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. 091 recolectados en el mes de marzo.	99
TABLA 67. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. Montano recolectados en el mes de diciembre.	99
TABLA 68. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. 447 recolectados en el mes de marzo.	100

TABLA 69. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. Oktan recolectados en el mes de octubre.	100
TABLA 70. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. Oktan recolectados en el mes de noviembre.	100
TABLA 71. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. Cliff recolectados en el mes de octubre.	101
TABLA 72. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. Cliff recolectados en el mes de noviembre.	101
TABLA 73. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. Braganza recolectados en el mes de diciembre.	101
TABLA 74. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. Braganza recolectados en el mes de marzo.	102
TABLA 75. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. 091 recolectados en el mes de diciembre.	102
TABLA 76. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. 091 recolectados en el mes de marzo.	103
TABLA 77. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. Montano recolectados en el mes de diciembre.	103
TABLA 78. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. 447 recolectados en el mes de marzo.	104

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. Ejemplo de piel de lagarto o rajado de frutos de pepino. Fuente: http://lechugaalabarces.blogspot.com/2015/07/piel-de-lagarto-en-pepino-holandes.html	24
ILUSTRACIÓN 2. Ejemplo de estrechamiento y curvado de la punta del fruto de pepino. Fuente: www.infoagro.com	25
ILUSTRACIÓN 3. Fruto con amarilleamiento en la zona del pedúnculo. Fuente: elaboración propia.....	27
ILUSTRACIÓN 4. Ejemplo de fruto curvado debido a la picadura de trips. Fuente: https://www.tipsytemasagronicos.com/frutos-curvados-o-chuecos-trips-en/	28
ILUSTRACIÓN 5. Fruto con comeduras de rosquilla verde. Fuente: elaboración propia.....	28
ILUSTRACIÓN 6. Explicación gráfica del fenómeno de refracción. Fuente: www.wikipedia.org	29
ILUSTRACIÓN 7. Fruto con ablandamiento debido a daños por frío. Fuente: elaboración propia.	41
ILUSTRACIÓN 8. Marchitamiento y arrugamiento en el cuello del fruto. Fuente: elaboración propia.	41
ILUSTRACIÓN 9. Localización de Enza Zaden en la provincia de Almería. Fuente: Google Maps. Elaboración propia.	43
ILUSTRACIÓN 10. Localización de Enza Zaden en el municipio de El Ejido. Fuente: Google Maps. Elaboración propia.	43
ILUSTRACIÓN 11. Frutos de cv. Oktan. Fuente: es.biovitalis.eu.....	45
ILUSTRACIÓN 12. Pepinos del cv. Oktan. Fuente: es.biovitalis.eu.....	45
ILUSTRACIÓN 13. Plantación del cv. Montano. Fuente: www.enzazaden.com	46
ILUSTRACIÓN 14. Frutos del cv. Braganza. Fuente: www.enzazaden.com	47
ILUSTRACIÓN 15. Fruto de la variedad Cliff. Fuente: www.innovamosjuntos.es	48
ILUSTRACIÓN 16. Frutos de pepino cv. E23L.16447. Fuente: elaboración propia.....	49
ILUSTRACIÓN 17. Frutos de pepinos cv. SV0091CE. Fuente: www.seminis.es	50
ILUSTRACIÓN 18. Detalle de medición del peso de los frutos de pepino con la balanza NAHITA 5061. Fuente: elaboración propia.	53

ILUSTRACIÓN 19. Balanza electrónica RADWAG PS 600.R2. Fuente: www.radwag.com	54
ILUSTRACIÓN 20. Detalle del colorímetro Konica Minolta CR-400/410. Fuente: www.incolorec.ec	55
ILUSTRACIÓN 21. Espacio de color CIELAB. Fuente: www.despachovisual.wordpress.com	56
ILUSTRACIÓN 22. Espacio de color CIE L*C*h*. Fuente: sensing.konicaminolta.us.....	56
ILUSTRACIÓN 23. Detalle de medición del color de la epidermis del fruto de pepino en el punto más cercano al pedúnculo. Fuente: elaboración propia.	57
ILUSTRACIÓN 24. Detalle de medición del color de la epidermis del fruto de pepino en el punto central del fruto. Fuente: elaboración propia.	57
ILUSTRACIÓN 25. Detalle de medición del color de la epidermis del fruto de pepino en el punto más cercano a la cicatriz pistilar. Fuente: elaboración propia.	58
ILUSTRACIÓN 26. Obtención de rodajas de pepino para valorar la firmeza del fruto de pepino tipo LET. Fuente: elaboración propia.	59
ILUSTRACIÓN 27. Medición de la firmeza en frutos de pepino. Fuente: elaboración propia.....	60
ILUSTRACIÓN 28. Detalle de localización de los puntos de medida del color interno de los frutos de pepino tipo LET. Fuente: elaboración propia.	61
ILUSTRACIÓN 29. Triturado de fruto de pepino tipo LET. Fuente: elaboración propia.....	62
ILUSTRACIÓN 30. Filtración del triturado de pepino tipo LET con papel de filtro. Fuente: elaboración propia.	63
ILUSTRACIÓN 31. Medida de $^{\circ}$ Brix de zumo filtrado de pepino tipo LET. Fuente: elaboración propia.	64
ILUSTRACIÓN 32. Vertido del triturado del fruto de pepino tipo LET a una bandeja de aluminio. Fuente: elaboración propia.....	64

Resumen

Debido a la contaminación que produce el plástico y la importancia que se le está dando a ello en los últimos años, las empresas se ven obligadas en la medida de lo posible a eliminarlo o sustituirlo por otro material. Un ejemplo de ello es el caso de los supermercados y su necesidad de eliminar el plástico que envuelve la fruta y verdura. Este estudio se centra en el fruto del pepino (*Cucumis sativus* L.), el cual lo podemos encontrar plastificado con plástico retractilado, de manera que es preciso encontrar alternativas a este recubrimiento. Para ello, se pueden utilizar otros recubrimientos que no sean contaminantes o mejorar genéticamente los frutos para que no se produzca una merma en la vida comercial de estos en comparación con los plastificados. Es por este interés genético por el que se han comparado diferentes variedades de distintas casas de semillas y, a su vez, se han comparado entre sí con frutos plastificados y sin plastificar. Se ha evaluado la vida comercial de los frutos con y sin recubrimiento, además de la evolución de parámetros de calidad como el color, pérdida de peso, porcentaje de materia seca, contenido de sólidos solubles totales y firmeza. Ha quedado demostrado que el plástico es un recubrimiento muy eficaz, alargando de manera considerable la vida comercial, por lo que es conveniente utilizar otros recubrimientos o métodos que alarguen la vida comercial, además de seguir investigando en la obtención de variedades con una vida comercial algo más extensa sin necesidad de recubrir sus frutos.

Abstract

Due to the pollution caused by plastic and the importance that is being given to it in recent years, companies are forced as far as possible to eliminate it or replace it with another material. An example of this is the case of supermarkets and their need to eliminate the plastic wrapping around fruit and vegetables. This study focuses on the cucumber fruit (*Cucumis sativus* L.), which can be found plasticized with shrink-wrapped plastic, so it is necessary to find alternatives to this coating. For this purpose, other non-polluting coatings can be used or the fruits can be genetically improved so that there is no reduction in their shelf life compared to the plasticized ones. It is for this genetic interest that different varieties from different seed houses have been compared and, in turn, have been compared with plasticized and unplasticized fruits. The commercial life of coated and uncoated fruit was evaluated, as well as the evolution of quality parameters such as color, weight loss, dry matter percentage, total soluble solids content and firmness. It has been demonstrated that plastic is a very effective coating, considerably extending shelf life, so it is advisable to use other coatings or methods that extend shelf life, in addition to continuing research on obtaining varieties with a somewhat longer shelf life without the need to coat their fruits.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

1. MEMORIA DESCRIPTIVA.

1. 1. INTRODUCCIÓN.

1. 1. 1. CONTEXTO MACROECONÓMICO.

La paralización del continente europeo durante varios meses debido a la pandemia originada por el COVID-19 ha provocado la disminución del producto interior bruto (PIB) tanto del continente en general (-13,9%) como, en mayor medida, del estado español (-21,5%). Este mayor descenso del PIB nacional se justifica porque su economía se basa principalmente en el sector servicios y en el turismo, aunque producirá consecuencias en el resto de sectores económicos. Debido a esto, en la campaña 2019/2020 se han producido distintas alteraciones en el sector agrícola, entre otros (Cajamar, 2020).

1. 1. 2. EVOLUCIÓN DE LA SUPERFICIE DE PRODUCCIÓN.

La provincia de Almería albergaba hasta junio de 2020 un total de 32.368 hectáreas de invernaderos. Esto supone un aumento del 1% de la superficie invernada en la campaña 2018/2019 (Cajamar, 2020), datos que concuerdan con su evolución histórica, tal y como se refleja en el *Gráfico 1*.

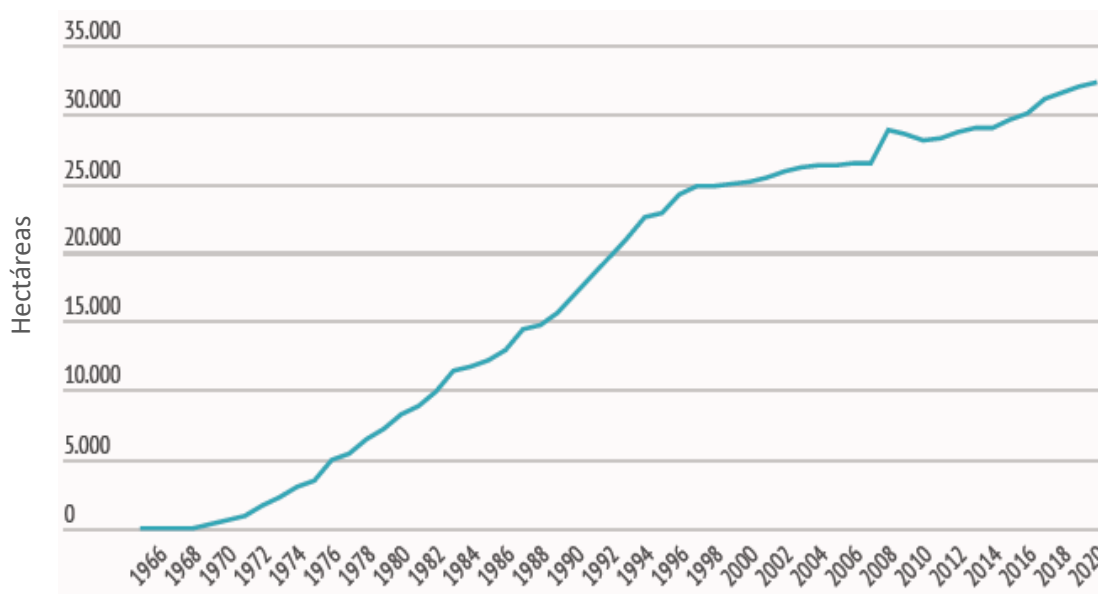


Gráfico 1. Evolución de la superficie invernada en la provincia de Almería desde 1966 hasta 2020. (En hectáreas). Fuente: Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).

Este aumento ha sido provocado por el crecimiento en superficie de los cultivos de berenjena (+10,5%), pimiento (+7,3%) y pepino (+4,8%), siendo ahora el líder en producción en la provincia el pimiento, debido también al descenso continuado desde hace 5 años de superficie dedicada al cultivo de tomate, siendo el decremento de la temporada 2019/2020

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

del 9,6% con respecto a la campaña anterior (Cajamar, 2020), como se puede ver en la *Tabla 1*.

Tabla 1. Superficie cultivada por cultivos en la provincia de Almería. (En hectáreas). Fuente: elaboración propia a partir de datos de SOIVRE y Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía <Fecha de consulta: enero de 2021>.

Cultivo	Campaña 2018/2019	Campaña 2019/2020	Var. (%)
Judía verde	290	190	-34,5
Berenjena	2.164	2.391	+10,5
Tomate	9.555	8.633	-9,6
Pimiento	11.125	11.936	+7,3
Pepino	4.677	4.900	+4,8
Melón	2.589	2.650	+2,4
Calabacín	7.439	7.611	+2,3
Sandía	10.524	10.671	+1,4
Total	48.363	48.982	+1,3

El cultivo de pepino queda en quinta posición en la provincia en cuanto a superficie de producción, con un total de 4.900 hectáreas. (Cajamar, 2020).

España tenía en el año 2019 una superficie de 7.503 hectáreas destinadas al cultivo de pepino. Esta cifra no ha ido aumentando con el tiempo, sino que ha ido disminuyendo desde el año 2014, donde alcanzó su pico más alto con un total de 8900 hectáreas (ver *Gráfico 2*) (Ministerio, 2021).

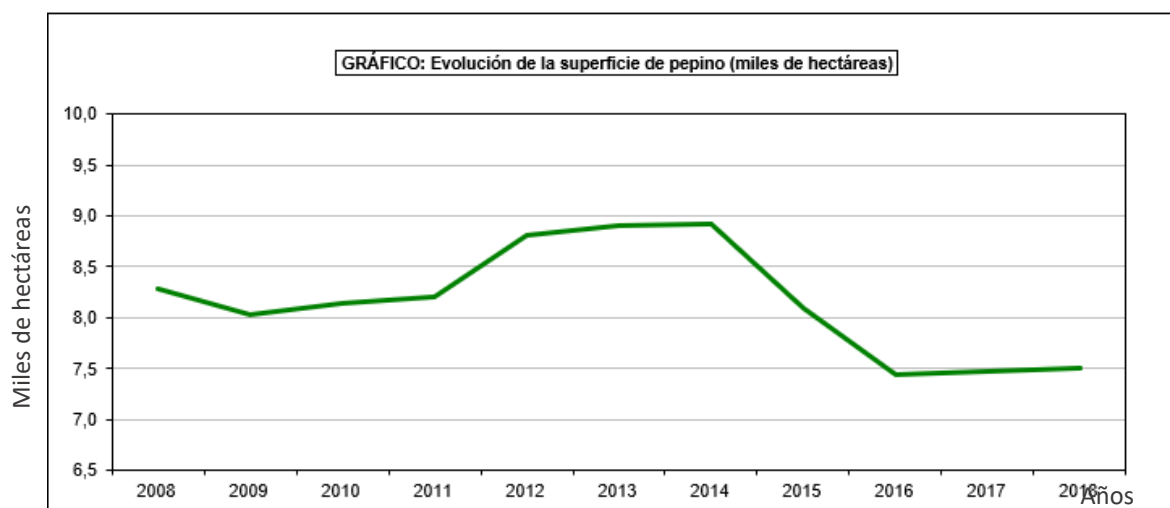


Gráfico 2. Evolución de la superficie de pepino (en miles de hectáreas). Fuente: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, consultado en enero de 2021.

De este modo, Almería representa el 65,3% de la superficie nacional destinada al cultivo de esta cucurbitácea.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

1. 1. 3. PRODUCCIÓN.

1. 1. 3. 1. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE LA PROVINCIA DE ALMERÍA.

La producción total de frutas y hortalizas bajo plástico en la provincia de Almería ha descendido en la última campaña un 1% con respecto a la campaña anterior, siendo de un total de 3.488.510 toneladas (Cajamar, 2020).

Los cultivos que han afectado a este descenso han sido la judía verde (-20,6%), el tomate (-10,3%), la sandía (-10,3%) y el melón (-5,9%) (*Tabla 2*). Sin embargo, la producción de pepino ha aumentado un 2% con respecto a la campaña precedente debido al aumento de la superficie cultivada (Cajamar, 2020).

Tabla 2. Producción por cultivos en Almería. (En toneladas). Fuente: elaboración propia a partir de datos de SOIVRE y Delegación Provincial de la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía <Fecha de consulta: enero de 2021>

Cultivo	Campaña 2018/2019 (Tn)	Campaña 2019/2020 (Tn)	Var. (%)
Judías Verdes	4.347	3.452	-20,6
Berenjena	190.614	215.394	+13,0
Tomate	888.389	797.329	-10,3
Sandía	548.677	492.109	-10,3
Pimiento	785.043	845.727	+7,7
Melón	121.344	114.209	-5,9
Calabacín	459.420	482.391	+5,0
Pepino	527.352	537.899	+2,0
Total	3.525.187	3.488.510	-1,0

En general, la producción está tendiendo a estabilizarse como se refleja en el *Gráfico 3*, debido al pequeño incremento de superficie cultivada y a los cambios que se están produciendo en cuanto a cultivos plantados.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

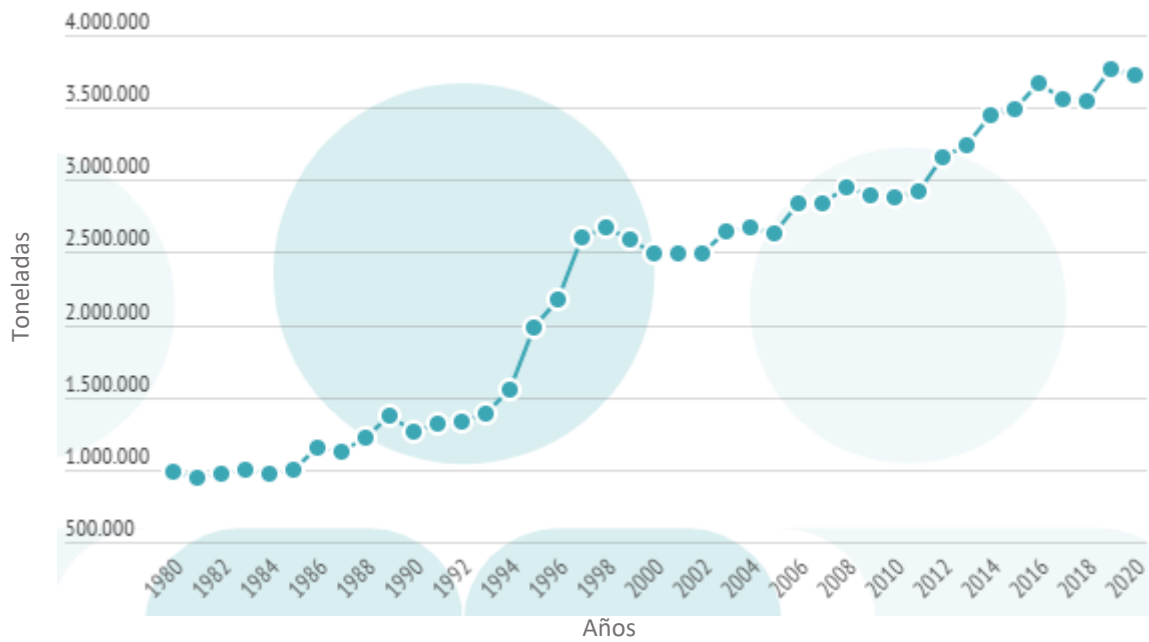
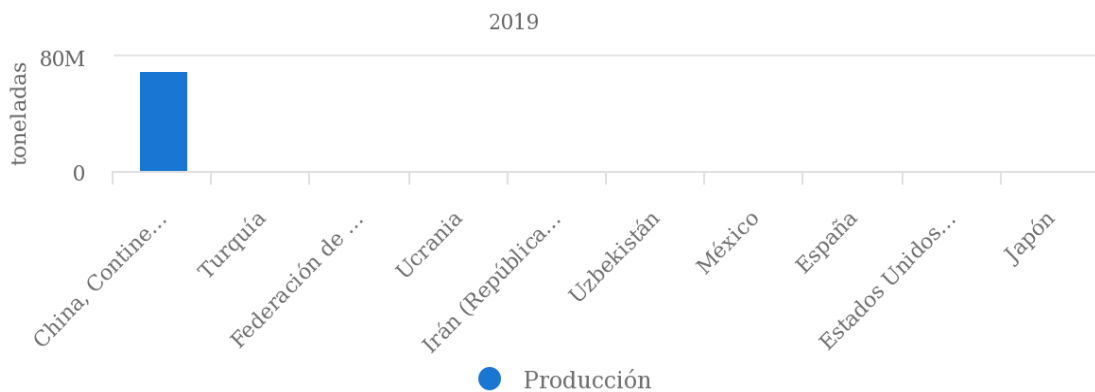


Gráfico 3. Evolución de la producción hortícola almeriense. (En toneladas). Fuente: SOIVRE, Delegación de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).

1. 1. 3. 2. PRODUCCIÓN DE PEPINO A NIVEL NACIONAL.

Con una producción de 739.200 toneladas en 2019, España es el octavo país en el mundo con la mayor producción de esta cucurbitácea, estando China a la cabeza con una producción de 70.288.130 toneladas en el mismo año (FAOSTAT, 2021). Es tal la ventaja que tiene el país oriental con respecto a los 9 países restantes con mayor producción del mundo que en el *Gráfico 4* el valor de su producción es insignificante, a pesar de las grandes cantidades de producto que se cosechan en el resto de países (ver *Tabla 3*). Aunque la producción en el mundo es moderadamente homogénea según se ve en el *Gráfico 5*.



Source: FAOSTAT (ene. 25, 2021)

Gráfico 4. Producción de los 10 países productores principales de pepino del mundo en 2019. Fuente: elaboración propia a partir de datos de FAOSTAT consultados el 25/01/2021.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 3. Producción de pepino de los 10 mayores países productores del mundo. Elaboración propia a partir de datos de FAOSTAT consultados el 25/01/2021.

País	China	Turquía	Rusia	Ucrania	Irán
Producción (Tn)	70.288.130	1.916.645	1.626.360	1.034.170	871.692
País	Uzbekistán	México	España	EEUU	Japón
Producción (Tn)	855.058	826.485	739.200	677.880	548.100

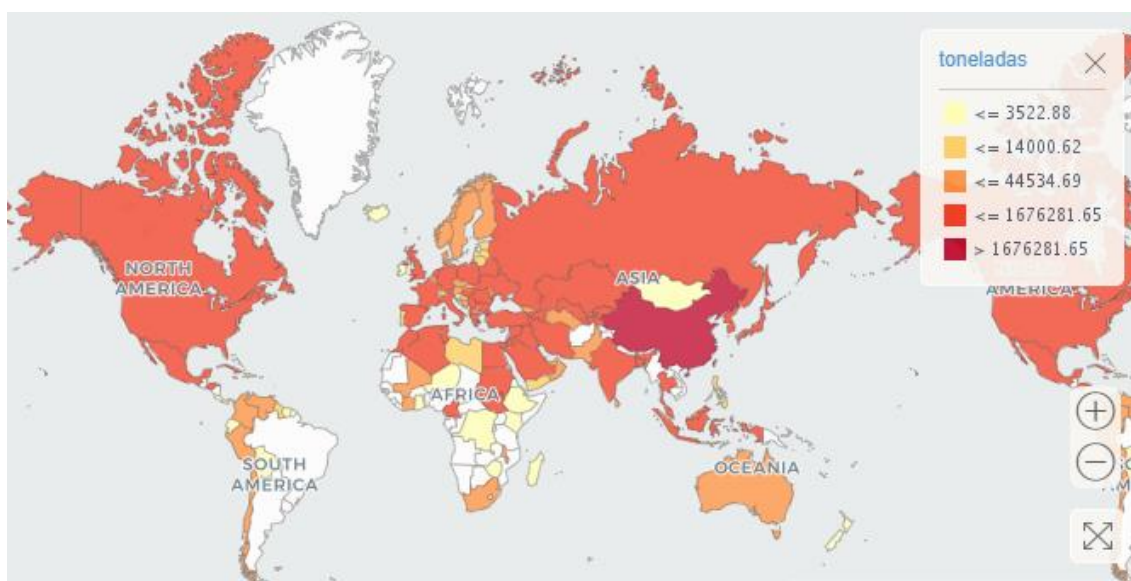


Gráfico 5. Producción de pepino en el mundo en 2019. Fuente: FAOSTAT <Fecha de consulta: 25/01/2021>.

1. 1. 3. 3. PRODUCCIÓN DE PEPINO EN ALMERÍA.

De las 643.621 toneladas producidas en España en 2018, el 68,9% estuvieron producidas en la provincia de Almería, cosechando un total de 443.604 toneladas (Ministerio, 2021). De esta manera, la provincia se corona como la líder indiscutible en producción de pepino a nivel nacional.

1. 1. 4. EVOLUCIÓN DEL PRECIO DEL PEPINO PERCIBIDO POR EL AGRICULTOR.

El precio percibido por el agricultor ha aumentado en la última campaña, aunque al inicio el precio era inferior al de la campaña anterior. Este aumento es consecuencia de la pandemia del Covid-19, al aumentar las dificultades de comercialización. Esto hizo que el precio medio de pepino percibido por el agricultor fuese de 0,571 €/kg. Siendo en la campaña 2017/2018 de 0,580 €/kg y en la campaña 2018/2019 de 0,505 €/kg. (Cajamar, 2020).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

1. 1. 5. IMPORTANCIA ECONÓMICA.

Este fruto de consumo en verde tiene una gran repercusión económica en la provincia de Almería ya que ocupa el tercer puesto en valor de frutas y hortalizas exportadas desde esta provincia, con un valor de 440.198.000 euros en la campaña 2019/2020 (*Gráfico 6*) (Cajamar, 2020). Esto supone una representatividad del 17,3% con respecto a los 8 cultivos más relevantes restantes de la zona.

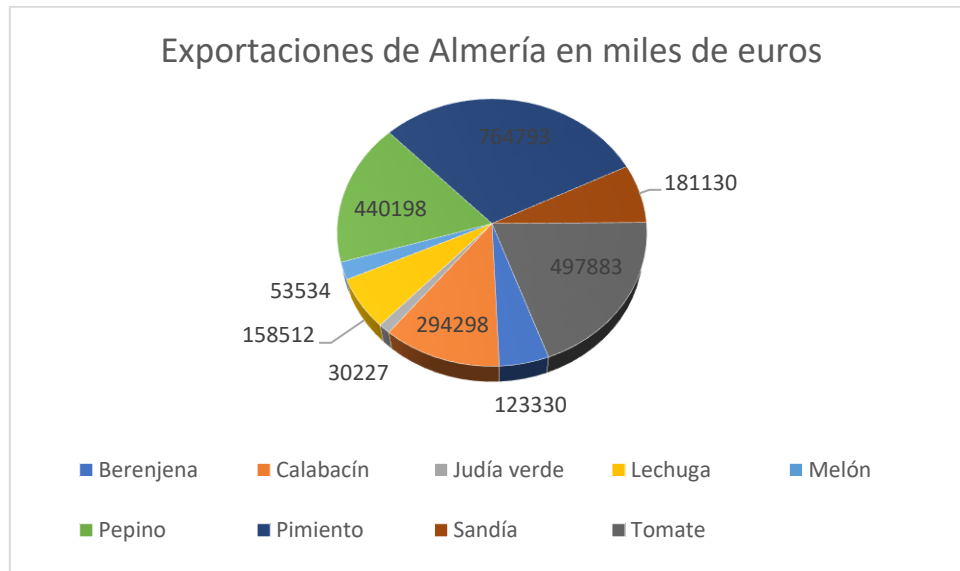


Gráfico 6. Exportaciones de Almería por productos en la campaña 2019/2020. En miles de euros. Fuente: elaboración propia a partir de datos obtenidos de Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).

Los datos más actualizados del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación en el ámbito económico remontan al año 2018. En este año, el cultivo de pepino supone la cuarta potencia a nivel estatal en cuanto a valor de producción de hortalizas, con una cifra de 351.610.000 €, precedida de tomate (1.504.492.000 €), pimiento (1.027.423.000 €) y sandía (564.662.000 €) (*Gráfico 7*).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

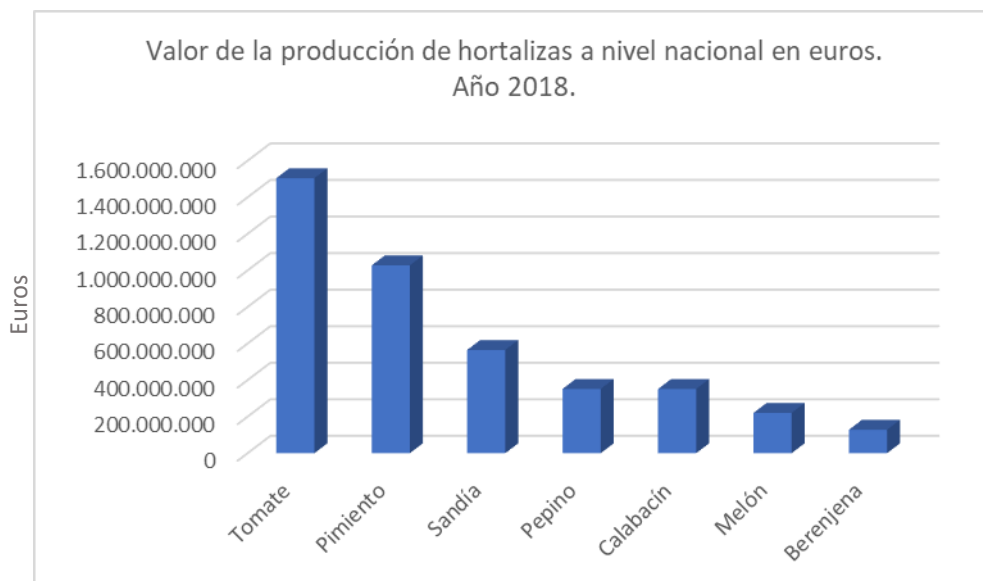


Gráfico 7. Valor de la producción española de hortalizas en el año 2018. En euros. Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, consultados en enero de 2021.

1. 1. 6. EXPORTACIONES DE PEPINO.

El volumen exportado de frutas y hortalizas desde la provincia de Almería en la campaña 2019/2020 fue de 2.723.195 toneladas, que corresponde con el 80% del total producido, con un valor de 2.866 millones de euros (Cajamar, 2020).

En el caso del pepino, las exportaciones se han incrementado en un 1,7% con respecto a la campaña anterior, con un valor de 493.950 toneladas, un valor que, si continua la tendencia de los datos de campañas anteriores, seguirá en aumento (ver *Gráfico 8*), hecho probable ya que el aumento de la exportación en la campaña 2019/2020 supone un 26,6% más que la media de las últimas cinco campañas. Esto muestra el gran crecimiento que está teniendo en estos últimos tiempos.

En adición a esto, también hay que tener en cuenta que el valor del fruto también ha aumentado, exactamente un 11,3%, alcanzando un valor de exportación superior a 123 millones de euros (Cajamar, 2020).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

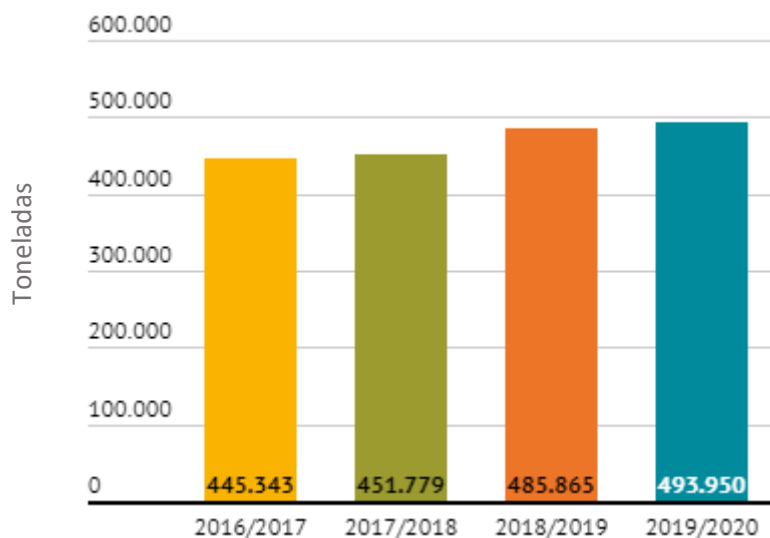
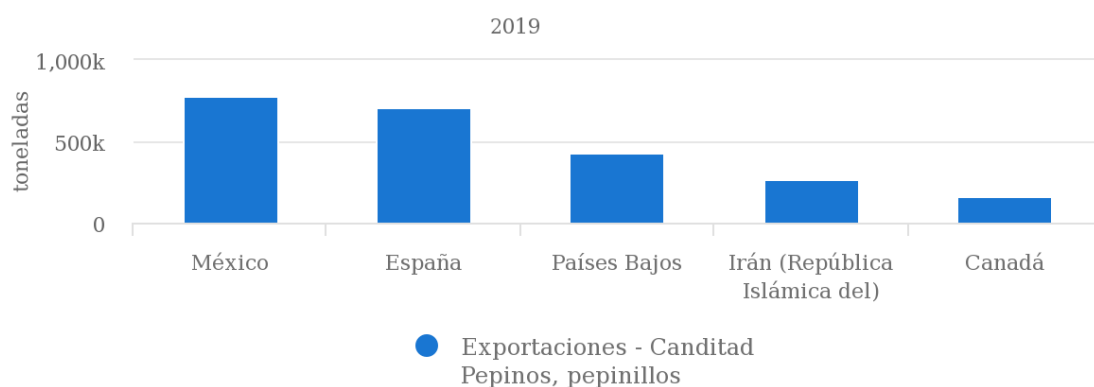


Gráfico 8. Exportaciones de pepino desde Almería por campañas. (En toneladas). Fuente: Dirección General de Aduanas y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).

Estas cifras hacen que, en el año 2019, España se convirtiera en el mayor exportador de pepino de Europa llegando casi a doblar en toneladas al siguiente en el ranking y en el segundo exportador a nivel mundial, precedido únicamente por México, según datos de FAOSTAT (Gráfico 9).



Source: FAOSTAT (ene. 25, 2021)

País	México	España	Países Bajos	Irán	Canadá
Exportación (Tn)	782.161	709.026	435.918	270.015	167.711

Gráfico 9. Toneladas de pepino exportadas por los 5 exportadores principales a nivel mundial en 2019. Fuente: FAOSTAT <Fecha de consulta: 25/01/2021> y elaboración propia.

A nivel andaluz, según la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía, el pepino fue el tercer producto agroalimentario más

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

exportado en 2020, con un total de 502.575 toneladas, únicamente superado por el pimiento y el aceite de oliva (*Gráfico 10*).

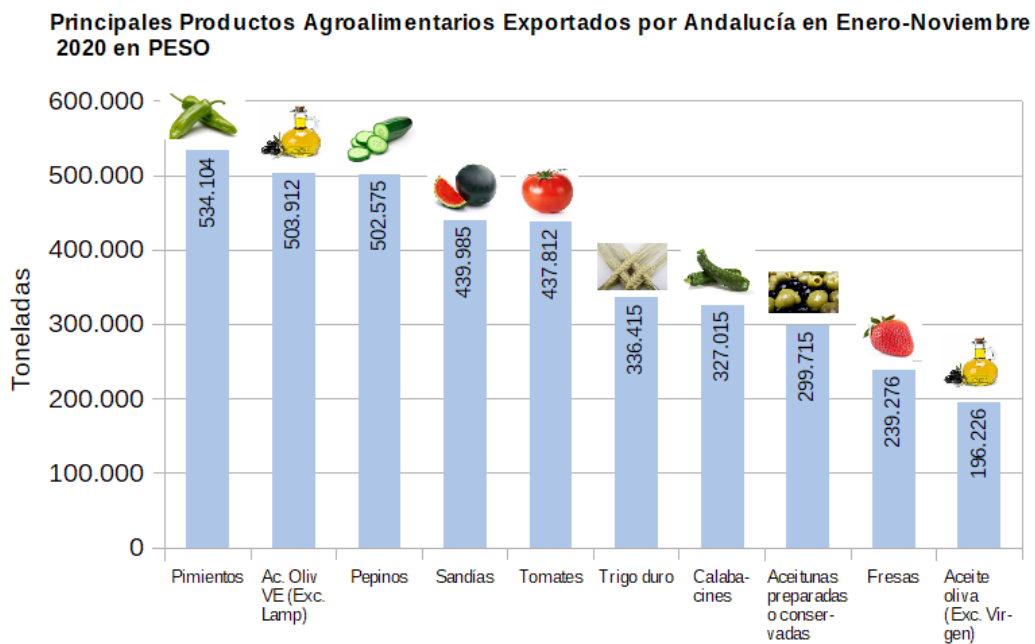


Gráfico 10. Principales productos agroalimentarios exportados por Andalucía en 2020. En toneladas. Fuente: Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía <Fecha de consulta: enero de 2021>.

1. 1. 6. 1. EXPORTACIONES POR MESES.

Los meses de mayor exportación en la última campaña de la que se tienen datos oficiales son entre noviembre y marzo, encontrándonos también una pequeña subida en el mes de mayo, pero, sin duda, el mes con el mayor volumen de exportación es enero con unas cifras que rozan las 370 toneladas (*Gráfico 11*) (Cajamar, 2020).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.



Gráfico 11. Exportaciones de Almería por meses de los 8 cultivos principales en la campaña 2019/2020. Elaboración propia a partir de datos de la Dirección General de Aduanas <Fecha de consulta: enero de 2021>.

En general, las exportaciones se han incrementado con el paso de los años, a continuación, en el *Gráfico 12* se muestra la variación del volumen exportado desde Almería en cada mes con relación a las cinco últimas campañas agrícolas.

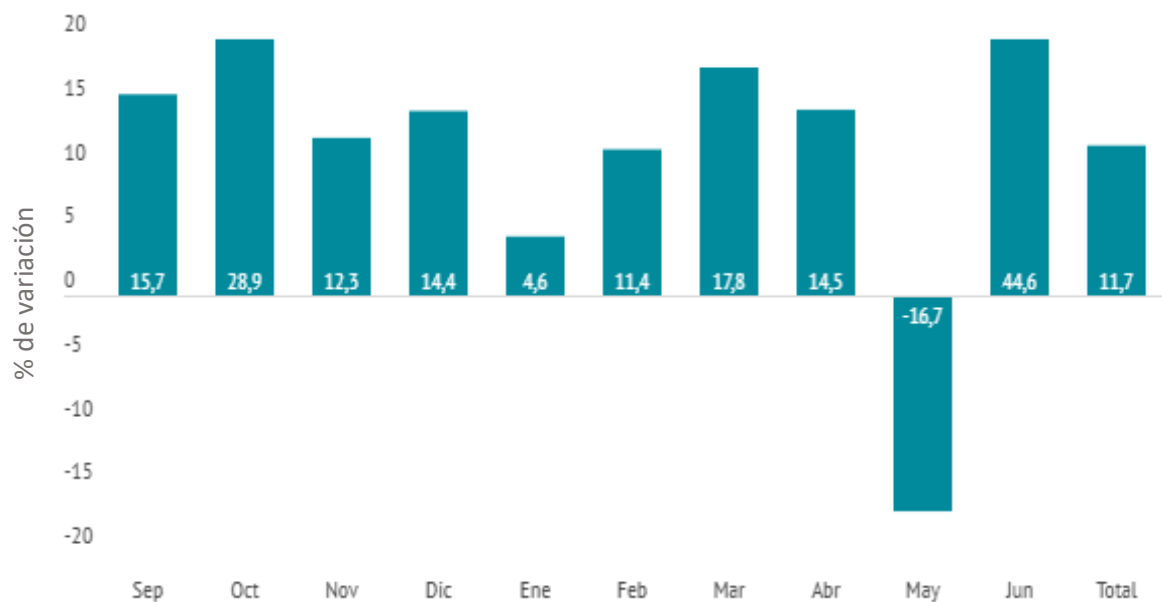


Gráfico 12. Comparación entre las toneladas exportadas por meses de la campaña 2019/2020 y las cinco campañas precedentes. En porcentaje. Fuente: Dirección General de Aduanas y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

En el *Gráfico 12*, se puede apreciar un aumento generalizado de las exportaciones con respecto a la media de las cinco campañas anteriores, exactamente un crecimiento del 11,7%. Hecho que ocurre en todos los meses a excepción de mayo, donde se produce un decremento del 16,7%.

Los meses de mayor crecimiento con respecto a la media fueron junio, que fue el crecimiento más notable con un incremento de las exportaciones del 44,6%, y al inicio de la temporada, en octubre, con un crecimiento del 28,9% (Cajamar,2020).

Además del volumen de exportación, también ha aumentado el valor de los productos almerienses en un 6,8% con respecto a la campaña anterior. No conforme con eso, si comparamos los valores de la campaña 2019/2020 con los de las cinco campañas anteriores obtenemos un crecimiento del 21,3%, sin que aparezca ningún mes con una tasa negativa a pesar del confinamiento provocado por el SARS-CoV-2, de hecho, algunos de estos meses junto con septiembre, noviembre y enero son los meses con mayores tasas de crecimiento, tal y como se aprecia en el *Gráfico 13*.

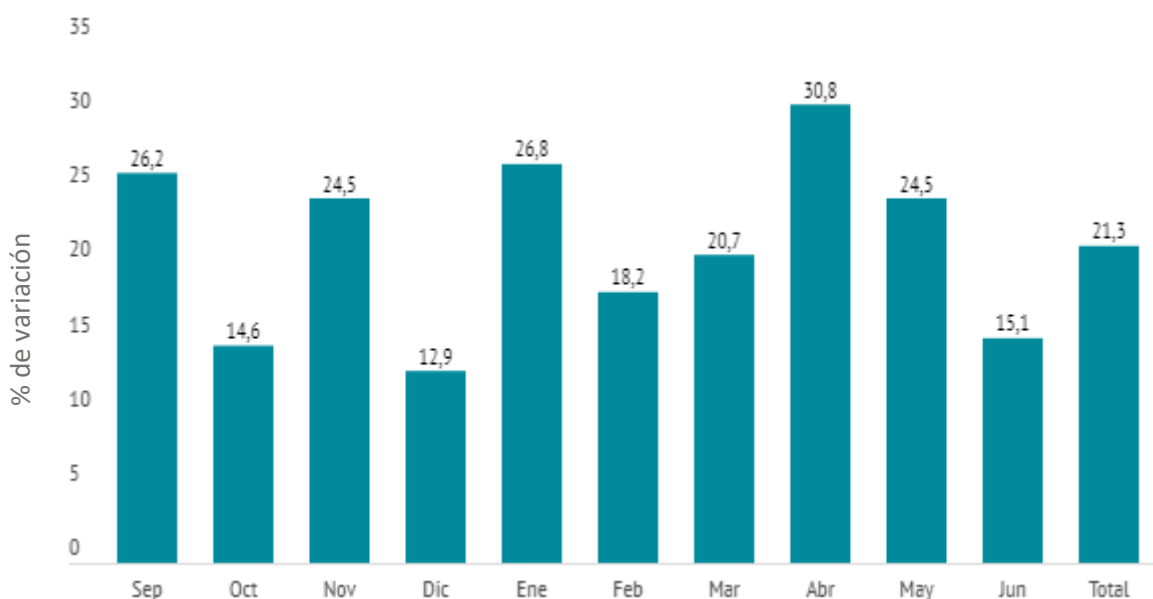


Gráfico 13. Comparación del valor de las exportaciones por meses de la campaña 2019/2020 con las cinco campañas precedentes. En porcentaje. Fuente: Dirección General de Aduanas y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).

1. 1. 6. 2. EXPORTACIONES POR PRODUCTOS.

En cuanto a ventas externas de cada producto, en la campaña 2019/2020 el calabacín fue el que obtuvo el mayor aumento con respecto a la campaña precedente con un 10% más de toneladas vendidas. En cambio, la sandía y el tomate fueron los mayores damnificados,

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

vendiéndose un 12,1% y un 10% respectivamente menos que en la campaña 2018/2019 (Cajamar, 2020).

El pepino por su parte ha aumentado ligeramente en un 1,7% su exportación. Este valor no es muy alto, pero también hay que tener en cuenta que, si comparamos las cifras de ventas del ejercicio 2019/2020 con las 5 campañas precedentes, el volumen de exportación aumenta en esta última campaña 26,6%. Esto hace que el pepino, junto con el pimiento, superen el peso relativo de ventas del tomate, el cultivo que había sido líder de ventas durante tantos años hasta que en 2016 fue superado por pimiento como se ve en el *Gráfico 14* (Cajamar, 2020).

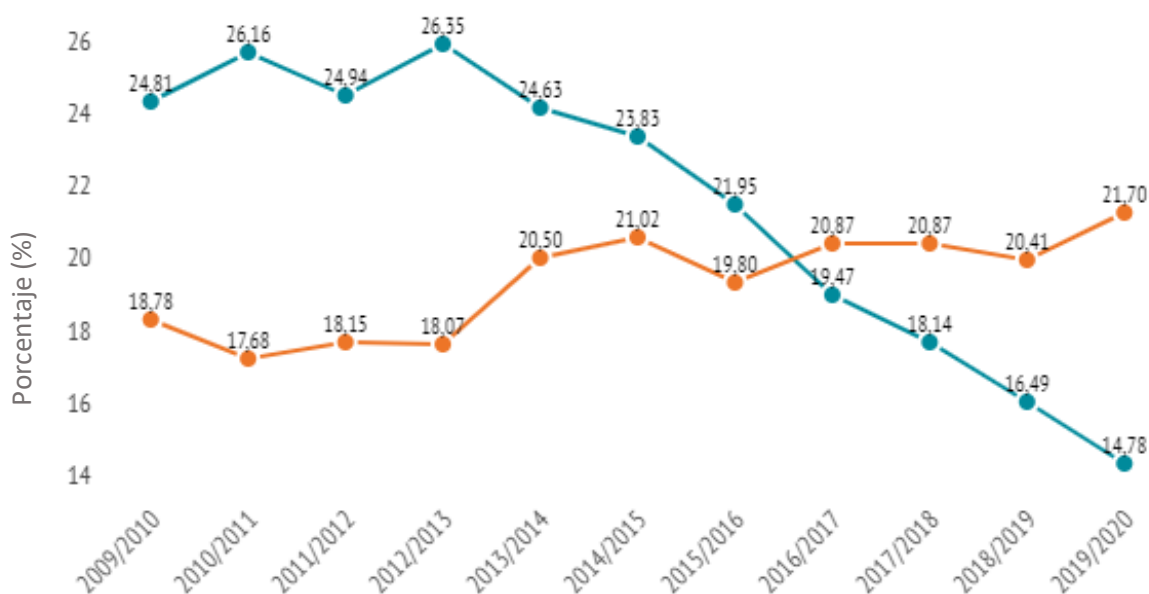


Gráfico 14. Peso relativo del tomate y del pimiento sobre el volumen exportado del total de cultivos. Expresado en porcentaje. En azul la evolución del peso relativo del tomate y en naranja el del pimiento. Fuente: Dirección General de Aduanas y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).

1. 1. 6. 3. EXPORTACIONES POR VALOR.

En cuanto al valor de los productos vendidos a otros países, la sandía, el melón y el pepino han sido los tres cultivos con mayores incrementos, con un 16%, 12,2% y 11,3% respectivamente mas que la campaña 2018/2019. Esto es debido a un aumento del precio de venta, ya que el aumento en toneladas no ha sido muy significativo (Cajamar, 2020).

Estos porcentajes son aún mayores si se compara el valor de las exportaciones de la última campaña con las 5 anteriores, llegando a un 37,8% de aumento en sandía, 21,3% en melón y 26,6% en pepino (Cajamar, 2020).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

1. 1. 6. 4. EXPORTACIONES POR PAÍSES.

Los países que más demandan productos agrícolas de Almería en orden decreciente son Alemania, Francia, Reino Unido, Holanda e Italia (ver *Gráfico 15*), superando las cien mil toneladas exportadas en cada caso (ver *Tabla 3*) (Cajamar,2020).

En la campaña 2019/2020, Reino Unido fue el país con el mayor aumento en la demanda de productos con 11% más que en la campaña precedente. La incógnita reside en si el aumento de demanda de este país va a continuar creciendo, como lleva sucediendo desde hace 10 años, tras la salida de la Unión Europea (Cajamar,2020).

De estos países mencionados, Francia es el único al que se ha exportado una cantidad inferior a la de la campaña anterior, exactamente un 5,1% menos (Cajamar,2020).

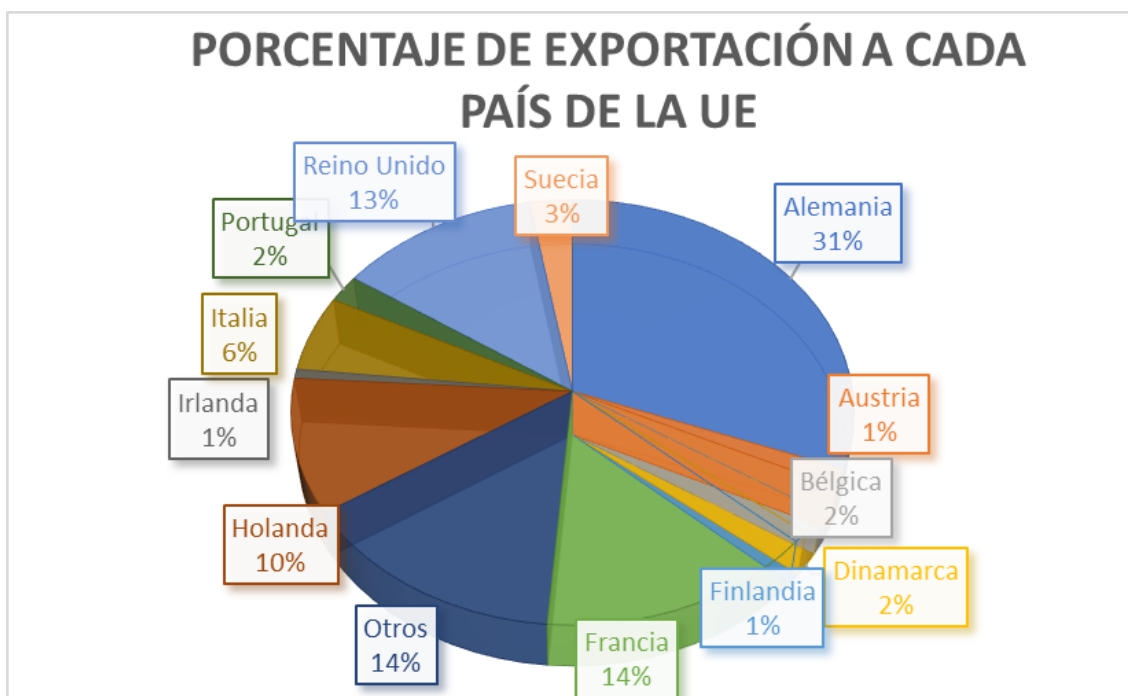


Gráfico 15. Porcentaje de exportación desde Almería a cada país de la UE. Fuente: elaboración propia a partir de datos de Dirección General de Aduanas y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.



Gráfico 16. Toneladas exportadas de productos agrícolas desde Almería. En toneladas. Fuente: elaboración propia a partir de datos de Dirección General de Aduanas y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).

Tabla 4. Toneladas exportadas desde Almería en la campaña 2019/2020. Fuente: elaboración propia a partir de datos de la Dirección General de Aduanas y Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar (2020).

País	Toneladas exportadas
Alemania	838.303
Austria	35.549
Bélgica	55.288
Dinamarca	45.698
Finlandia	399.439
Francia	1.216
Grecia	278.967
Holanda	18.418
Irlanda	157.828
Italia	1.108

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Luxemburgo	57.520
Portugal	344.671
Reino Unido	74.799
Suecia	393.745
Total exportado	2.723.195

Fuera de la Unión Europea, las ventas son insignificantes con respecto al total exportado desde la provincia, sin embargo, las toneladas comercializadas han aumentado un 45,4% en los últimos 5 años (Cajamar,2020).

1. 1. 7. INTERÉS DEL ESTUDIO.

Las empresas comercializadoras muestran un grandísimo interés en los gustos y preferencias de los consumidores, así como de los estándares de calidad que ellos consideran aceptables. De esta manera, las empresas adoptan sistemas de calidad que, además, transmiten a los productores, dándoles a conocer las exigencias del mercado. Los productores, por lo tanto, adoptan también sistemas de calidad que garantizan una notable seguridad alimentaria y una alta calidad de producto, lo que hace que los consumidores estén dispuestos a comprar con mayor satisfacción (Calatrava, 2005).

La globalización del mercado y la competencia entre distribuidores intra y extracomunitarios hace que sea casi obligatorio estar en constante innovación para aportar un valor añadido a los productos y adaptarse a las exigencias del mercado, para mantener así el liderazgo español en este sector y, en la medida de lo posible, poder aumentar las ventas y abrir nuevas fronteras (Gómez, 2004).

Para una mayor rentabilidad y una disminución de pérdidas tanto energéticas como económicas, es bastante inteligente aminorar las pérdidas en poscosecha, teniendo en cuenta a su vez el aumento de producción por unidad de superficie. Para lo primero, es conveniente que, en todas las etapas de la cadena de comercialización, desde la producción y el almacenaje hasta el transporte y distribución, se conozcan y tengan en cuenta todos los factores que evitan o retrasan el deterioro de los frutos para poder aplicar así las técnicas que mejoran la calidad poscosecha (Artés *et al.*, 2004).

Para alargar la vida poscosecha de los productos hortícolas es necesario conocer el origen de las causas de su deterioro, que hacen que no sea posible su comercialización. Una vez conocidas las causas es necesario desarrollar métodos que impidan este deterioro o que hagan que éste se produzca en un mayor plazo de tiempo, teniendo más posibilidades de ser aceptado por los compradores y/o consumidores, todo ello teniendo un coste aceptable y que no ponga en riesgo la rentabilidad del producto (Wills *et al.*, 1998).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Uno de los factores más importantes es la obtención de información sobre la opinión de los consumidores sobre las virtudes y desventajas de los frutos, pudiendo adaptarse así a las nuevas corrientes de consumo (Plannells *et al.*, 2005).

El principal problema que tiene el pepino en su vida poscosecha es la pérdida de agua por respiración y transpiración. Esto provoca una pérdida de turgencia por la falta de agua, arrugamiento y hundimientos en la epidermis (Walter *et al.*, 1990).

Lo que se hace hasta ahora es el envasado de los frutos en plástico retractilado para reducir considerablemente la pérdida de agua y sus consecuencias (Owoyemi *et al.*, 2021). Esta técnica es muy efectiva, pero tiene el inconveniente de que el plástico es un contaminante que afecta a nivel mundial y tiene una lenta degradación, que supone la acumulación de microplásticos en los ecosistemas, encontrándose recientemente en el estómago de animales marinos y aves, produciendo miles de muertes al año de estos animales, pudiendo incorporarse a la cadena alimenticia de determinadas especies (Segura *et al.*, 2007).

Para abordar este problema de contaminación, más de 400 organizaciones han firmado el Compromiso Global de la Nueva Economía del Plástico, que respalda una visión común de una economía circular en la cual, a partir de 2025, todos los envases serán reutilizables, reciclables o compostables (Ellen *et al.*, 2019)

Es por esto por lo que la Unión Europea se decanta por reducir al máximo el uso de plástico, sobre todo el de un solo uso (Parlamento, 2019). Cada vez serán más y más los países que sigan esta corriente benefactora para el medio ambiente según marcan los objetivos del Parlamento Europeo, por lo que las cadenas comercializadoras tienen que adaptarse a ello y encontrar formas efectivas y rentables de conservación de los frutos.

Algunas cadenas de supermercados también se están concienciando cada vez más con este problema y están adoptando medidas alternativas al plástico o, en el caso de no haber, el uso de plástico reciclado o recipientes que se puedan reutilizar. Aunque en el caso del envasado de frutas y hortalizas se está optando por no realizarse, tal y como lleva a cabo la mayor red de comercio minorista de Alemania Edeka, entre otras cadenas de supermercados (Marketing, 2019). Estas campañas de eliminación del plástico se desarrollan con más intensidad en el Norte y centro de Europa, siendo de menor intensidad en España, tal y como muestra GreenPeace (2019) en su ranking de supermercados según su huella plástica.

Las casas de semillas se unen a este reto en la medida en la que pueden actuar, intentando conseguir variedades que sean más resistentes a las causas de rechazo de productos por parte de los consumidores.

Otro de los parámetros de calidad del pepino es el color. Los compradores demandan frutos de color verde o verde intenso, ya que produce una sensación de mayor frescura, en cambio, la amarillez del fruto indica su madurez fisiológica. Teniendo en cuenta que el pepino es una hortaliza de consumo en verde, la amarillez es un factor negativo en cuanto a su venta

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

ya que no se consume en este estado de madurez. No solo es una cuestión de color, sino que también cambia su sabor. La degradación de las clorofilas y la producción de xantofilas afectan negativamente a la calidad poscosecha (Suslow *et al.*, 1997). Por lo que es de gran importancia la obtención de variedades que retrasen y eliminen la amarillez de sus frutos.

Es por esto por lo que este estudio tiene una gran importancia a nivel comercial y de producción, ya que sirve para conocer las características de las distintas variedades y saber si se adaptan a los requerimientos que demandan los comercializadores y productores, sirviendo de gran ayuda además a las empresas de semillas que investigan en la obtención de nuevas variedades adaptadas a los cánones de consumo actuales.

1. 1. 8. PERSPECTIVAS FUTURAS.

Con todas las cifras expuestas anteriormente sobre los buenos datos que está obteniendo la comercialización de pepino en el Sureste español, las empresas no dudan en invertir en este producto para la continua innovación y mejora de sus características comerciales.

Las casas de semillas están investigando en variedades que posean un color de fruto más intenso y oscuro, tal y como se puede ver en la descripción de los productos de la gran mayoría de empresas de este sector, para retrasar el amarilleo y evitar el uso de plástico, tal y como apunta la revista F&H, una de las revistas líderes del sector hortícola.

Otras líneas de investigación apuntan a recubrimientos compostables que posean la misma eficacia que el plástico, pero sin suponer una fuente de contaminación (Khalil *et al.*, 2018). Estos recubrimientos pueden ser polímeros biodegradables o diferentes aceites de origen natural (Kahramanoglu *et al.*, 2019). Las líneas de investigación abiertas son muchas y con una gran variedad de materiales diferentes.

1. 1. 9. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

De forma general, la finalidad de este trabajo de investigación es evaluar la calidad en el momento de la cosecha y en poscosecha de los frutos de pepino tipo LET de distintas variedades procedentes de varias casas de semillas. Además de comparar la vida comercial de estas variedades con los frutos envueltos en plástico retractilado y sin envolver para establecer la diferencia entre ellas y juzgar su utilidad. Para ello, se ha trabajado en distintos objetivos concretos:

- Evaluación del peso de los frutos el mismo día de la recolección y en poscosecha, así como el porcentaje de pérdida de peso durante ese periodo de tiempo.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

- Evaluación de los parámetros L^* , a^* , b^* , C y h de los espacios de color CIEL*a*b* y CIEL*C*h* de los frutos en el mismo día de la recolección y en poscosecha, para relacionar el color del fruto, tanto externo como interno, en el día de la cosecha con la vida comercial del mismo.
- Cuantificación de la resistencia a la penetración de los frutos en el mismo día de la recolección y en poscosecha para conocer los valores a partir de los cuales el fruto deja de ser comercial basándonos en este parámetro.
- Evaluación del contenido en sólidos solubles totales (SST) de los frutos en el mismo día de la recolección y en poscosecha.
- Evaluación del peso seco de los frutos o porcentaje de agua presente en los mismos.
- Identificar los cultivares con mejor probabilidad de comercialización.
- Evaluar el efecto de la probabilidad de comercialización asociada al uso de pepino retractilado.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

1. 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

1. 2. 1. PROPIEDADES DEL PEPINO.

El pepino es un fruto que se consume verde, es decir, se recolecta y consume antes de alcanzar la madurez fisiológica (Barraza-Álvarez, 2015).

Se trata de un fruto no climatérico muy sensible al etileno. Esta sensibilidad se traduce en que a concentraciones bajas (1 – 5 ppm) de esta fitohormona se produce un amarilleo precoz de los frutos, así como pudriciones de los mismos. Por esta razón, no es conveniente transportar estos frutos junto con tomates o melones en la misma cámara, hecho a tener muy en cuenta en la provincia de Almería, desde donde se distribuye toda esta variedad de frutos. Aunque también hay que tener en cuenta que el pepino produce etileno a concentraciones muy bajas, con una tasa de producción de 0,1 – 1,0 $\mu\text{l} / \text{kg}\cdot\text{h}$ a 20°C (Suslow *et al.*, 2013).

La respiración de este fruto aumenta de manera considerable a partir de los 10 °C, aunque también depende del estado de madurez o desarrollo, ya que los frutos menos maduros presentan una mayor tasa de respiración. A continuación, se presenta la *Tabla 5* en la que se muestran las diferentes tasas de respiración en función de la temperatura.

Tabla 5. Tasa de respiración de los frutos de pepino a diferentes temperaturas. Fuente: elaboración propia a partir de datos de Suslow et al., 2013.

Temperatura (°C)	10	15	20	25
mL CO ₂ /Kg·h	12 – 15	12 – 17	7 – 24	10 – 26

Este fruto está compuesto principalmente por agua (entorno al 95%) y contiene, de manera general, un 3,6% de hidratos de carbono, un 0,65% de proteínas y alrededor de 150 kcal·kg⁻¹ (Tsuchida *et al.*, 2010). Además, presenta la siguiente cantidad de minerales: calcio (20 mg/100 g), fósforo (22 mg/100 g), hierro (0,3 mg/100 g); vitaminas A (17 $\mu\text{L}/100$ g), B1 (0,03 mg/100 g), B2 (0,04 mg/100 g), C (12,6 mg/100 g), miosina (0,09 mg/100 g); fibra (0,4 g/100 g) y ceniza (0,4 g/100 g) (Hidalgo-Rosas, 2020).

1. 2. 2. TIPOS VARIETALES DE PEPINO PARA CONSUMO EN FRESCO.

La siguiente clasificación se basa en la longitud de los frutos principalmente:

- Pepino largo, también llamado tipo “holandés”, tipo “Almería” o tipo LET (Long European Type).

Este tipo de frutos son muy largos, con una longitud normalmente superior a los 25 cm, hasta unos 40 cm. Tienen un peso medio de 400 – 500 gramos y un diámetro medio de 4 cm. Dependiendo de la variedad, nos podemos encontrar unos más lisos y

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

otros más asurcados, sin espinas y con 1 ó 2 frutos por axila. El sabor es más suave que el del resto de tipos. Los que se emplean con mayor frecuencia son híbridos ginoicos con frutos partenocárpicos. Las plantas de este tipo suelen ser muy vegetativas y con grandes hojas. Es el tipo más cultivado en invernadero y su finalidad suele el mercado exterior (Reche, 2011).

- Pepino medio, también llamado tipo “francés”, tipo americano o “slicer”.

Los frutos de este tipo son algo más cortos que los anteriores, tienen una longitud media comprendida entre 20 – 25 cm, aunque hay variedades con frutos de menor longitud, un peso medio de 300 – 400 gramos y un diámetro de entre 3 y 5 cm. Algunas variedades presentan espinas. Hay variedades monoicas y ginoicas, con 1 ó 2 frutos partenocárpicos por axila. El color puede ser verde oscuro o verde brillante y el sabor puede ser algo amargo. El destino principal de este tipo es el mercado interior (Reche, 2011).

- Pepino corto o pepino “español”.

Este tipo de pepino tiene una longitud inferior a 15 – 20 cm. También puede recibir el nombre de pepinillo cuando los frutos son de menor tamaño, estos se suelen utilizar para encurtidos. La pulpa es consistente, blanquecina y con un toque amarillento en los bordes. El color de la epidermis puede ser verde oscuro, verde muy oscuro o verde brillante. La forma del fruto es recta, cilíndrica en su parte central, pueden tener o no espinas y suele haber un fruto o dos por axila. Las variedades existentes pueden ser monoicas, ginoicas con polinización y ginoicas partenocárpicas. El destino de estos productos suele ser el mercado interior (Reche, 2011).

- Pepino tipo “mini” o tipo Beit Alpha.

Este tipo de pepino se caracteriza por tolerar un rango más amplio de temperaturas, normalmente entre 10 y 40 °C (Lamb *et al.*, 2001). Los frutos son más cortos, con una longitud media entre 16 y 19 cm y un diámetro medio de 4 cm, con un peso medio comprendido entre 130 y 300 gramos, debido a la diversidad de tamaños entre variedades de pepinos de este tipo (Chacón-Padilla *et al.*, 2017).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

1. 2. 3. FACTORES QUE AFECTAN A LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LOS FRUTOS DE PEPINO.

Las características más generales sobre calidad del pepino son la firmeza, el tamaño, la ausencia de marcas o cicatrices, así como, de pudriciones o amarilleamiento; que el color de la piel sea verde oscuro, que la forma de los frutos sea recta y uniforme y el arrugamiento debido a la pérdida de agua por el gradiente de presión que hay entre el interior y el exterior de la membrana del fruto (Suslow *et al.*, 2013; Galiotta *et al.*, 2004). A continuación, se presentan los principales factores que afectan en la consecución de estas características.

1. 2. 3. 1. FACTORES RELACIONADOS CON PARÁMETROS CLIMÁTICOS.

1. 2. 3. 1. 1. TEMPERATURA DIURNA Y NOCTURNA.

La temperatura es un factor clave durante todo el proceso productivo de cualquier hortícola. En el caso del pepino, las temperaturas recomendadas para los diferentes estadios de desarrollo de las plantas se muestran en la *Tabla 6*.

Tabla 6. Temperaturas recomendadas para los diferentes estadios de desarrollo de las plantas de pepino. Elaboración propia a partir de datos de Camacho, 2003.

	Temperatura diurna (°C)	Temperatura nocturna (°C)
Germinación	27	27
Desarrollo vegetativo	21	19
Desarrollo de frutos	19	16

De manera general, las temperaturas comprendidas entre 20°C y 30°C durante el día no afectan notoriamente a la producción, aunque cuanto más cercana sea a 25°C mayor es la producción precoz. Por encima de 30°C empiezan a producirse desequilibrios en las plantas, y por debajo de 17°C por la noche se pueden apreciar malformaciones en hojas y frutos, siendo estos defectuosos y no aptos para su comercialización (Camacho, 2003).

Como temperatura mínima crítica se puede considerar 12°C y cuando cae por debajo de 1°C la planta se hiela y muere. Para combatir las bajas temperaturas se considera útil la utilización de dobles techos, ya que, aparte de provocar un aumento de temperatura, también aumenta la producción. En la situación contraria, para disminuir las altas temperaturas diurnas en los meses de mayor radiación, lo más utilizado es el encalado de la cubierta (Camacho, 2003).

En relación a la poscosecha, un mayor control de la temperatura durante el cultivo hace que la vida comercial se alargue, ya que se mejora la evolución de la firmeza del fruto, se retrasa la aparición del amarilleo y aparecen menos pudriciones que en los frutos de plantas cultivadas sin control o con menos control climático (Ekman *et al.*, 2009).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

1. 2. 3. 1. 2. HUMEDAD RELATIVA (HR).

La humedad relativa es un parámetro muy importante en este cultivo, ya que esta planta demanda una humedad relativamente alta durante todo el ciclo. En la *tabla 7* se muestran los valores de humedad óptimos y críticos durante el día y la noche.

Tabla 7. Valores críticos y óptimos de humedad relativa para el cultivo de pepino. Elaboración propia a partir de datos de Camacho (2003).

	HR diurna (%)	HR nocturna (%)
Óptima	60 – 70	70 – 90
Crítica	>40	>90

Un exceso de humedad durante el día tiene el inconveniente de que reduce la transpiración de la planta y, por ende, la fotosíntesis, lo que implicaría también una reducción de la producción. Esta situación no es muy común ya que la mayoría de los invernaderos de la zona no poseen equipos de humectación y no es frecuente que suela ocurrir de manera natural, pero es un detalle a tener en cuenta (Camacho, 2003).

1. 2. 3. 1. 3. RADIACIÓN Y LUMINOSIDAD.

En este aspecto, este cultivo no es tan exigente ya que estas plantas pueden desarrollarse y producir con normalidad incluso en días cortos (con una duración de luz inferior 12 horas), además de soportar bastante bien intensidades altas de radiación, de hecho, según un estudio de la Estación Experimental de Cajamar “Las Palmerillas” se concluyó que, a mayor radiación, mayor era la producción y esta era de mejor calidad (Camacho, 2003).

1. 2. 3. 2. FISIOPATÍAS EN FRUTOS.

1. 2. 3. 2. 1. RAYADO DE LOS FRUTOS.

Se trata de pequeñas rajadas superficiales de poca profundidad que cicatrizan con rapidez. A esta fisiopatía también se le conoce como “piel de lagarto” (ver *Ilustración 1*). No genera podredumbre, pero deprecia el valor del fruto. Se produce cuando las temperaturas son muy bajas y cuando hay cambios bruscos de humedad y/o temperatura entre el día y la noche (Camacho, 2003).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.



Ilustración 1. Ejemplo de piel de lagarto o rajado de frutos de pepino. Fuente: <http://lechugaalabarces.blogspot.com/2015/07/piel-de-lagarto-en-pepino-holandes.html>

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

1. 2. 3. 2. 2. CURVADO Y ESTRECHAMIENTO DE LA PUNTA DE LOS FRUTOS.

La causa de esta fisiopatía puede ser muy variada, puede ser debido a una inadecuada fertilización, falta de agua, salinidad, afección de trips, temperatura elevada o exceso de producción (Camacho, 2003) (ver *Ilustración 2*).



Ilustración 2. Ejemplo de estrechamiento y curvado de la punta del fruto de pepino. Fuente: www.infoagro.com

1. 2. 3. 2. 3. ANIEBLADO DE FRUTOS.

En este caso, los frutos recién cuajados se vuelven amarillos, se arrugan y abortan. Esta fisiopatía ocurre de manera natural cuando la carga productiva de la planta es superior a la que puede soportar, aunque también se puede deber a una falta de agua y/o nutrientes (Camacho, 2003).

1. 2. 3. 2. 4. AMARILLO DE FRUTOS.

Consiste en una coloración amarilla del fruto debido a su maduración fisiológica (*Ilustración 3*).

El problema está cuando esta maduración se produce en frutos de pequeño tamaño. Suele ser habitual en periodos fríos, debido a que la planta reduce su metabolismo y el fruto

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

es incapaz de desarrollarse exitosamente debido a que madura de manera anticipada. Otras causas de amarilleo pueden ser:

- Exceso de nitrógeno.

En este caso la planta tiene un gran crecimiento vegetativo y los frutos tienen un gran tamaño, pero con un color verde pálido o con tonos amarillentos (Camacho, 2003).

- Falta de luz.

Esto impide que se forme la suficiente cantidad de clorofila, lo que provoca que se formen frutos pálidos y sin brillo (Camacho, 2003).

- Exceso de potasio.

El exceso de potasio en la planta hace que el fruto comience a desarrollarse con un color verde muy intenso, pero madura muy rápido, haciendo que aparezca el color amarillo en la piel antes de alcanzar el tamaño comercial (Camacho, 2003).

- Conductividad alta.

La presencia de sales hace que la conductividad alcance valores altos y la planta produce frutos de pequeño tamaño, con la punta estrecha y con una gran tendencia a amarillear de manera precipitada (Camacho, 2003).

- Deshidratación.

Las fuertes deshidrataciones hacen que los frutos se endurezcan y maduren rápidamente (Camacho, 2003).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.



Ilustración 3. Fruto con amarilleamiento en la zona del pedúnculo. Fuente: elaboración propia.

1. 2. 3. 3. PLAGAS QUE AFECTAN A LA CALIDAD DE LOS FRUTOS DE PEPINO.

1. 2. 3. 3. 1. MOSCA BLANCA (*Bemisia tabaci*).

Esta plaga afecta de manera indirecta a la calidad de los frutos. Por una parte, la melaza excretada por este hemíptero hace que se asiente el hongo de la negrilla o fumagina (*Capnodium sp.*) tanto en las hojas como en los frutos, haciendo que pierda valor comercial y, por otro lado, este insecto es un vector del virus del amarilleamiento del pepino (CVYV – Cucumber vein yellowing virus) (Camacho, 2003).

1. 2. 3. 3. 2. TRIPS (*Frankliniella occidentalis*).

Las picaduras de este tisanóptero producen frutos con formas irregulares y curvados, haciendo que pierdan su valor comercial (Camacho, 2003) (ver *Ilustración 4*).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.



Ilustración 4. Ejemplo de fruto curvado debido a la picadura de trips. Fuente: <https://www.tipsytemasagronicos.com/frutos-curvados-o-chuecos-trips-en/>

1. 2. 3. 3. 3. ROSQUILLA VERDE (*Spodoptera exigua*).

Los síntomas de esta plaga en los frutos de pepino se observan como comeduras en la piel en forma de hendiduras superficiales (Camacho, 2003) (Ilustración 5).

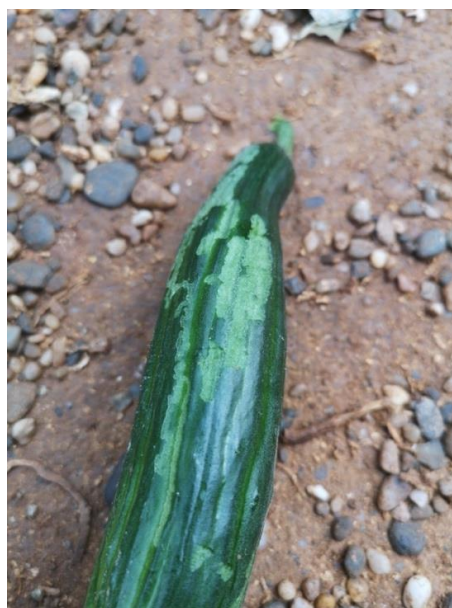


Ilustración 5. Fruto con comeduras de rosquilla verde. Fuente: elaboración propia.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

1. 2. 4. NORMAS DE CALIDAD DEL PEPINO.

1. 2. 4. 1. PARÁMETROS DE VALORACIÓN DE LA CALIDAD.

1. 2. 4. 1. 1. SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST) O °BRIX.

Después de la recolección de los frutos, la tasa de respiración aumenta, de esta manera se consumen las reservas de azúcar, ácidos orgánicos y proteínas, interviniendo en la variación de sólidos solubles totales (Vargas, 2007).

La escala Brix se utiliza en el sector de los alimentos para conocer la cantidad de azúcar presente en los zumos o líquidos procedentes de frutas, aunque lo que realmente se está midiendo es el contenido total de sólidos solubles. Este parámetro se utiliza para conocer la maduración de los frutos y su momento óptimo de recolección (Domene *et al.*, 2014).

La cuantificación de los °Brix se realiza mediante un refractómetro, aparato que mide este fenómeno. La refracción consiste en el cambio de dirección que sufre un rayo de luz al pasar por diferentes medios con índices de propagación distintos. Lo que mide el refractómetro es el ángulo del ángulo refractado o ángulo crítico (*ver Ilustración 6*). La relación que existe entre los °Brix y la cantidad de SST es la siguiente: 1° Brix es la densidad de una disolución de sacarosa al 1% en peso y a esta disolución le corresponde un índice de refracción, de esta manera se puede relacionar el porcentaje de SST y °Brix. Todos estos aparatos disponen de compensación automática de temperatura para que esta no interfiera en el valor medido (Domene *et al.*, 2014; Fundación Cajamar, 2014).

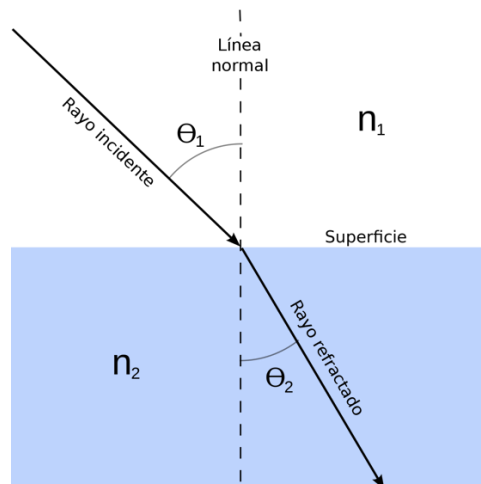


Ilustración 6. Explicación gráfica del fenómeno de refracción. Fuente: www.wikipedia.org

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

1. 2. 4. 1. 2. COLOR.

El color del fruto se considera como un parámetro de calidad debido a que un color verde intenso provoca una mayor sensación de frescura, por lo tanto, este parámetro afecta a la comercialización del fruto (Chen *et al.*, 2021).

Al tratarse de un fruto que pierde intensidad de verde y tiende al amarilleamiento al disminuir el contenido de clorofila, los frutos con un color verde intenso son más interesantes para la comercialización debido a que tardan más en perder el color verde y, por lo tanto, pueden tener una vida comercial superior (Mattsson *et al.*, 1996; Chen *et al.*, 2021).

Los pigmentos principales que determinan el color de esta cucurbitácea son los carotenoides, flavonoides, antocianinas y clorofilas (Hanquiang *et al.*, 2016).

1. 2. 4. 1. 3. FIRMEZA.

La firmeza es una característica importante en la evaluación de la calidad de los frutos, ya que es determinante en la aceptación por parte del consumidor (Pereira *et al.*, 2021). Depende de la turgencia, cohesión, forma y tamaño de las células que conforman la estructura de la pared celular, como son la hemicelulosa, la celulosa y la pectina. Además, también influye el estado de madurez del fruto y el tiempo transcurrido desde la cosecha, ya que la firmeza disminuye con el tiempo. Este ablandamiento aumenta la sensibilidad a los daños mecánicos y al ataque de hongos (Domene, 2019).

1. 2. 4. 1. 4. MATERIA SECA.

La importancia de este parámetro reside en que con él se puede estimar la durabilidad en poscosecha de los frutos siendo comerciales, además de porque es un parámetro más estable que el peso fresco (Valverde *et al.*, 2021; Domene *et al.*, 2014).

Para la medición de este parámetro hay que tener en cuenta que en ocasiones es complicado eliminar completamente el contenido de humedad mediante secado, si la temperatura es demasiado elevada se pueden volatilizar otras sustancias (Domene *et al.*, 2014), es por esto por lo que se establecen procedimientos estandarizados, aparte de para seguir siempre el mismo patrón, como el utilizado en el presente estudio.

La determinación de la materia seca mediante la utilización de una estufa se basa en la pérdida de peso de la muestra debido a la evaporación del agua contenida en ella, por eso hay que pesar la muestra fresca y, después, pesarla cuando esté seca hasta que el peso sea constante (Domene *et al.*, 2014).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Normalmente, la temperatura que se utiliza para este proceso es de 70°C para no degradar la materia y es recomendable que la estufa sea de aire forzado para facilitar la evaporación del agua (Domene *et al.*, 2014).

Según Domene *et al.* (2014) el fruto de pepino tiene un porcentaje de agua del 95,93% \pm 0,18.

1. 2. 4. 1. 5. ASPECTO VISUAL.

Para la comercialización de los frutos es imprescindible que estos carezcan de daños físicos, daños producidos por plagas o alteraciones debidas a enfermedades, no solo por la apariencia, sino también para reducir o evitar la afección de otras enfermedades o infecciones fúngicas (Mossa *et al.*, 2021), ya que, por ejemplo, en Europa representan un 36% de pérdidas de frutos después de la recolección hasta que llega al consumidor (Gustavsson *et al.*, 2012 citado por Díaz-Pérez *et al.*, 2019).

1. 2. 4. 2. CLASIFICACIÓN DE LOS FRUTOS DE PEPINO EN FUNCIÓN DE LA CALIDAD.

Las normas de calidad que deben cumplir los frutos de pepino, así como su clasificación, vienen recogidas en el Reglamento (CEE) nº 1677/88 de la Comisión, de 15 de junio de 1988. En este documento se detallan las normas de comercialización de los pepinos (ver Anejo 1). Las disposiciones generales de esta norma vienen recogidas en la *Tabla 8*.

Este documento sirve como referencia para las distintas empresas del sector dedicadas a la comercialización de productos hortícolas, como pueden ser alhóndigas, cooperativas agrícolas y demás empresas dedicadas a la comercialización.

Un ejemplo de ello es la empresa comercializadora Fruteco, cuyas normas de calidad vienen reflejadas en la *Tabla 9*, y se puede ver como se basan en el reglamento anteriormente mencionado.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 8. Parámetros más relevantes del Reglamento CEE Nº 1677/88 de la Comisión Europea.

CEE Nº 1677/88		
Definición del producto	Pepinos procedentes de <i>Cucumis Sativus</i> L. en fresco.	
Características mínimas de calidad	<ul style="list-style-type: none"> • Frutos enteros. • Frutos sanos, se excluyen frutos podridos o con alteraciones inapropiadas para su consumo. • Aspecto fresco. • Firmeza adecuada. • Frutos limpios. • Sin parásitos ni daños provocados por los mismos. • Estar exentos de humedad exterior anormal. • Estar exentos de olores y/o sabores anormales. • Estar suficientemente desarrollados, pero con las semillas tiernas. • Estar en un estado que permita su transporte y manipulación. • Peso mínimo de frutos cultivados bajo protección 250 gramos. 	
Categoría extra	<ul style="list-style-type: none"> • Bien desarrollados. • Bien formados y prácticamente rectos (altura máxima de arco: 10 mm por cada 10 cm de longitud del fruto). • Poseer el color característico de la variedad. • Ausencia de defectos, incluidas las deformaciones y el desarrollo de semillas. • Longitud mínima de 25 cm para frutos que pesen entre 250 y 500 gramos. • Longitud mínima de 30 cm para frutos que pesen más de 500 gramos. 	
Categoría I	Aptos	<ul style="list-style-type: none"> • Suficientemente desarrollados. • Buena formación y prácticamente rectos (altura máxima de arco: 10 mm por cada 10 cm de longitud del fruto). • Longitud mínima de 25 cm para frutos que pesen entre 250 y 500 gramos. • Longitud mínima de 30 cm para frutos que pesen más de 500 gramos.
	Defectos admitidos	<ul style="list-style-type: none"> • Ligera deformación. • Ligero defecto de color. • Ligeros roces debidos a la manipulación, siempre que estén cicatrizados.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Categoría II	Pepinos rectos y ligeramente curvados.	<ul style="list-style-type: none"> • Frutos con deformaciones no debidas a un desarrollo avanzado de las semillas. • Presencia de heridas cicatrizadas. • Ligeros daños debidos a la manipulación. • Pepinos ligeramente curvados con un arco de 20 mm de altura máxima por cada 10 cm de longitud.
	Pepinos curvados.	<ul style="list-style-type: none"> • Se aceptan si presentan defectos muy leves de coloración.
Categoría III	Los pepinos curvados pueden presentar todos los defectos admitidos en la categoría II para los pepinos rectos y ligeramente curvados. Deben acondicionarse aparte.	
Tolerancias de calidad	Categoría Extra	Un 5% en número de pepinos que no correspondan con las características de la categoría, pero que se ajusten a las de la categoría I.
	Categoría I	Un 10% en número de pepinos que no correspondan con las características de la categoría, pero que se ajusten a las de la categoría II.
	Categoría II	Un 10% en número de pepinos que no correspondan con las características de la categoría ni a las características mínimas, con excepción de frutos podridos o con otra alteración que impida su consumo. Un 2% puede presentar una porción terminal con sabor amargo.
	Categoría III	Un 15% en número de pepinos que no correspondan con las características de la categoría ni a las características mínimas, con excepción de frutos podridos o con otra alteración que impida su consumo. Un 4% puede presentar una porción terminal con sabor amargo.
Tolerancias de calibre.	Un 10% en número de pepinos que no se ajusten a las normas fijadas para el calibrado. No obstante, esta tolerancia es aplicable a los productos cuyas dimensiones y peso se desvíen, como máximo, un 10% de los límites fijados.	

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 9. Principales normas de categoría y calidad del pepino de Fruteco.

Normas de categoría y calidad del pepino de Fruteco.	
Categoría Extra	<ul style="list-style-type: none"> • Los pepinos que pesen entre 500 y 750 gramos se consideran categoría Extra, siempre que cumplan las condiciones de calidad de la categoría I. • Tolerancia de calidad y calibre de hasta un 10% de pepinos clasificados en la categoría I.
Categoría I	<ul style="list-style-type: none"> • Frutos con forma y color adecuados. • Suficientemente desarrollados. • Deben tener una altura máxima de arco de 10 mm por cada 10 cm de longitud del fruto. • Tolerancia de calidad y calibre de hasta un 10% de pepinos clasificados en la categoría II.
Categoría II	<p>Pepinos rectos que presenten los siguientes defectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deformaciones que no sean debidas al desarrollo de las semillas. • Defectos de coloración que no superen un tercio de la superficie. • Pequeñas heridas cicatrizadas. • Un arco de altura máxima de 10 mm por cada 10 cm de longitud. Excepto si solo presenta defectos muy leves de coloración.

1. 2. 5. EL PLÁSTICO EN LA AGRICULTURA.

En agricultura, la utilización de plástico es ingente, de hecho, el sector agrícola es uno de los 10 primeros en su uso a nivel global (Aevae, 2020) y el quinto a nivel nacional (Futurcrop, 2018). Uno de los mejores ejemplos de este hecho es el sistema de producción del Sureste español, que le debe su existencia al plástico.

Los plásticos utilizados en agricultura son polietileno, polipropileno, copolímero etilvinilacetato, policloruro de vinilo, policarbonato y polimetilmetacrilato. La utilización de estos en la agricultura ha contribuido de manera favorable y desfavorable al mismo tiempo. Por una parte, ha ayudado a aumentar las producciones, la calidad de los frutos y ha permitido cultivar frutas y verduras en cualquier época del año, además de reducir el uso de agua, pero, por otra parte, ha aumentado también la contaminación al ser un material con una lenta degradación (PlasticsEurope, 2021).

La utilización del plástico en la agricultura hace que se optimice el uso del agua, hasta el punto de poder cultivar en regiones desérticas. Por ejemplo, el riego mediante tubos o tuberías hace que no se pierda una parte del agua por evaporación o por otras causas, la utilización de depósitos hace que se pueda recoger el agua de lluvia, la utilización de cubiertas plásticas de cultivos, como invernaderos o túneles, hace que el alcance de pesticidas no

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

sobrepase los límites de la parcela, reduciendo las emisiones de pesticidas a la atmósfera, las cubiertas para mantillo reducen la evaporación del agua desde el suelo y, también, la aparición de hierbas no deseadas. Asimismo, también existen materiales para el transporte, manipulación y recogida de los frutos como cajas, cajones y baúles; cintas, cuerdas, hilos para sujetar las plantas y otras utilidades; mallas para proporcionar sombra, evitar el paso de animales, frenar el viento, etc.; macetas y bandejas de propagación; tanques para el transporte y almacenamiento de fertilizantes; aplicadores de productos químicos (PlasticsEurope, 2021; Aristegui, 2017).

Otro uso que se le da al plástico en agricultura es la envoltura de frutos, el tema principal de este estudio. La importancia de usar plástico dándole este uso se justifica debido a que las frutas y verduras son alimentos muy perecederos, con una vida útil relativamente corta (Kader, 2002b). De hecho, según un informe de FAO, entorno al 30% de los alimentos producidos a nivel global no llega a consumirse (FAO, 2011). De esa cantidad de alimentos, el 44% son frutas y verduras (Lipinski *et al.*, 2013). Además, FAO también expuso que, de todas las frutas y verduras producidas en el mundo, entre el 44 y el 55% son pérdidas durante la cadena de suministro (FAO, 2011). Por lo tanto, la función básica del recubrimiento plástico es conservar la calidad y frescura de los frutos, retrasando el proceso de senescencia para conseguir que tenga una vida comercial más duradera y reducir el desperdicio de frutos (Owoyemi *et al.*, 2021; Kader *et al.*, 1989).

1. 2. 6. POSCOSECHA DEL PEPINO.

Más del 40% de las pérdidas de frutos se producen después de la cosecha, tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo, aunque cabe destacar que en los países desarrollados la mayor parte de las pérdidas se producen en los supermercados y diferentes puntos de venta y en los hogares, mientras que, en los países en vías de desarrollo, las pérdidas se producen durante las etapas de poscosecha y procesamiento de los frutos (Gustavsson *et al.*, 2012). Además, cuanto mayor es el tiempo que transcurre entre la cosecha de los frutos hasta su consumo, mayores son las pérdidas (Kader, 2008).

De forma general, se realizan tratamientos poscosecha para alargar la vida comercial y reducir el número de frutos que se convierten en no comerciales antes de que lleguen a los supermercados o al punto de venta correspondiente (Singh *et al.*, 2014). El tratamiento más utilizado es la refrigeración en cámaras frigoríficas a una temperatura de entre 10 y 12,5 °C y una humedad relativa entorno al 95% para evitar la deshidratación y senescencia de los frutos (Casaca-Daniel, 2005). Aunque existen otros métodos y se sigue investigando para mejorar los que hay y para descubrir otros nuevos.

Además de los diferentes tratamientos y condiciones de almacenamiento, también es muy importante el tipo de cultivo y la variedad para la determinación de la vida útil de los

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

frutos (Schouten *et al.*, 2004). Por lo tanto, la mejora genética tiene un papel muy importante y constituye una gran alternativa para alargar la vida comercial (Díaz-Pérez *et al.*, 2019).

1. 2. 6. 1. TRATAMIENTOS POSCOSECHA.

1. 2. 6. 1. 1. CONSERVACIÓN A BAJA TEMPERATURA.

Este método es de los más utilizados y con mejores resultados para mantener la calidad de los frutos y hacer que estos perduren más tiempo siendo comerciales (Razavi *et al.*, 2016). Las bajas temperaturas se pueden conseguir introduciendo los frutos en cámaras frigoríficas, por hidrogenfriamiento (utilización de agua fría), con hielo, con vacío o con aire forzado (Kader, 2002a).

1. 2. 6. 1. 2. ATMÓSFERA MODIFICADA.

La atmósfera modificada consiste en alterar la composición de gases del entorno donde se almacenan los frutos con el objetivo de que se mantengan los parámetros de calidad durante más tiempo. Los gases que se controlan y/o utilizan son el nitrógeno (N₂), oxígeno (O₂), monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂), etileno (C₂H₄) y vapor de agua (López, 2020).

1. 2. 6. 1. 3. RECUBRIMIENTOS.

En un principio, el recubrimiento de los frutos servía como protección a daños mecánicos, pero con el tiempo se desarrollaron recubrimientos permeables que permiten la interacción con sustancias producidas por los frutos (Ramos-Hernández, 2015). Por lo que actualmente, la finalidad que tienen es preservar la calidad de los frutos el máximo de tiempo posible y reducir el metabolismo de los mismos (Ruelas-Chacón *et al.*, 2013).

Existen diferentes tipos de recubrimientos como hidrocoloides, plastificantes, aditivos y compuestos activos, algunos de ellos comestibles, que tienen la finalidad de modificar la atmósfera en la que se encuentra el fruto controlando la transferencia de solutos, solventes y gases, como el oxígeno y el dióxido de carbono. Además, hacer que perdure por más tiempo el nivel de firmeza, brillo y color que presentan los frutos en el momento de la recolección (Quintero *et al.*, 2010; Domínguez *et al.*, 2013). En adición a esto, también permiten el control de algunas fisiopatías y del desarrollo de microorganismos como bacterias (Domínguez *et al.*, 2013).

Los materiales o sustancias utilizadas son muy variados, intentando últimamente que sean biodegradables, comestibles y que proporcionen un valor añadido al fruto, aunque no todos cumplen estas premisas:

- Los recubrimientos comestibles están formados por redes moleculares de polímeros de polisacáridos y proteínas, creando una barrera para el oxígeno y el dióxido de carbono, provocando así la disminución de la respiración de los frutos (Dickinson,

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

2009). Al tratarse de polímeros, estos recubrimientos ayudan a que el fruto no pierda mucha humedad ya que son hidrófobos, por lo tanto, es un buen material para poscosecha, en adición a esto, también mejoran el brillo y reducen la transpiración (Fernández *et al.*, 2015).

- Las ceras y aceites, al ser hidrofóbicas, también se utilizan para recubrir los frutos y reducir la pérdida de humedad en poscosecha, aumentando el brillo de los mismos, lo que resulta atractivo para el comprador (Valencia-Chamorro *et al.*, 2016; Elizalde *et al.*, 2017). La desventaja de estos productos es que no tienen una buena resistencia mecánica debido a que no están formados por polímeros (Dhall, 2013). Para reducir este efecto negativo es conveniente recubrir los frutos además con polisacáridos, componiendo un recubrimiento bicapa. La primera capa está formada por la cera o el aceite, reduciendo la pérdida de agua, y la segunda por polisacáridos, que forman una barrera para los gases (Pacheco, 2015). Actualmente, los recubrimientos lipídicos más utilizados son la cera de abeja, cera de carnauba y candelilla, monoglicéridos acetilados, ácidos grasos, triglicéridos, alcoholes grasos y tensoactivos como ésteres de sacarosa (Valencia-Chamorro, 2016). La efectividad de estos recubrimientos ha sido demostrada por Elizalde *et al.* (2017) al comprobar que los frutos de pepino recubiertos con cera perdieron menos agua que el testigo, y Muy-Rangel *et al.* (2004) comprobaron que los frutos recubiertos con cera presentaban una disminución de la firmeza en el doble de tiempo que el testigo.
- Recubrimiento de quitosano. El quitosano se produce por desacetilación de la quitina, tiene propiedades antimicrobianas y es biodegradable. Ya que es un producto abundante y económicamente rentable, es de los productos más utilizados desde hace años (Vargas *et al.*, 2007). Este producto hace que los frutos sean más resistentes a los daños por frío y que se mantenga la calidad poscosecha, la firmeza y el peso durante un periodo más extendido de tiempo (Hashim *et al.*, 2018).

Generalmente, la atmósfera modificada y los recubrimientos no se utilizan en solitario, sino que suelen ir acompañados de bajas temperaturas y algunos aditivos (Kitinoja *et al.*, 2003).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

1. 2. 6. 1. 4. PLÁSTICO RETRACTILADO COMO RECUBRIMIENTO DE LOS FRUTOS DE PEPINO.

Debido a la importancia que tiene el plástico en este estudio se va a describir en un apartado diferente al anterior, aunque también entre dentro de la clasificación de recubrimiento.

El pepino es un fruto que, una vez recolectado, experimenta un proceso de degradación muy rápido debido a cambios metabólicos que producen la muerte de los tejidos y, por tanto, la senescencia de los frutos. Estos cambios químicos y físicos desvalorizan la apariencia de los frutos y deprecian la calidad de estos (Moreno *et al.*, 2013).

El manejo poscosecha es la herramienta que se utiliza para desacelerar este proceso de degradación y hacer que los frutos tengan una mayor vida útil manteniendo la calidad de los mismos durante más tiempo. Uno de los métodos más utilizados en la actualidad es la utilización de plástico retractilado para envolver los frutos. Este procedimiento hace que la pérdida de peso, que es uno de los principales problemas poscosecha de este fruto ya que pierde mucha agua, sea inferior al 1% con la utilización de la película de plástico, mientras que los frutos sin plástico pierden casi el 10%. Además, también muestran mejores resultados de SST, pH y de la relación entre SST y acidez titulable (Moreno *et al.*, 2013).

Los materiales plásticos utilizados normalmente son policloruro de vinilo, polietileno, polipropileno, entre otros, debido a su propiedad de permeabilidad selectiva de gases, que coadyuva a una reducción de oxígeno y un aumento de dióxido de carbono en la atmósfera que se genera entre el fruto y la película plástica, induciendo una minoración de la actividad metabólica (Kader, 2002a).

El inconveniente de este material es la contaminación que provoca debido a su lenta degradación (Xanthos *et al.*, 2017) tal y como ya se ha tratado en el apartado “1. 7. Interés del estudio.”. Por lo tanto, pese a sus grandes virtudes en cuanto a la conservación de la calidad de los frutos y la reducción que provoca en cuanto a pérdidas de alimentos, el inconveniente que presenta tiene demasiada importancia actualmente y, además, puede ser reemplazado por otros materiales compostables, siempre y cuando, el uso de esos embalajes extienda la vida útil del producto al menos el mismo tiempo que lo hace el plástico convencional (Khalil *et al.*, 2018; Wróblewska-Krepsztul *et al.*, 2018; Jamróz *et al.*, 2019). Las alternativas posibles pueden ser los recubrimientos ya mencionados y los tratamientos que se detallan a continuación, además de las nuevas variedades que se están investigando, cuya finalidad es que tengan una vida poscosecha tan amplia como la tendrían con el recubrimiento de plástico.

La multinacional Syngenta ha sido la primera en lanzar al mercado una variedad vendiéndola como una variedad que no necesita plastificado gracias a su gran comportamiento poscosecha (Losilla, 2020). No obstante, esta empresa no es la única en el sector que pretende ofrecer nuevas variedades que no necesiten plástico para su recubrimiento, la empresa holandesa Enza Zaden, entre otras, también lleva tiempo

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

investigando en este tema (Arcos, 2018) y, fruto de estas investigaciones, se ha podido llevar a cabo la presente investigación, ya que esta empresa es la que ha proporcionado la totalidad del material vegetal analizado para obtener conclusiones de los resultados obtenidos en relación a este aspecto.

Es tal la relevancia de este movimiento que se ha creado hashtag #DesnudaLaFruta en redes sociales para inculcar en la sociedad la necesidad de reducir el uso de plástico (Arcos, 2018).

La forma en la que se aplica este recubrimiento es la siguiente: en primer lugar, se colocan los frutos en la cinta transportadora y se hacen pasar por el horno sin las resistencias encendidas, este primer paso se realiza para calibrar la máquina, a continuación, una vez que ya se ha calibrado el horno, se vuelven a pasar los frutos, pero esta vez con las resistencias térmicas encendidas para que el film plástico se ajuste a la forma de los frutos (Novoa, 2019). El plástico es proporcionado por dos bobinas, una en la parte inferior y otra en la parte superior, estas dos partes se unen en la zona de sellado del horno, en la cual también hay un dispositivo de seguridad que evita sobrecalentamientos y posibles daños a los frutos por altas temperaturas (Interempresas, 2003).

Dejando de lado la contaminación que provoca el plástico, la ausencia del mismo como recubrimiento de frutos también supondría una reducción en cuanto a uso de energía, ya que los hornos específicos para aplicar el film tienen importantes requerimientos energéticos, además de la energía y los recursos empleados en fabricar estas máquinas, tal y como señala José Miguel López, presidente de Hortamar, cooperativa especializada en la producción y comercialización de pepinos (Novoa, 2019).

1. 2. 6. 1. 5. ADITIVOS.

Dentro de este apartado es conveniente mencionar al cloruro de calcio (CaCl_2) combinado con ácido salicílico, ya que resulta eficaz contra la pérdida de peso y mantenimiento de la firmeza al controlar la permeabilidad de la membrana y disminuir la tasa de respiración (Gang *et al.*, 2014).

1. 2. 6. 1. 6. TRATAMIENTOS CON AGUA CALIENTE.

Este tipo de tratamientos es de corta duración (5 minutos) y se utiliza agua caliente (55°C) al comienzo del periodo de poscosecha para controlar la descomposición de los frutos, reducir los daños por frío y hacer que la calidad se mantenga durante algo más de tiempo (McCollum *et al.*, 1995; Nasef, 2018), ya que provoca que la pérdida de peso y de firmeza sea menor y mejore la apariencia y el color de los frutos (Amer *et al.*, 2019).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

1. 2. 6. 1. 7. APLICACIÓN DE ÓXIDO NÍTRICO (NO).

Yang *et al.* (2011) comprobaron que la aplicación de NO a 25 $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$ mejora la tolerancia al frío de los pepinos al mejorar el sistema de defensa antioxidante.

1. 2. 6. 1. 8. APLICACIÓN DE ULTRASONIDOS.

Feng *et al.* (2018) demostraron que la aplicación de ultrasonidos (200 W durante 10 minutos) combinada con atmósfera modificada (5% O₂ + 2% CO₂ + 93% N₂) hacía que la conservación de la calidad resultase más efectiva reduciendo la pérdida de masa, de firmeza, del contenido de SST y color, y manteniendo durante más tiempo la integridad de las paredes celulares, en comparación con la utilización de la atmosfera modificada únicamente.

1. 2. 6. 1. 9. APLICACIÓN DE OZONO Y GAS ANIÓNICO.

La aplicación de gas ozono inhibe eficazmente la actividad metabólica de los pepinos, lo que resulta en mejores índices de textura y una mayor vida comercial (Li *et al.*, 2014; Migut *et al.*, 2019).

Por otro lado, la aplicación de gas aniónico muestra los mismos beneficios que el ozono y, además, refleja una sensación de frescura de los frutos durante más tiempo (Li *et al.*, 2014).

1. 2. 6. 1. 10. APLICACIÓN DE CAMPO MAGNÉTICO PULSADO EN COMBINACIÓN CON UN PRETRATAMIENTO DE AGUA FRÍA.

Este método consigue que los frutos tengan una mejor calidad de conservación y, por lo tanto, una prolongación de su vida útil debido a una mayor activación de la actividad de la catalasa, induciendo una mayor integridad de la membrana. Para ello, se sumergen los frutos en agua a 0,5 °C durante 40 minutos y se aplica un campo magnético pulsado a 25 Hz con una densidad de flujo de 4,0 mT (Zhang *et al.*, 2020).

1. 2. 6. 2. DESÓRDENES DURANTE EL PERIODO DE CONSERVACIÓN EN CÁMARA FRIGORÍFICA.

1. 2. 6. 2. 1. DAÑOS POR FRÍO.

La temperatura óptima de conservación en cámara frigorífica se encuentra en el rango de 10 – 12,5 °C, acompañada de una humedad relativa del 95%. Si la temperatura de conservación desciende de este rango por más de 2 a 3 días (dependiendo de la temperatura

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

y la variedad) se pueden producir daños por frío, que se manifiestan con áreas translúcidas y gelatinosas que tienden a la pudrición de esa área (Suslow *et al.*, 2013) (ver *Ilustración 7*).



Ilustración 7. Fruto con ablandamiento debido a daños por frío. Fuente: elaboración propia.

1. 2. 6. 2. 2. AFECCIÓN POR HONGOS.

Debido a la alta humedad que se registra en el interior de las cámaras frigoríficas, es probable que se produzca una infección de los frutos por hongos fitopatógenos. Los más comunes son *Alternaria spp.*, *Rhizopus* (pudrición blanda), *Didymella* (pudrición negra) y *Pythium* (pudrición algodonosa) (Suslow *et al.*, 2013).

1. 2. 6. 2. 3. MARCHITAMIENTO O ARRUGAMIENTO DEL FRUTO.

El arrugamiento de la piel de los frutos se produce tanto en la cámara frigorífica como a temperatura ambiente, ya que se debe a la pérdida de agua y a cambios en el contenido de polisacáridos que degradan la pared celular (Nishizawa *et al.*, 2018) (*Ilustración 8*).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.



Ilustración 8. Marchitamiento y arrugamiento en el cuello del fruto. Fuente: elaboración propia.

1. 2. 6. 2. 4. PUDRICIONES.

Los frutos estresados o senescentes son propensos a la pudrición, pero además también influyen las condiciones ambientales y la presencia de microorganismos, especialmente hongos, que son los principales causantes de las pudriciones (Kader, 2002b).

Es por esto por lo que es importante establecer una estrategia de manejo integral de plagas que comience en el cultivo y se extienda durante las diferentes etapas poscosecha, incluyendo el embalaje, almacenamiento, transporte y lugar de venta (Kader, 2002b).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

2. ESPECIFICACIONES Y REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.

2. 1. LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO.

Este estudio ha sido realizado en la campaña 2020/2021 con frutos procedentes de los campos de ensayo de la empresa Enza Zaden. Esta empresa se encuentra en la zona del poniente almeriense (*Ilustración 9*), en la localidad de Santa María del Águila, perteneciente al municipio de El Ejido (*Ilustración 10*).

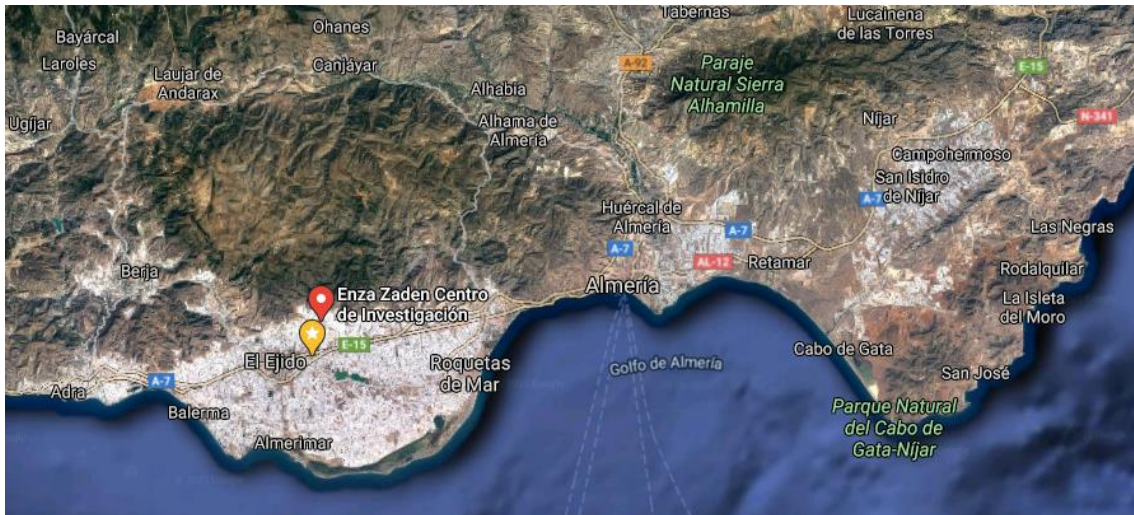


Ilustración 9. Localización de Enza Zaden en la provincia de Almería. Fuente: Google Maps. Elaboración propia.



Ilustración 10. Localización de Enza Zaden en el municipio de El Ejido. Fuente: Google Maps. Elaboración propia.

El estudio se ha llevado a cabo en las instalaciones de la Universidad de Almería: la ejecución de las medidas de los parámetros de calidad se ha realizado en el laboratorio 1.16 del edificio CITE IV, perteneciente al grupo de investigación AGR-200 del departamento de Ingeniería, y el almacenamiento de los frutos para su conservación se ha efectuado en el Edificio de Servicios Técnicos.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

2. 2. MATERIAL VEGETAL.

2. 2. 1. CARACTERÍSTICAS DE LAS VARIEDADES.

Se han empleado frutos de pepino "*Cucumis sativus* L." de distintas variedades y de distintos ciclos de cultivo. El cv. Oktan y cv. Cliff son del ciclo otoño-invierno, mientras que el cv. 447, 091, Montano y Braganza son del ciclo de mediados de invierno.

➤ Cv. Oktan.

Esta variedad es de plantación temprana y de un vigor medio, tiene entrenudos cortos, lo que implica una alta producción, con frutos muy oscuros y acanalados (*Ilustraciones 11 y 12*).

Tiene alta resistencia a mancha foliar (*Corynespora cassicola*) y a gomosis (*Cladosporium cucumerinum*) y resistencia intermedia al virus del mosaico verde jaspeado del pepino (*Cucumber green mottle mosaic virus*), mosaico del pepino (*Cucumber mosaic virus*), virus del amarilleo de las cucurbitáceas (*Cucurbit yellow stunting disorder virus*), virus de las venas amarillas del pepino (*Cucumber vein yellowing virus*) y oídio (*Podosphaera xanthii* (ex. *Sphaerotheca fuliginea*)).

El periodo de trasplante recomendado es desde mitad de agosto hasta mitad de septiembre y de final de octubre hasta final de junio, siendo el periodo de cosecha desde mediados de octubre hasta finales de junio.

<<https://www.enzazaden.com/es/productos-y-servicios/nuestros-productos/Pepino/Oktan>>
[Fecha de consulta: 07/02/2021]

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.



Ilustración 11. Frutos de cv. Oktan. Fuente: es.biovitalis.eu



Ilustración 12. Pepinos del cv. Oktan. Fuente: es.biovitalis.eu

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

➤ Cv. Montano.

Esta variedad es de gran vigor y adecuada a plantaciones medias, con una entrada rápida en producción y una gran capacidad de generación de frutos de alta calidad, muy oscuros y acanalados (*Ilustración 13*).

Tiene alta resistencia a mancha foliar (*Corynespora cassicola*) y a gomosis (*Cladosporium cucumerinum*) y resistencia intermedia al mosaico del pepino (*Cucumber mosaic virus*), virus de las venas amarillas del pepino (*Cucumber vein yellowing virus*), virus del amarilleo de las cucurbitáceas (*Cucurbit yellow stunting disorder virus*), virus del mosaico de la sandía (*Watermelon mosaic virus*) y oídio de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (ex. *Sphaerotheca fuliginea*)).

El periodo de trasplante recomendado es desde la segunda semana de septiembre hasta la mitad del mes de octubre y desde la segunda quincena de diciembre hasta final de enero, obteniendo la cosecha desde final de octubre hasta final de junio.



Ilustración 13. Plantación del cv. Montano. Fuente: www.enzazaden.com

<<https://www.enzazaden.com/es/productos-y-servicios/nuestros-productos/Pepino/Montano>> [Fecha de consulta: 07/02/2021].

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

➤ Cv. Braganza.

Esta variedad se caracteriza por tener unas hojas oscuras, un alto vigor apical en invierno y un cuaje continuado, lo que implica una alta producción. Los frutos son de color verde muy intenso y acanalados (*Ilustración 14*).

Tiene resistencia alta a gomosis (*Cladosporium cucumerinum*) y resistencia intermedia al mosaico del pepino (*Cucumber mosaic virus*), virus de las venas amarillas del pepino (*Cucumber vein yellowing virus*), virus del amarilleo de las cucurbitáceas (*Cucurbit yellow stunting disorder virus*), virus del mosaico de la sandía (*Watermelon mosaic virus*) y oídio de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (ex. *Sphaerotheca fuliginea*)).



Ilustración 14. Frutos del cv. Braganza. Fuente: www.enzazaden.com

<<https://www.enzazaden.com/es/productos-y-servicios/nuestros-productos/Pepino/Braganza>> [Fecha de consulta: 07/02/2021].

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

➤ Cv. Cliff

Esta variedad pertenece a la empresa Rijk Zwaan. Destaca por su oscuro color y buen comportamiento poscosecha, ofreciendo un fruto muy oscuro, brillante, acanalado y de cuello redondeado (*Ilustración 15*).

Tiene una alta resistencia a mancha foliar (*Corynespora cassiicola*), a gomosis (*Cladosporium cucumerinum*) y al virus del mosaico verde jaspeado del pepino (*Cucumber green mottle mosaic virus*), y resistencia intermedia al mosaico del pepino (*Cucumber mosaic virus*), al virus de las venas amarillas del pepino (*Cucumber vein yellowing virus*) y al oídio de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (ex. *Sphaerotheca fuliginea*)).

Es una variedad indicada para siembras con calor, pudiéndose trasplantar en ciclo temprano y en primavera en Almería y la costa de Granada.

<<https://www.rijkszwaan.es/busca-tu-variedad/pepino/cliff-rz>> [Fecha de consulta: 07/02/2021].



Ilustración 15. Fruto de la variedad Cliff. Fuente: www.innovamosjuntos.es

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

➤ Cv. E23L.16447

En este caso, esta es una variedad de Enza Zaden, de la cual no se conocían sus características agronómicas de manera oficial en la fecha de realización de este estudio, por ser un cultivar pre-comercial.

Los frutos son de color verde oscuro, acanalados y con cuello redondeado (*Ilustración 16*).



Ilustración 16. Frutos de pepino cv. E23L.16447. Fuente: elaboración propia.

➤ Cv. SV0091CE (091)

Esta variedad pertenece a la marca comercial Seminis, perteneciente al grupo empresarial Bayer. Debido a la dificultad de su nombramiento, esta variedad es más conocida como “091”.

Ofrece una planta vigorosa, de estructura abierta y equilibrada, y una raíz con un crecimiento indeterminado, esto implica un elevado y escalonado potencial productivo en caña y, en condiciones de frío, un rebrote con una rápida recuperación.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Los frutos son estriados, de color verde oscuro y de alta calidad, sin apenas cuello de botella (*Ilustración 17*).

Tiene una alta resistencia al virus de las venas amarillas del pepino (*Cucumber vein yellowing virus*), a mancha foliar (*Corynespora cassiicola*) y a gomosis (*Cladosporium cucumerinum*). Y resistencia intermedia al virus del amarilleo de las cucurbitáceas (*Cucurbit yellow stunting disorder virus*) y al oídio de las cucurbitáceas (*Podosphaera xanthii* (ex. *Sphaerotheca fuliginea*)).

Se recomienda su plantación desde la primera semana de octubre hasta finales de noviembre en Almería y de finales de septiembre hasta mitad de octubre en la Costa de Granada.

< <https://www.seminis.es/producto/sv0091ce/638> > [Fecha de consulta: 06/03/2021].



Ilustración 17. Frutos de pepinos del cv. SV0091CE. Fuente: www.seminis.es

2. 2. 2. CARACTERÍSTICAS DE LOS FRUTOS EVALUADOS.

Los frutos obtenidos para la realización del estudio proceden de agricultores particulares con los que la empresa Enza Zaden tiene un convenio, por lo tanto, las condiciones de cultivo, labores culturales y las características de los frutos en el momento de la recolección cuando alcanzan la madurez comercial son las estándar en la zona, basándose, de manera subjetiva, en el color de la epidermis y el tamaño, firmeza y forma del fruto, así como la ausencia de manchas y daños de origen mecánico o biológico.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

2. 3. DISEÑO EXPERIMENTAL.

En cada ensayo se utilizaron 75 frutos proporcionados por la empresa holandesa, a 25 de los cuales se les midieron los parámetros de calidad el mismo día de su recolección (T_0) y a los 50 restantes se les midió la calidad a los 7 (T_7), 14 (T_{14}), 21 (T_{21}) y, en algunos casos, a los 28 (T_{28}), 35 (T_{35}), 42 (T_{42}), 49 (T_{49}), 56 (T_{56}) e incluso a los 63 (T_{63}) días posteriores a la recolección.

- T_0 : En el mismo día de la recolección se selecciona una submuestra de 25 frutos de entre los 75 que llegan al laboratorio. Se enumeran y se mide el peso, color de la epidermis, firmeza, color interno, sólidos solubles totales (SST) y materia seca (MS) de cada uno. Además, se enumeran los 50 frutos restantes y se mide el peso y el color de la epidermis de cada uno de ellos. A continuación, estos últimos frutos se llevan a la cámara frigorífica para su conservación a una temperatura de 10°C y una humedad relativa de entre 85-95% durante 7 días.
- T_7 : Una vez transcurridos 7 días desde la recolección, se sacan los pepinos de la cámara frigorífica, se pesan, se les mide el color de la epidermis y se valora su estado de conservación para decidir si cada uno de los frutos es comercial o no comercial. A los frutos que son no comerciales hay que medirles los parámetros que definen la calidad, pero hay que hacer una distinción entre frutos plastificados y frutos sin plastificar. A los frutos plastificados se les retira el plástico retractilado, se pesa el plástico, se mide el color de la epidermis y, a partir de este momento, ya se miden los parámetros de calidad en los frutos plastificados de igual forma que en los no plastificados. Se mide la firmeza, el color interno, SST y MS. Por otro lado, los frutos que sí son comerciales se llevan a la cámara frigorífica para su conservación otros 7 días más.
- T_{14} : A los 14 días tras la recolección se vuelven a sacar los frutos de la cámara para su juicio de si son comerciales o no comerciales siguiendo el mismo procedimiento que en T_7 .
- T_{21} : Pasados 7 días desde T_{14} se vuelve a llevar los frutos al laboratorio para su valoración, siguiendo el mismo procedimiento que en T_7 .
- T_{28} : A los 28 días después de la recolección, se vuelve a realizar el mismo procedimiento que en T_7 . Llegados a este punto, no es usual que queden frutos comerciales, pero en el caso de que los hubiera, se seguirían realizando las mismas mediciones de parámetros de calidad cada 7 días hasta que no hubiera frutos comerciales. En este estudio los tratamientos que se llevaron a cabo, además de los anteriormente mencionados, fueron (T_{35}), (T_{42}), (T_{49}), (T_{56}) y (T_{63}).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

2. 3. 1. TOMA DE DATOS.

En la *Tabla 10* se muestran las diferentes variedades evaluadas, especificando el mes de recepción, los tratamientos de valoración realizados y el número de frutos de cada una.

Tabla 10. Variedades tipo LET estudiadas, fecha de recepción de las muestras, tratamientos de valoración realizados y número de frutos de cada variedad.

Cultivar	Mes	Tratamiento de valoración	Número de frutos	
			Mensual	Total
Oktan retractilado	Octubre	T0, T7, T14, T21, T28	65	135
	Noviembre	T0, T7, T14, T21, T28	70	
Oktan	Octubre	T0, T7, T14, T21, T28	73	148
	Noviembre	T0, T7, T14, T21, T28	75	
Montano retractilado	Diciembre	T0, T7, T14, T21, T28, T35, T42	70	70
Montano	Noviembre	T0, T7, T14, T21	75	150
	Diciembre	T0, T7, T14, T21, T28	75	
Braganza retractilado	Diciembre	T0, T7, T14, T21, T28, T35, T42, T49	75	121
	Marzo	T0, T7, T14, T21, T28, T35, T42, T49, T56	46	
Braganza	Diciembre	T0, T7, T14, T21, T28	74	210
	Enero	T0, T7, T14, T21, T28, T35	82	
	Marzo	T0, T7, T14, T21, T28, T35	54	
Cliff retractilado	Octubre	T0, T7, T14, T21, T28	75	150
	Noviembre	T0, T7, T14, T21, T28	75	
Cliff	Octubre	T0, T7, T14, T21	75	149
	Noviembre	T0, T7, T14, T21	74	
E23L.16447 retractilado	Marzo	T0, T7, T14, T21, T28, T35, T42, T49, T56, T63	50	50
E23L.16447	Noviembre	T0, T7, T14, T21	75	251
	Diciembre	T0, T7, T14, T21, T28	71	
	Enero	T0, T7, T14, T21, T28, T35, T42, T49	63	
	Marzo	T0, T7, T14, T21, T28	42	
SV0091CE retractilado	Diciembre	T0, T7, T14, T21, T28, T35, T42	74	121
	Marzo	T0, T7, T14, T21, T28, T35, T42, T49	47	
SV0091CE	Diciembre	T0, T7, T14, T21, T28	75	199
	Enero	T0, T7, T14, T21, T28, T35, T42	75	
	Marzo	T0, T7, T14, T21, T28	49	
Número total de frutos tipo LET				1.754

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

En primer lugar, se realiza una primera revisión de los frutos para observar que no tengan daños mecánicos o biológicos. En el caso de que haya algún fruto muy dañado no se tendrá en cuenta para el estudio, ya que no es representativo como fruto comercial y en el caso de que tenga pequeños daños mecánicos se utilizará para el análisis de los primeros 25 frutos, ya que se va a destruir el mismo día y ese pequeño daño no dará pie a un problema creciente durante el periodo de conservación.

A continuación, se enumeran y caracterizan el peso y el color de los 50 frutos que van a ser destinados a la cámara frigorífica para que pasen el menor tiempo posible a temperatura ambiente y tengan, en la medida de lo posible, una mayor vida comercial, y, después, se evalúa la calidad de los 25 frutos restantes llevando a cabo las medidas del peso, color externo e interno, firmeza, contenido de sólidos solubles totales y materia seca.

2. 3. 2. PESO DEL FRUTO.

Se pesa cada fruto individualmente con una balanza NAHITA 5061 (NAHITA INTERNATIONAL LTD, Londres, Reino Unido) (*Ilustración 18*) con una medida máxima de 500 g y una sensibilidad de 0,01 g. Para frutos que pesan más de 500 g se utilizó una balanza RADWAG PS 600.R2 (RADWAG BALANZAS ELECTRÓNICAS, Radom, Polonia), con una medida máxima de 600 g y una sensibilidad de 0,001 g (*Ilustración 19*).



Ilustración 18. Detalle de medición del peso de los frutos de pepino con la balanza NAHITA 5061. Fuente: elaboración propia.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.



Ilustración 19. Balanza electrónica RADWAG PS 600.R2. Fuente: www.radwag.com

2. 3. 3. COLOR EXTERNO DEL FRUTO.

Para medir el color del fruto, tanto interno como externo, se utilizó el colorímetro Konica Minolta CR-400/404 (Konica Minolta Holdings, Inc., Tokio, Japón) (*Ilustración 20*), que utiliza el espacio de color CIELAB. Este sistema está parametrizado por tres valores: el indicador L^* representa la luminosidad y comprende valores desde 0 (negro) a 100 (blanco) y se sitúa en el eje vertical; el indicador a^* representa el color entre rojo (valores positivos) y verde (valores negativos), y el indicador b^* representa el color entre amarillo (valores positivos) y azul (valores negativos). Los dos ejes horizontales forman un círculo de color y con el eje vertical de la luminosidad forman una esfera en la que se pueden situar los puntos de color, quedando tridimensionalmente caracterizados (*Ilustración 21*). Además, también se valora el croma o saturación (C) y el ángulo de matiz (h). El croma es la distancia desde el centro del eje de luminosidad hasta la coordenada de color, a efectos prácticos indica la pureza de color; y el ángulo de matiz es el ángulo comprendido entre el eje $+a^*$ hasta la coordenada de color (ver *Ilustración 22*), visualmente indica el color primario al que se aproxima la coordenada de color que arroja el colorímetro.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.



Ilustración 20. Detalle del colorímetro Konica Minolta CR-400/410. Fuente: www.incolorec.ec

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

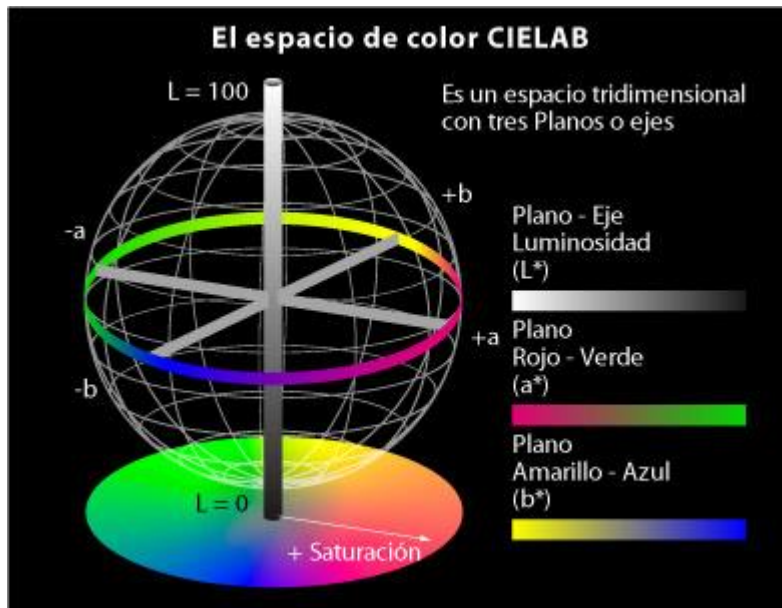


Ilustración 21. Espacio de color CIELAB. Fuente: www.despachovisual.wordpress.com

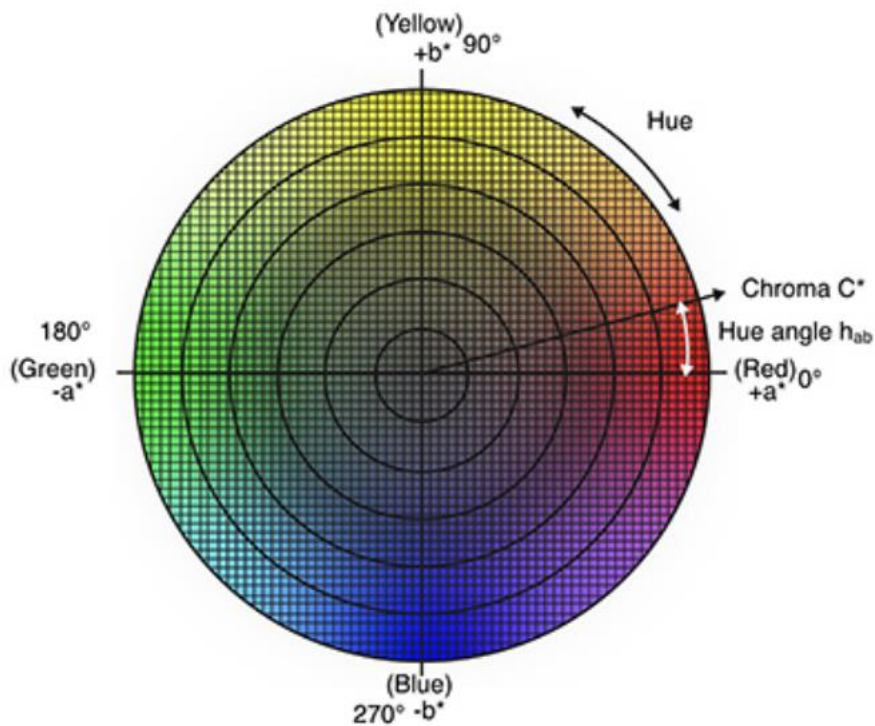


Ilustración 22. Espacio de color CIE $L^*C^*h^*$. Fuente: sensing.konicaminolta.us

La medición del color se realizó en 6 puntos diferentes del fruto. En primer lugar, se mide el color en un punto situado a 3 centímetros aproximadamente del pedúnculo (Ilustración 23), en el centro del fruto (Ilustración 24) y a unos 3 centímetros

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

aproximadamente de la cicatriz pistilar (*Ilustración 25*) y, después, se mide el color en otros 3 puntos en la parte opuesta del fruto donde se han realizado las 3 primeras medidas.



Ilustración 23. Detalle de medición del color de la epidermis del fruto de pepino en el punto más cercano al pedúnculo. Fuente: elaboración propia.



Ilustración 24. Detalle de medición del color de la epidermis del fruto de pepino en el punto central del fruto. Fuente: elaboración propia.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.



Ilustración 25. Detalle de medición del color de la epidermis del fruto de pepino en el punto más cercano a la cicatriz pistilar. Fuente: elaboración propia.

2. 3. 4. FIRMEZA.

La firmeza se mide con un penetrómetro PCE PTR 200N (PCE Ibérica, S.L., Albacete, España) (*Ilustración 27*), que presenta una medida máxima de 200 N y una precisión de $\pm 0,5\%$, en rodajas de al menos 1,5 cm de grosor.

Debido al gran tamaño que presentan los frutos de este tipo podemos obtener tres rodajas de al menos 1,5 cm de grosor. Para la realización de los cortes para obtener las rodajas debemos tener en cuenta la misma premisa que para medir el color exterior del fruto. Se deja unos 3 cm desde el pedúnculo o al terminar el estrechamiento del cuello del fruto, en el caso de que tuviera, para la primera rodaja, en el centro del fruto se obtiene la segunda y a unos 3 cm de la cicatriz pistilar se obtiene la tercera (*Ilustración 26*).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.



Ilustración 26. Obtención de rodajas de pepino para valorar la firmeza del fruto de pepino tipo LET. Fuente: elaboración propia.

Una vez obtenidas las rodajas se sitúan en la base de la estructura que soporta al penetrómetro y se introduce el puntal de penetración de 6 mm de diámetro en el fruto gradualmente hasta una profundidad de 7 mm (Ilustración 27), obteniendo la resistencia a la penetración expresada en kilogramos-fuerza (kgf) En ambos tipos de pepino se empieza

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

midiendo la firmeza en el trozo más cercano al pedúnculo del fruto y se acaba con el trozo más cercano a la cicatriz pistilar.



Ilustración 27. Medición de la firmeza en frutos de pepino. Fuente: elaboración propia.

2. 3. 5. MEDICIÓN DEL COLOR INTERNO DEL FRUTO.

La medición del color interno del fruto se realizó con el mismo colorímetro con el que se midió el color de la epidermis del fruto. En este caso, debido a la humedad que presenta el

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

fruto en su interior, se coloca una lámina transparente de acetato entre la pulpa del fruto y el colorímetro.

Teniendo en cuenta que se ha troceado el fruto para obtener las 3 rodajas necesarias para medir la firmeza, realizamos la medición del color en los dos trozos centrales restantes. En este caso, se realiza la medición del color en 4 puntos diferentes del fruto. La primera medida se realiza en la carne del trozo superior del fruto, la segunda medida en la pulpa del trozo superior, la tercera medida en la carne del trozo inferior y la cuarta medida en la pulpa del trozo inferior (*Ilustración 28*)

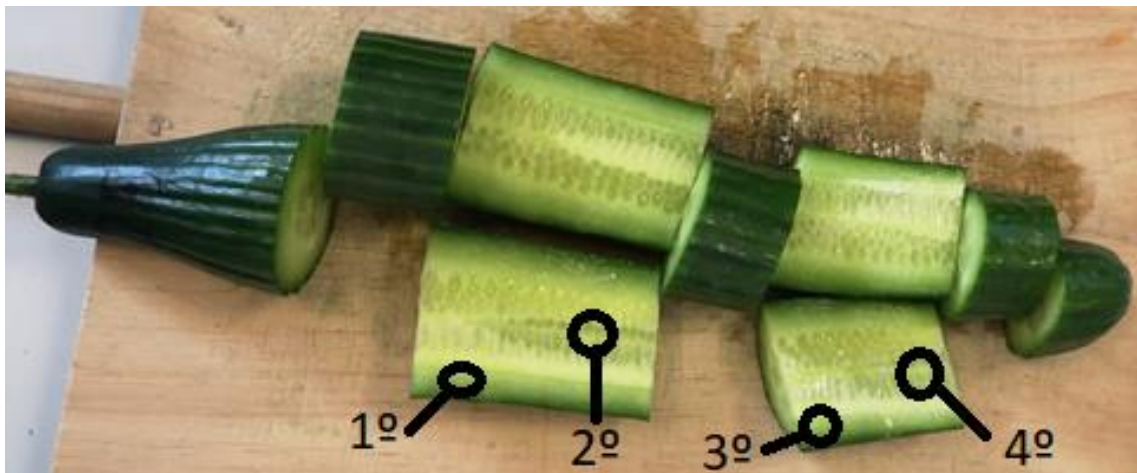


Ilustración 28. Detalle de localización de los puntos de medida del color interno de los frutos de pepino tipo LET. Fuente: elaboración propia.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

2. 3. 6. MEDICIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST).

Los SST se miden con un refractómetro digital ATAGO PR-101 α (ATAGO CO., LTD, Tokyo, Japón) (*Ilustración 31*) con un intervalo de medida entre 0-85 % y una exactitud de 0,1 %. La unidad de medida de este instrumento son los $^{\circ}$ Brix.

La forma en la que se extrae zumo de los frutos es la siguiente:

Se tritura el pepino en su totalidad, eliminando el pedúnculo, en una licuadora estándar hasta obtener un triturado homogéneo (*Ilustración 29*). Este triturado se filtra en un embudo con papel de filtro (*Ilustración 30*) y se obtiene el líquido al que se le efectúa la medida (*Ilustración 31*).



Ilustración 29. Triturado de fruto de pepino tipo LET. Fuente: elaboración propia.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.



Ilustración 30. Filtración del triturado de pepino tipo LET con papel de filtro. Fuente: elaboración propia.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

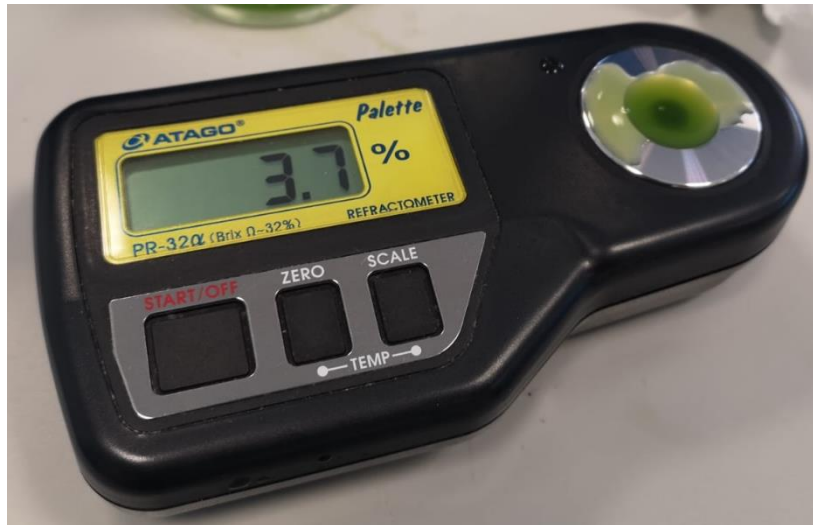


Ilustración 31. Medida de $^{\circ}$ Brix de zumo filtrado de pepino tipo LET. Fuente: elaboración propia.

2. 3. 7. MEDICIÓN DE LA MATERIA SECA (MS).

Este parámetro se puede expresar como peso de la materia seca o porcentaje de agua del fruto, y es que se obtienen los dos valores ya que este método consiste en la eliminación del agua del fruto mediante una estufa a 70 $^{\circ}$ C hasta que la variación del peso sea inferior al 1% haciendo pesadas consecutivas cada dos horas (AOAC, 1995).

Para llevar a cabo este método se utiliza una muestra del triturado obtenido anteriormente de alrededor de unos 40-50 g, que se coloca en una bandeja de aluminio (Ilustración 32), después de haber sido tarada para conocer el peso de la muestra y, a continuación, se introduce en la estufa.



Ilustración 32. Vertido del triturado del fruto de pepino tipo LET a una bandeja de aluminio. Fuente: elaboración propia.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

2.4. ANÁLISIS DE DATOS.

Los datos fueron sometidos a análisis de la varianza (ANOVA), Test de rangos múltiples (LSD) y regresión logística binaria simple. Para los diferentes análisis estadísticos realizados se utilizó el programa informático IBM SPSS Statistics Versión 23.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3. 1. PESO MEDIO DE LOS FRUTOS EN EL MOMENTO DE LA RECOLECCIÓN.

Las *Tablas 11, 12, 13 y 14* muestran los pesos medios de los frutos de los diferentes cultivares estudiados durante los diferentes meses que ha durado esta investigación. Los pesos medios de los frutos analizados van desde 341,2 g del cultivar SV0091CE en el mes de diciembre hasta los 478,6 g del cultivar Montano en el mes de diciembre también, por lo que en este mes hemos recibido los frutos más dispares en cuanto a peso se refiere.

También podemos ver que cv. SV0091CE siempre presenta los frutos de menor peso, posiblemente debido a características varietales. Por el contrario, cv. Montano presenta los frutos con mayor peso de la comparativa.

Según Chacón *et al.* (2020) este tipo de pepino tiene un peso comprendido entre 278,0 g y 616,9 g; aunque según Reche (2011) los datos que expone son algo más generales y establece que este tipo de pepino tiene un peso comprendido entre 400 y 500 g. Por lo tanto, los resultados obtenidos concuerdan más con Chacón *et al.* (2020) al establecer un rango más amplio, pero el peso medio de todos los frutos sí está comprendido en el rango más reducido proporcionado por Reche (2011).

Tabla 11. Peso medio de los frutos (gramos) en el momento de la recolección en el mes de octubre.

Octubre	
Cliff plastificado	402,2
Cliff sin plastificar	404,7
Oktan plastificado	396,5
Oktan sin plastificar	411,5
Valor-P	0,4510

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 12. Peso medio de los frutos (gramos) en el momento de la recolección en el mes de noviembre.

Noviembre	
Cliff plastificado	410,0c
Cliff sin plastificar	429,9bc
Oktan plastificado	469,8a
Oktan sin plastificar	440,2b
Valor-P	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 13. Peso medio de los frutos (gramos) en el momento de la recolección en el mes de diciembre.

Diciembre	
SV0091CE plastificado	341,2c
SV0091CE sin plastificar	344,5c
Braganza plastificado	357,4bc
Braganza sin plastificar	376,4b
Montano plastificado	469,6a
Montano sin plastificar	478,6a
Valor-P	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 14. Peso medio de los frutos (gramos) en el momento de la recolección en el mes de marzo.

Marzo	
SV0091CE plastificado	350,9
SV0091CE sin plastificar	358,2
Braganza plastificado	403,8
Braganza sin plastificar	365,2
E23L.16447 plastificado	372,6
E23L.16447 sin plastificar	370,3
Valor-P	0,0505

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

3. 2. PORCENTAJE DE PÉRDIDA DE PESO DURANTE LA VIDA COMERCIAL.

En este apartado se ha estudiado la evolución de la pérdida de peso desde el día en el que se recolectan los frutos hasta el momento en el que deja de haber frutos comerciales, evaluados cada 7 días.

Las mayores pérdidas se han producido, como era de esperar, en los frutos sin plastificar, obteniendo una pérdida media máxima de 17,8% a los 28 días después de la recolección en el cv. Braganza en diciembre (ver *Tabla 17*), siendo la menor pérdida en frutos sin plastificar del 8,4% a los 28 días después de la recolección en el cv. Oktan en noviembre (ver *Tabla 16*).

La mayor pérdida de peso en frutos plastificados se ha producido en el cv. Braganza obtenido en marzo, a los 49 días después de la recolección con un valor de 2,3%, hecho esperado debido a que es la muestra que más tiempo ha durado siendo comercial (ver *Tabla 18*). En cambio, la menor pérdida de peso se ha producido en el cv. Cliff, recolectado en octubre, a los 21 días con un valor de 0,9% (ver *Tabla 15*).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Debido a que cada variedad en cada mes ha tenido una duración de frutos comerciales diferente, vamos a compararlas a los 21 días, ya que en esta fecha había frutos comerciales en todas las variedades y en todos los meses del estudio.

En cuanto a frutos no plastificados, la menor pérdida de peso corresponde con el cv. Oktan con un 6,5% (ver *Tabla 16*), mientras que la mayor pérdida de peso se produjo con el cv. Braganza con un valor de 13,1% (ver *Tabla 17*).

Los frutos plastificados han dado valores de 1,2% de pérdida máxima en el cv. Oktan de octubre (ver *Tabla 15*) y de 0,8% de pérdida mínima en el cv. Oktan recolectado en noviembre (ver *Tabla 16*).

En contraposición, el valor medio de todos los cultivares en los diferentes meses de estudio es de 9,9% para los frutos sin plastificar y 0,95% para los frutos plastificados a los 21 días después de la recolección, valores que concuerdan con los resultados de Moreno *et al.* (2013) y Chien *et al.* (1997) para frutos de pepino del mismo tipo que los del presente estudio.

Tabla 15. Porcentaje de pérdida de peso durante la vida comercial de los frutos recolectados en el mes de octubre.

Octubre				
Días después de la recolección	Cliff sin plastificar	Cliff plastificado	Oktan sin plastificar	Oktan plastificado
0	0	0	0	0
7	3,4c	0,3c	3,7d	0,4d
14	6,1b	0,5b	6,5c	0,8c
21	9,4a	0,9a	8,9b	1,2b
28			12,3a	1,5a
35				
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 16. Porcentaje de pérdida de peso durante la vida comercial de los frutos recolectados en el mes de noviembre.

Noviembre				
Días después de la recolección	Cliff sin plastificar	Cliff plastificado	Oktan sin plastificar	Oktan plastificado
0	0	0	0	0
7	4,5b	0,4d	2,8c	0,3d
14	7,4b	0,7c	5,8b	0,6c
21	10,3a	0,9b	6,5b	0,8b
28		1,2a	8,4a	1,1a
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 17. Porcentaje de pérdida de peso durante la vida comercial de los frutos recolectados en el mes de diciembre.

Diciembre						
Días después de la recolección	SV0091CE sin plastificar	SV0091CE plastificado	Braganza sin plastificar	Braganza plastificado	Montano sin plastificar	Montano plastificado
0	0	0	0	0	0	0
7	4,3d	0,3f	3,5d	0,3f	3,8d	0,3e
14	7,3c	0,6e	7,4c	0,5e	7,0c	0,7d
21	10,7b	0,9d	13,1b	0,9d	10,4b	1,1c
28	13,9a	1,2c	17,8a	1,1c	15,0a	1,4b
35		1,4b		1,3b		1,6a
42		1,6a		1,6a		
49						
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 18. Porcentaje de pérdida de peso durante la vida comercial de los frutos recolectados en el mes de marzo.

Marzo						
Días después de la recolección	SV0091CE sin plastificar	SV0091CE plastificado	Braganza sin plastificar	Braganza plastificado	E23L.16447 sin plastificar	E23L.16447 plastificado
0	0	0	0	0	0	0
7	3,8d	0,3f	2,9e	0,3g	3,0d	0,3f
14	7,1c	0,6e	6,1d	0,6f	6,7c	0,7e
21	10,7b	0,9d	9,1c	0,9e	9,9b	1,0d
28	16,4a	1,2c	12,7b	1,2d	13,5a	1,3c
35		1,5b	16,2a	1,5c		1,7b
42		1,9a		1,8b		1,9b
49				2,3a		2,2a
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

3. 3. PROBABILIDAD DE COMERCIALIZACIÓN.

Para determinar la probabilidad de comercialización durante el almacenamiento de las diferentes variedades de pepino se han realizado análisis de regresión logística binaria simple. El resultado de este análisis se muestra en los *Gráficos 17 y 18*.

A la hora de valorar este parámetro hay que tener en cuenta que algunos autores como Díaz-Pérez *et al.* (2018) y el Reglamento de Ejecución de la Comisión de la Unión Europea (2011) han indicado que los clientes mayoristas pueden presentar quejas cuando el porcentaje de frutos no comerciales supere el 5% del total. Sabiendo esto podemos ver que Cliff sin plástico llega más tarde a la barrera del 95% de frutos comerciales (entorno a una semana después de la recolección en frutos desnudos y una semana y media en frutos plastificados), pero pasado este momento la probabilidad de comercialización cae de manera más acusada que Oktan sin plástico, llegando a los 21 días sin apenas frutos comerciales, mientras que Oktan sin plástico tiene cerca del 20% de probabilidad de comercialización en esa fecha (ver *Gráfico 17*).

En cuanto a frutos con plástico, el comportamiento es similar entre las dos variedades, aunque se nota claramente que el cv. Oktan tiene un comportamiento ligeramente superior en cuanto a vida comercial. Además, el gráfico muestra que, a groso modo, el uso de plástico retrasa entorno a una semana la probabilidad de comercialización en comparación con los frutos desnudos, aunque para el cv. Cliff el periodo aumenta ligeramente situándose entorno a una semana y media de diferencia. Este hecho sucede a lo largo de toda la evolución de la curva de probabilidad, resultando en que la probabilidad de comercialización sea mínima entre los 21 y 28 días después de la cosecha en frutos sin plastificar y la misma probabilidad en frutos plastificados a partir de los 35 días después de la cosecha (ver *Gráfico 17*).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

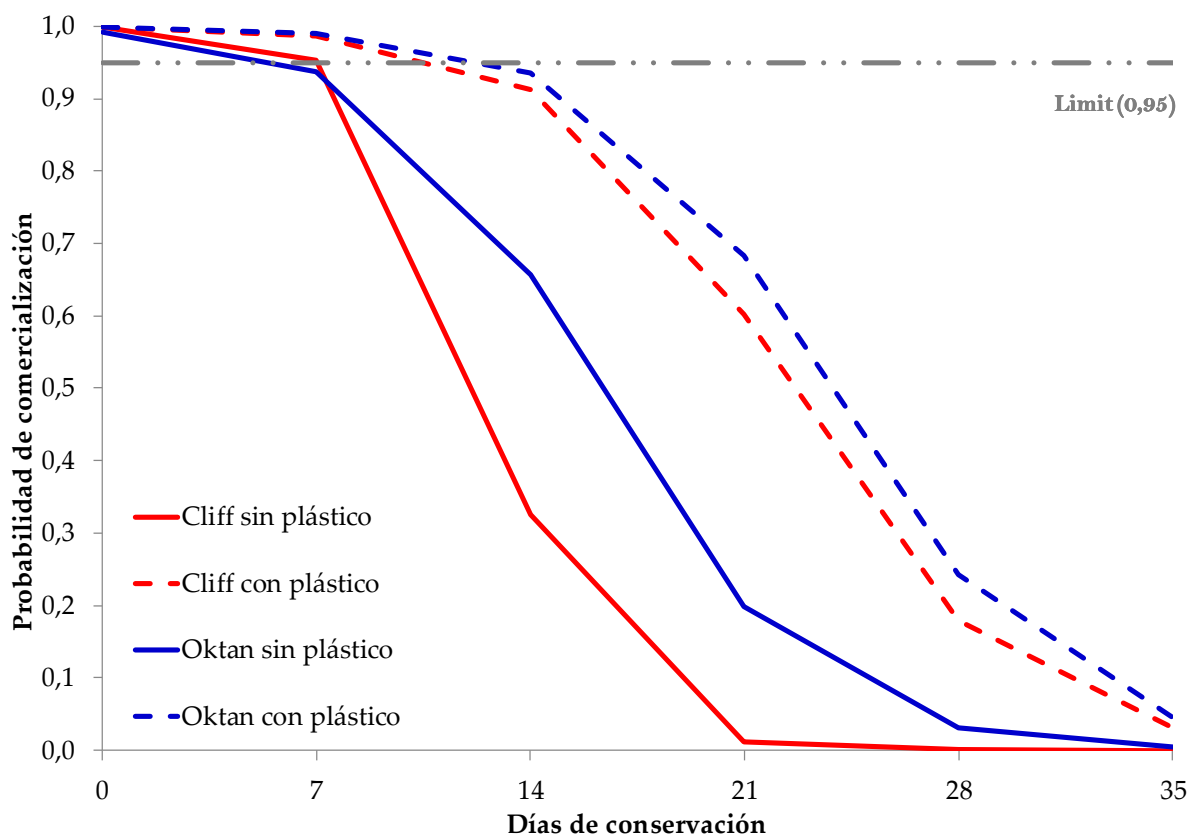


Gráfico 17. Probabilidad de comercialización en el tiempo del cv. Cliff y cv. Oktan.

Las variedades que se muestran en el *Gráfico 18* manifiestan mayor diferencia en cuanto a vida comercial se refiere entre los frutos con plástico retractilado y los frutos desnudos, ya que las curvas de los frutos con plástico retractilado tienen un desfase de casi dos semanas.

La barrera del 95% de frutos comerciales la siguen sobrepasando los frutos desnudos a la semana siguiente de la cosecha como Oktan y Cliff, pero los frutos plastificados la sobrepasan casi a las 3 semanas posteriores a la recolección, mientras que Oktan y Cliff la diferencia entre tratamientos suponía alrededor de 3-4 días.

Excepcionalmente encontramos el cv. 447, el cual tiene el mejor comportamiento cuando sus frutos están plastificados y el peor cuando los frutos están desnudos. La diferencia de días en la barrera del 95% es la más alta de toda la comparativa, rondando los 25 días de diferencia, ya que cuando los frutos están desnudos la sobrepasa a los 3 días posteriores a la recolección y cuando los frutos están plastificados la sobrepasa a los 28 días aproximadamente.

En este caso, la diferencia entre las cuatro variedades durante toda la curva de probabilidad es significativa, sobre todo entre Montano y 447, que llega a haber hasta tres semanas de diferencia para el mismo porcentaje de probabilidad de comercialización cuando los frutos están plastificados. Esto hace que Braganza y 447 sean las variedades con mayor

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

vida comercial de la presente comparativa, llegando a tener posibilidades mínimas de comercialización a los 56 días después de la recolección, mientras que SV0091CE tiene la misma probabilidad a los 49 días y Montano a los 35, aunque 447 tiene un mejor comportamiento durante toda la curva del gráfico.

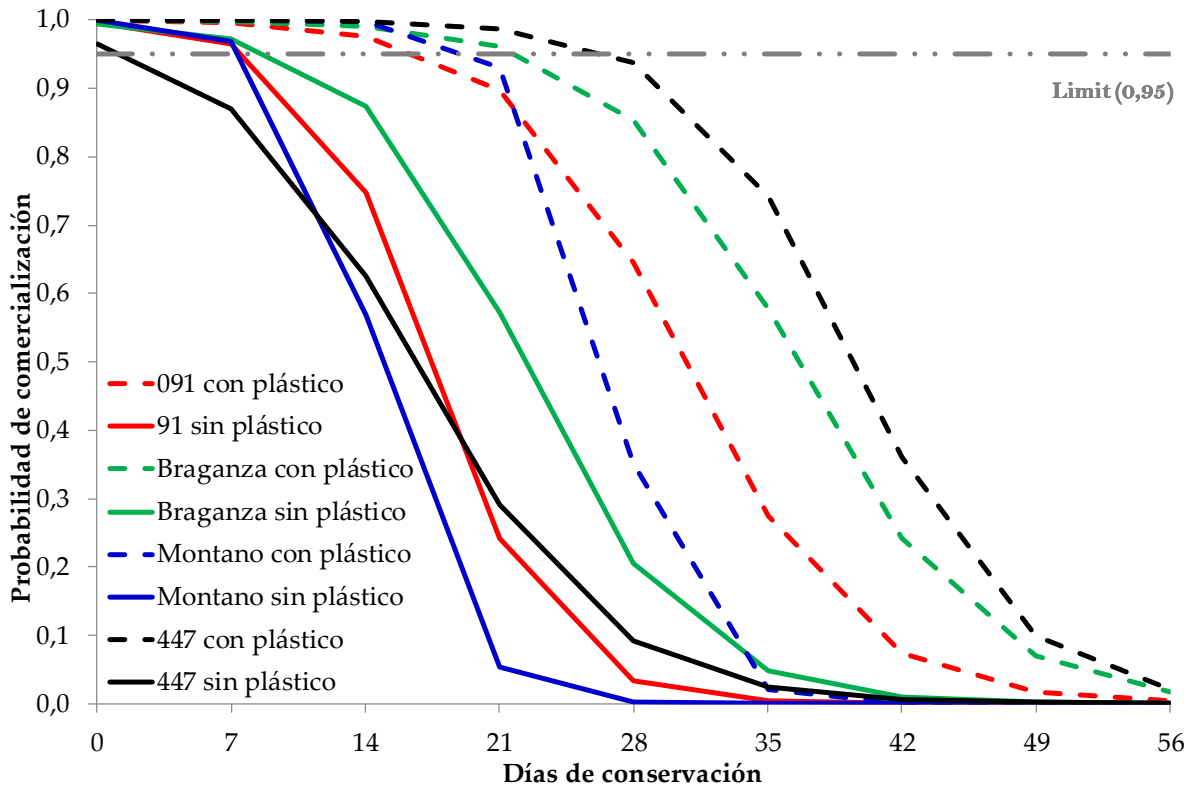


Gráfico 18. Probabilidad de comercialización en el tiempo del cv. Braganza, cv. Montano, cv. 447 y cv. 091.

Los resultados obtenidos concuerdan con los de Díaz-Pérez *et al.* (2019). Además, estos autores demuestran que la regresión logística múltiple es una herramienta útil para evaluar la vida comercial de los pepinos.

3. 4. FIRMEZA.

Para el estudio de la evolución de la firmeza se ha relacionado el valor medio de la firmeza de cada variedad en el día de la recolección, donde todos los frutos son comerciales, con el valor de la firmeza en el momento en el que dejan de ser comerciales para relacionar el valor de pérdida de firmeza con la probabilidad de comercialización de los frutos. Estos valores vienen recogidos en las *Tablas 19, 20, 21 y 22*.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 19. Valores medios de firmeza de los cultivares Cliff y Oktan en el mes de octubre, expresados en kilogramos-fuerza (Kgf).

Firmeza media de los frutos recolectados en octubre en Kgf				
	Cliff sin plástico	Cliff con plástico	Oktan sin plástico	Oktan con plástico
Comercial (T ₀)	2,62	2,74	2,65	2,68
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	2,50	2,43	2,51	2,56
Valor-P	0,0011	0,0000	0,0000	0,0075
Variación de firmeza (%)	-4,58	-11,31	-5,28	-4,48

En el cv. Cliff recolectado en el mes de octubre podemos ver una gran diferencia de porcentaje de pérdida de firmeza cuando los frutos están plastificados a cuando no lo están, está diferencia supone más del doble de pérdida de firmeza en frutos con plástico retráctilado que en los desnudos al ser de 11,31% y 4,58% respectivamente. No sucede lo mismo en el cv. Oktan, ocurre más bien lo contrario, en los frutos plastificados la pérdida de firmeza ha sido ligeramente menor que en los frutos sin plastificar (ver *Tabla 19*).

Este mismo fenómeno vuelve a ocurrir en el mes posterior con las mismas variedades, con la diferencia de que en el mes de noviembre la discrepancia entre frutos plastificados y sin plastificar en el cv. Cliff es mucho menor que en octubre (ver *Tabla 20*). Dada esta coincidencia, podría deberse a un factor varietal de comportamiento poscosecha.

El factor común es la pérdida de firmeza durante la vida comercial, hecho que también registraron Lie *et al.* (2018) y Jia *et al.* (2018), aunque en sus ensayos obtuvieron un porcentaje de pérdida de peso mayor.

Tabla 20. Valores medios de firmeza de los cultivares Cliff y Oktan en el mes de noviembre, expresados en kilogramos-fuerza (Kgf).

Firmeza media de los frutos recolectados en noviembre en Kgf				
	Cliff sin plástico	Cliff con plástico	Oktan sin plástico	Oktan con plástico
Comercial (T ₀)	2,71	2,78	2,78	2,74
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	2,63	2,67	2,67	2,67
Valor-P	0,0306	0,0034	0,0000	0,0074
Variación de firmeza (%)	-2,95	-3,96	-3,96	-2,55

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 21. Valores medios de firmeza de los cultivares Cliff y Oktan en el mes de diciembre, expresados en kilogramos-fuerza (Kgf).

Firmeza media de los frutos recolectados en diciembre en Kgf						
	091 sin plástico	091 con plástico	Braganza sin plástico	Braganza con plástico	Montano sin plástico	Montano con plástico
Comercial (T ₀)	2,74	2,66	2,98	3,00	2,91	2,75
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	2,48	2,42	3,12	2,87	2,87	2,85
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0005	0,0488	0,4208	0,0388
Variación de firmeza (%)	-9,49	-9,02	+4,69	-4,33	-1,37	+3,64

En el mes de diciembre cabe destacar la gran diferencia en valores de firmeza en el cv. 091, con una diferencia media entre frutos comerciales y no comerciales superando el 9%. Relacionando estos valores con la vida comercial, los datos arrojan que la pérdida de firmeza tiene que ser alta, en comparación con las de otras variedades, para que los frutos dejen de ser comerciales, lo cual es una clara ventaja con respecto a la competencia.

Otro dato relevante es el aumento de firmeza durante el periodo de almacenamiento que se produce en los cv. Braganza sin plastificar y cv. Montano plastificado. En el caso de cv. Braganza sin plastificar se produjo un aumento de la firmeza media del 4,69%, y en el caso de Montano con plástico el aumento fue del 3,64% (ver *Tabla 21*). Este fenómeno también fue reportado por Aslam *et al.* (2020) teniendo las mismas condiciones de almacenamiento de los frutos. La explicación a esto fue dada por Sogvar *et al.* (2016), atribuyendo este aumento de firmeza al aumento de elasticidad durante la vida poscosecha de los frutos.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 22. Valores medios de firmeza de los cultivares Cliff y Oktan en el mes de marzo, expresados en kilogramos-fuerza (Kgf).

Firmeza media de los frutos recolectados en marzo en Kgf						
	091 sin plástico	091 con plástico	Braganza sin plástico	Braganza con plástico	447 sin plástico	447 con plástico
Comercial (T ₀)	2,96	2,95	3,12	3,21	3,08	3,00
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	2,79	2,61	3,04	2,89	3,02	2,93
Valor-P	0,0013	0,0000	0,1125	0,0000	0,1624	0,4166
Variación de firmeza (%)	-5,74	-11,53	-2,56	-9,97	-1,95	-2,33

Los frutos recolectados en el mes de marzo presentan el mismo patrón si comparamos dentro de la misma variedad los frutos plastificados y los no plastificados. En las tres variedades siempre necesitan una mayor pérdida de firmeza los frutos plastificados para dejar de ser comerciales. Lo llamativo es la gran diferencia que existe en una misma variedad ya que, por ejemplo, la pérdida de firmeza en los frutos del cv. Braganza sin plastificar es del 2,56%, mientras que en los frutos plastificados es casi del 10%. Valores más cercanos muestra el cv. 447 con una pérdida de firmeza de 1,95% en frutos no plastificados y 2,33% en frutos plastificados (ver *Tabla 22*).

Para poder comparar los resultados con otros autores es necesario un cambio de unidades a $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ para tener en cuenta la superficie del puntal de penetración. Con este cambio, los valores que han resultado en este estudio están comprendidos entre 8,57 y 11,43 $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Cid (2020) ya que obtuvo valores comprendidos entre 9,24 y 15,27 $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, y con los obtenidos por Al-Juhaimi *et al.* (2012), con valores comprendidos entre 8,59 y 10,14 $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

3. 5. SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST).

Los SST medios de cada variedad, expresados en °Brix, se muestran en las *Tablas 23, 24, 25 y 26*. Los pepinos son frutos que tienen pocos °Brix en el momento de recolección (Musmade *et al.*, 1998). Cortés *et al.* (2011) y Muy Rangel *et al.* (2004) obtuvieron valores comprendidos entre 2,9 y 3,6°Brix en pepino para consumo en fresco, valores semejantes a los arrojados en estos resultados.

A primera vista, lo que más llama la atención es que, a excepción del cv. 447, el resto de las variedades muestran una evolución positiva durante el periodo de conservación en el contenido de SST cuando los frutos no están plastificados, como reporta Moreno *et al.* (2013), hecho contrario a cuando los frutos están plastificados. En el caso del cv. 447, el contenido de SST decae durante el periodo poscosecha ya estén los frutos plastificados o no.

Wills *et al.* (1998) explica que los frutos desnudos continúan transpirando y respirando tras ser recolectados, y la reducción de SST puede que se deba a cambios en la velocidad de respiración y a la degradación oxidativa de los azúcares.

En el caso de los frutos que no tienen ningún tipo de recubrimiento, el cultivar que más ha aumentado su contenido en SST ha sido Montano, ya que ha pasado de tener 3,21 °Brix de media a 3,44 ° Brix en el momento en el que deja de ser comercial, suponiendo un incremento del 7,17% (ver *Tabla 26*). Por el contrario, el cv. 447, como se acaba de describir anteriormente, no solo ha sido el que menos ha aumentado su contenido en SST, sino que en vez de aumentar ha disminuido, pasando de tener 3,47 a 3,22 °Brix de media en todos sus frutos desde el momento de recolección hasta que dejan de ser comerciales (ver *Tabla 24*).

En cuanto a los frutos que están plastificados, todos ellos muestran una pérdida de SST, pero el cv. 447 es el que presenta el mayor decremento de este parámetro, con una disminución media del 24,5% desde el momento de la recolección hasta que los frutos dejan de ser comerciales (ver *Tabla 24*). Sin embargo, el que menos ha sufrido esta pérdida ha sido el cv. 091, con una disminución inferior al 4% (ver *Tabla 23*). Cabe resaltar la disparidad de resultados en este apartado, ya que las pérdidas de SST en porcentaje van desde 3,96% en el cv. 091, 8,88% en el cv. Montano, 10,94 en el cv. Braganza y 24,5% en el cv. 447, siendo todas las variedades tratadas y almacenadas de igual forma.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 23. SST medios del cv. 091 expresados en °Brix.

SST medios del cv. 091 expresados en °Brix		
	091 sin plástico	091 con plástico
Comercial (T ₀)	2,98	2,91
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	3,12	2,56
Valor-P	0,1907	0,0000
Variación de SST (%)	+2,95	-3,96

Tabla 24. SST medios del cv. 447 expresados en °Brix.

SST medios del cv. 447 expresados en °Brix		
	447 sin plástico	447 con plástico
Comercial (T ₀)	3,47	3,51
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	3,22	2,65
Valor-P	0,7270	0,0000
Variación de SST (%)	-7,20	-24,5

Tabla 25. SST medios del cv. Braganza expresados en °Brix.

SST medios del cv. Braganza expresados en °Brix		
	Braganza sin plástico	Braganza con plástico
Comercial (T ₀)	3,42	3,29
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	3,50	2,93
Valor-P	0,0205	0,0000
Variación de SST (%)	+2,34	-10,94

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 26. SST medios del cv. Montano expresados en °Brix.

SST medios del cv. Montano expresados en °Brix		
	Montano sin plástico	Montano con plástico
Comercial (T ₀)	3,21	3,31
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	3,44	3,04
Valor-P	0,4206	0,0000
Variación de SST (%)	+7,17	-8,88

Comparando los resultados de las variedades del primer ciclo de cultivo (*Tablas 27 y 28*), podemos comprobar que, cuando los frutos están plastificados, la pérdida en el contenido de SST hasta que dejan de ser comerciales es mayor que cuando los frutos se encuentran sin plastificar, llegando a haber pérdidas de hasta casi el 20% con respecto al que tenía en el momento de la cosecha, mientras que cuando los frutos no tienen recubrimiento esta pérdida supone alrededor de un 10%. Además, en todos los casos se muestra una tendencia a la disminución de °Brix, tal y como reportan Valverde-Miranda *et al.* (2021), Gómez-López *et al.* (2006) y Nasef (2018).

Tabla 27. Sólidos solubles totales medios de los frutos recolectados en noviembre expresados en °Brix.

SST medios de los frutos recolectados en octubre expresados en °Brix				
	Cliff sin plástico	Cliff con plástico	Oktan sin plástico	Oktan con plástico
Comercial (T ₀)	3,09	3,15	3,49	3,17
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	3,07	2,55	3,16	2,81
Valor-P	0,7532	0,0000	0,0000	0,0001
Variación de SST (%)	-0,65	-19,05	-9,46	-11,36

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 28. Sólidos solubles totales medios de los frutos recolectados en noviembre, expresados en °Brix.

SST medios de los frutos recolectados en noviembre expresados en °Brix				
	Cliff sin plástico	Cliff con plástico	Oktan sin plástico	Oktan con plástico
Comercial (T ₀)	3,45	3,25	3,53	3,37
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	3,09	2,82	3,17	2,81
Valor-P	0,0002	0,0000	0,0001	0,0000
Variación de SST (%)	-10,43	-13,23	-10,20	-16,62

En el caso de las variedades estudiadas del segundo ciclo de cultivo, sucede un aumento en el contenido de SST, algo que no ha pasado con los cultivares anteriores (ver *Tablas 29 y 30*). Además, cabe destacar que este aumento siempre es mayor en frutos desnudos que en frutos con plástico retractilado. En el caso del cv. 091, la diferencia de aumento del contenido de SST es superior al triple entre frutos sin plastificar y frutos plastificados (ver *Tabla 29*).

Hay que decir que no en todos los casos se produce un aumento de los °Brix a lo largo del periodo poscosecha de los frutos, ya que, por ejemplo, el cv. 447 recolectado en el mes de marzo reduce la cantidad de SST durante el tiempo de almacenamiento en cámara, y en el caso de los frutos plastificados esta reducción llega a aproximarse al 25% con respecto al momento de la cosecha (ver *Tabla 30*).

De manera general, cuando los frutos están desnudos experimentan un aumento de °Brix o, si se produce una disminución de estos, esta disminución va a ser menor que si estuviesen plastificados. Si los frutos están plastificados, la tendencia es hacia una reducción en el contenido de SST o, si se produce un aumento, este va a ser menor que si el fruto estuviese sin plastificar.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 29. Sólidos solubles totales medios de los frutos recolectados en el mes de marzo, expresados en °Brix.

SST medios de los frutos recolectados en diciembre expresados en °Brix						
	091 sin plástico	091 con plástico	Braganza sin plástico	Braganza con plástico	Montano sin plástico	Montano con plástico
Comercial (T ₀)	2,83	2,50	3,30	3,15	3,21	3,31
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	3,92	2,81	3,43	2,89	3,44	3,04
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0540	0,0018
Variación de SST (%)	+38,52	+12,40	+3,94	-8,25	+7,17	-8,16

Tabla 30. Sólidos solubles totales medios de los frutos recolectados en el mes de marzo, expresados en °Brix.

SST medios de los frutos recolectados en marzo expresados en °Brix						
	091 sin plástico	091 con plástico	Braganza sin plástico	Braganza con plástico	447 sin plástico	447 con plástico
Comercial (T ₀)	3,19	3,06	3,57	3,50	3,47	3,51
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	3,21	2,62	3,59	2,97	3,22	2,65
Valor-P	0,0000	0,7901	0,0000	0,0008	0,0003	0,7855
Variación de SST (%)	+0,63	-14,38	+0,56	-15,14	-7,20	-24,5

3. 6. MATERIA SECA (MS).

Se ha estudiado la diferencia en cuanto a MS entre frutos comerciales y frutos no comerciales, habiendo diferencias significativas entre ellos, como se puede ver en las *Tablas 31, 32, 33 y 34*. En todos los casos, a excepción del cv. Montano, la materia seca es menor cuando el fruto deja de ser comercial, habiendo diferencias notables entre frutos plastificados y sin plastificar. Todos los valores se aproximan al valor proporcionado por la Fundación Cajamar (2014) para pepino.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

En el caso de los frutos plastificados, la diferencia de pérdida de materia seca, con respecto a los frutos desnudos, es superior al doble en el caso de los cv. 091 y 447 (ver *Tablas 31 y 32*), llegando a ser casi 5 veces superior en el cv. Braganza (ver *Tabla 33*).

El resultado más atípico ha aparecido en el cv. Montano, ya que, en este caso, la MS en los frutos no comerciales sin plastificar ha sido más alta que en los frutos comerciales con el mismo tratamiento (ver *Tabla 34*). Por otro lado, en los frutos plastificados, la pérdida de MS ha sido de 0,52%, mientras que, en el resto de variedades, la pérdida de MS con el mismo tratamiento y condiciones de almacenamiento ha sido del 10,23%, 21,34% y 11,44% en los cv. 091, 447 y Braganza, respectivamente. Esto indica que uno de los factores de los que depende la evolución de la MS es el cultivar, como reportan también Valverde-Miranda *et al.* (2021).

Tabla 31. Materia seca del cv. 091, expresada en porcentaje.

MS media del cv. 091 expresada en %		
	091 sin plástico	091 con plástico
Comercial (T ₀)	3,59	3,03
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	3,44	2,72
Valor-P	0,0003	0,0000
Variación de MS (%)	-4,18	-10,23

Tabla 32. Materia seca del cv. 447, expresada en porcentaje.

MS media del cv. 447 expresada en %		
	447 sin plástico	447 con plástico
Comercial (T ₀)	4,09	4,40
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	3,72	3,46
Valor-P	0,0536	0,0277
Variación de MS (%)	-9,05	-21,34

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 33. Materia seca del cv. Braganza, expresada en porcentaje.

MS media del cv. Braganza expresada en %		
	Braganza sin plástico	Braganza con plástico
Comercial (T ₀)	4,15	4,02
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	4,05	3,56
Valor-P	0,2433	0,0000
Variación de MS (%)	-2,41	-11,44

Tabla 34. Materia seca del cv. Montano, expresada en porcentaje.

MS media del cv. Montano expresada en %		
	Montano sin plástico	Montano con plástico
Comercial (T ₀)	3,98	3,81
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	4,11	3,79
Valor-P	0,2045	0,0052
Variación de MS (%)	+3,27	-0,52

Analizando las variedades del primer ciclo de cultivo (Tablas 35 y 36), se observa que, en las dos variedades estudiadas, las diferencias en cuanto a pérdida de MS durante la vida comercial de los frutos es aproximadamente el doble en frutos plastificados que en frutos sin plastificar. En el caso de los frutos desnudos esta pérdida supone entre un 7 y un 9% aproximadamente, mientras que en los frutos plastificados estos mismos resultados rondan entre 12 y 18%.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 35. Materia seca media de los frutos recolectados en el mes de octubre, expresada en porcentaje.

MS media de los frutos recolectados en octubre expresada en %				
	Cliff sin plástico	Cliff con plástico	Oktan sin plástico	Oktan con plástico
Comercial (T ₀)	3,76	3,76	3,95	3,79
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	3,49	3,09	3,69	3,29
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Variación de MS (%)	-7,18	-17,82	-6,58	-13,19

Tabla 36. Materia seca media de los frutos recolectados en el mes de noviembre, expresada en porcentaje.

MS media de los frutos recolectados en noviembre expresada en %				
	Cliff sin plástico	Cliff con plástico	Oktan sin plástico	Oktan con plástico
Comercial (T ₀)	4,07	3,87	4,32	4,07
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	3,80	3,40	3,92	3,38
Valor-P	0,0083	0,0006	0,0002	0,0000
Variación de MS (%)	-6,63	-12,14	-9,26	-16,95

Observando los resultados de las variedades del segundo ciclo de cultivo vemos más disparidad entre ellas, afirmando lo que reporta Valverde-Miranda *et al.* (2021), que la MS muestra diferencias entre ciclos de cultivo, el mes de recolección y el tiempo de almacenamiento.

Por un lado, tenemos el cv. 091 y Braganza, que presentan un aumento en el porcentaje de MS, del 5,74 y 3,33% respectivamente, cuando los frutos dejan de ser comerciales y no están plastificados, y una disminución del 12,24 y 10,53% respectivamente cuando los frutos sí están plastificados.

Montano actúa diferente al resto ya que muestra aumentos en MS al terminar su periodo comercial tanto con los frutos desnudos como plastificados, cercanos al 3% en ambos casos (ver *Tabla 37*).

En la *Tabla 38*, las variedades 091, 447 y Braganza tienen un comportamiento semejante, todas ellas muestran pérdidas de materia seca tanto con frutos plastificados como desnudos, aunque existen diferencias entre ellas, ya que, por ejemplo, los frutos desnudos de

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

447 muestran el doble de pérdida que los de 091 y Braganza con el mismo tratamiento. Por otro lado, los frutos plastificados de cada variedad presentan pérdidas diferentes unas a las otras, ya que 091 tiene una disminución del 32,89%, Braganza del 15,07% y 447 del 21,36%. Además, esta última es la única que presenta mayor pérdida de MS en frutos sin plastificar que en frutos plastificados.

Tabla 37. Materia seca media de los frutos recolectados en el mes de diciembre, expresada en porcentaje.

MS media de los frutos recolectados en diciembre expresada en %						
	091 sin plástico	091 con plástico	Braganza sin plástico	Braganza con plástico	Montano sin plástico	Montano con plástico
Comercial (T ₀)	3,31	2,94	3,90	3,80	3,98	3,68
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	3,50	2,58	4,03	3,40	4,11	3,79
Valor-P	0,0001	0,0000	0,0000	0,0017	0,4794	0,1247
Variación de MS (%)	+5,74	-12,24	+3,33	-10,53	+3,27	+2,99

Tabla 38. Materia seca media de los frutos recolectados en el mes de marzo, expresada en porcentaje.

MS media de los frutos recolectados en marzo expresada en %						
	091 sin plástico	091 con plástico	Braganza sin plástico	Braganza con plástico	447 sin plástico	447 con plástico
Comercial (T ₀)	3,94	3,74	4,47	4,38	4,22	4,40
No comercial (T ₇ -T ₂₈)	3,52	2,51	3,99	3,72	3,21	3,46
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0027	0,0003	0,0000	0,0000
Variación de MS (%)	-10,66	-32,89	-10,74	-15,07	-23,93	-21,36

Comparando los resultados dependiendo de los meses de recolección, se puede observar un ligero incremento en los frutos recolectados en los meses de primavera en comparación con los recolectados en invierno, tal y como reportan Valverde-Miranda *et al.* (2021), Gajc-Wolska *et al.* (2010) y Gómez *et al.* (2003).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Kahramanoglu *et al.* (2019) y Valverde-Miranda *et al.* (2021) reportan que la MS disminuye progresivamente en el tiempo, pero en este caso ha habido cultivares que no muestran este comportamiento, como se puede ver en las *Tablas 34* y *37*.

3. 7. COLOR EXTERNO.

Los resultados expuestos a continuación muestran, según el espacio de color CIELAB, la evolución del color de los frutos sin plastificar (desde la *Tabla 39* hasta la *Tabla 48*) y de los frutos plastificados (desde la *Tabla 49* hasta la *Tabla 58*) de las diferentes variedades. Estos datos muestran los resultados del color de la epidermis de los frutos en todos los casos, incluso de los frutos plastificados, ya que el color se le midió después de quitarle el plástico retractilado.

- Luminosidad.

Empezaremos analizando el primer parámetro, la luminosidad (L^*). De manera general, los valores están comprendidos entre 30 y 45, resultados distantes a los obtenidos por Cid (2020), ya que sus resultados arrojan valores comprendidos entre 10 y 20, pero sí se asemejan a los de Jasso-Chaverria *et al.* (2005). Por otro lado, no se observan diferencias notables en este parámetro entre frutos plastificados y frutos desnudos, pero sí se aprecia un incremento superior de luminosidad en el tiempo cuando los frutos están plastificados.

En algunas variedades se puede observar la tendencia al decremento del valor L^* durante los primeros días de almacenamiento y el incremento a partir de los 18 días, tal y como reporta Cid (2020), como ocurre, por ejemplo, en el cv. Oktan sin plastificar en el mes de noviembre (ver *Tabla 40*) y en el cv. Cliff sin plastificar en los meses de octubre y noviembre (ver *Tablas 41* y *42*).

No siempre se cumple esta tendencia, por ejemplo, en el cv. Oktan sin plastificar en el mes de octubre se muestra un incremento progresivo hasta el día 21, desde donde comienza a decaer (ver *Tabla 39*). Por otro lado, hay ocasiones en las que la luminosidad crece continuamente hasta que el fruto deja de ser comercial, como ocurre con el cv. 091 sin plastificar en el mes de diciembre (ver *Tabla 45*), y ocasiones en las que este parámetro se mantiene constante en el tiempo, como ocurre en el cv. Montano sin plastificar en el mes de diciembre (ver *Tabla 47*).

- Parámetro a^* .

Este parámetro representa la cantidad de verde del fruto (cuanto más negativo más verde) y rojo (cuanto más positivo más rojo). Es muy importante debido a que uno de los

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

objetivos que persigue la mejora genética de los frutos es la intensidad de verde y su durabilidad en el tiempo.

De manera general, los valores de este parámetro están comprendidos entre -6 y -14, valores que se cotejan adecuadamente con los obtenidos por Cid (2020), ya que obtuvo valores comprendidos entre -6 y -12.

En todas las variedades y tratamientos se repite el mismo patrón: los valores tienden a ser más negativos, lo que significa que los frutos aumentan su color verde en el tiempo, a excepción del cv. Cliff sin plastificar en el mes de octubre, que sufre el proceso inverso, tiene la tendencia a valores más positivos en el tiempo, lo que simboliza la pérdida de color verde durante su periodo comercial (ver *Tabla 41*).

Aunque los valores de este parámetro expresen un mayor verdor de los frutos durante la vida comercial, hay que tener en cuenta y relacionar este parámetro con el siguiente.

- Parámetro b*.

La importancia de este parámetro reside en que contempla la presencia del color amarillo, una de las principales preocupaciones a nivel comercial ya que este color en el fruto denota madurez fisiológica, y este fruto se consume en verde.

Este parámetro simboliza el color amarillo con valores más positivos y el color azul con valores más negativos.

Los resultados, de forma general, están comprendidos entre 10 y 25, que contrastan perfectamente con los obtenidos por Cid (2020).

El comportamiento de los frutos con respecto a este parámetro es el mismo en todas las variedades y tratamientos, la tendencia siempre es hacia el amarilleamiento debido al proceso de senescencia de los frutos, en el que se degradan las clorofilas y cambia el contenido fenólico y la actividad de la polifenol oxidasa (Cid, 2020).

Si se comparan los resultados obtenidos de frutos plastificados y frutos sin plastificar, podemos ver que en las variedades del primer ciclo de cultivo el uso del plástico hace que el valor de este parámetro en frutos con plástico retractilado no sea igual de elevado que en frutos desnudos, por lo que el uso de plástico reduciría muy ligeramente el amarilleamiento de los frutos para una misma fecha posterior a la recolección. En cambio, en las variedades del segundo ciclo de cultivo ocurre totalmente lo contrario, los frutos plastificados muestran valores ligeramente superiores a los frutos sin plastificar.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

- Cromo o saturación.

Gracias a este parámetro vemos la pureza del color, a valores más altos mayor pureza. Por lo tanto, gracias a los valores arrojados por el colorímetro, podemos ver que la tendencia en todas las variedades y tratamientos es hacia mayor pureza de color, es decir, a la vista el color de los frutos es más vivo conforme avanza el tiempo de almacenamiento.

Esta evolución siempre es positiva por mucho tiempo que pase, siempre que los frutos sean comerciales, ya que, como podemos ver en la *Tabla 58*, después de 63 días de almacenamiento en cámara frigorífica el valor de este parámetro sigue en aumento.

En números generales, los resultados del análisis de este parámetro muestran valores comprendidos entre 10 y 30, al igual que los obtenidos por Jasso-Chaverria *et al.* (2005).

- Ángulo de matiz.

Los valores que se muestran sobre este parámetro están comprendidos entre 120° y 125° de manera general. Esto indica, como era de esperar, que el color de los frutos se encuentra en el segundo cuadrante del espacio de color CIE L*C*h* que se puede ver en la *ilustración 22*, comprendido entre el amarillo y el verde. Cuanto más se acerquen los datos al 90 más amarillo será el fruto, y cuanto más se acerque al 180 más verde será. Por lo cual, como se puede ver en las tablas siguientes, el color siempre vira hacia amarillo debido a la senescencia de los frutos.

En la mayoría de los casos se puede ver que, con la presencia de plástico retractilado, los valores para una misma fecha de almacenamiento son mínimamente inferiores a los que presentan los frutos desnudos.

Tabla 39. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. Oktan recolectados en el mes de octubre.

Evolución del color del cv. Oktan sin plastificar recolectado en el mes de octubre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	41,2c	-6,7b	9,1c	11,4c	126,7b
7	44,3b	-5,9a	7,8d	9,8d	127,2a
14	45,2a	-6,5b	8,9c	11,0c	126,1c
21	36,3d	-11,9c	18,7b	22,2b	122,8d
28	36,1d	-12,8d	20,9a	24,5a	121,9e
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 40. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. Oktan recolectados en el mes de noviembre.

Evolución del color del cv. Oktan sin plastificar recolectado en el mes de noviembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	33,7b	-8,6a	12,0d	14,7d	125,7a
7	33,0c	-8,7a	12,2d	15,0d	125,7a
14	32,0d	-10,3b	15,1c	18,3c	124,6b
21	34,7a	-11,2c	16,6b	20,0b	124,3c
28	34,9a	-13,0d	21,3a	25,0a	121,7d
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 41. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. Cliff recolectados en el mes de octubre.

Evolución del color del cv. Cliff sin plastificar recolectado en el mes de octubre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	34,8c	-14,1d	13,5d	16,5d	124,9a
7	34,9c	-12,3c	14,0c	17,1c	124,8b
14	36,1b	-9,7b	19,5b	23,1b	122,5c
21	38,4a	-9,4a	25,3a	28,9a	119,2d
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 42. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. Cliff recolectados en el mes de noviembre.

Evolución del color del cv. Cliff sin plastificar recolectado en el mes de noviembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	32,5b	-8,1a	11,2c	13,8b	126,1a
7	31,3c	-8,7b	12,0b	14,8b	126,1a
14	32,5b	-10,7c	15,8a	19,1a	124,5b
21	38,4a	-11,0c	16,5a	19,8a	123,9b
28					
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 43. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. Braganza recolectados en el mes de diciembre.

Evolución del color del cv. Braganza sin plastificar recolectado en el mes de diciembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	35,4	-10,8b	16,2b	19,5b	124,0c
7	35,9	-10,5a	15,3c	18,5c	124,5b
14	35,3	-10,8b	15,7bc	19,1bc	124,8a
21	35,2	-10,9b	16,0bc	19,3bc	124,5ab
28	35,1	-11,9c	17,8a	21,4a	123,8c
Valor-P	0,0868	0,0005	0,0001	0,0002	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 44. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. Braganza recolectados en el mes de marzo.

Evolución del color del cv. Braganza sin plastificar recolectado en el mes de marzo					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	35,22d	-9,65a	14,09d	17,08d	124,68ab
7	35,55cd	-9,78a	14,2d	17,25d	124,81a
14	35,34cb	-10,64b	15,72c	18,99c	124,38b
21	36,45b	-11,45c	17,3b	20,76b	123,74c
28	36,03bc	-13,53e	22,02a	25,86a	121,76d
35	38,43a	-12,7d	21,59a	25,07a	120,81e
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 45. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. 091 recolectados en el mes de diciembre.

Evolución del color del cv. 091 sin plastificar recolectado en el mes de diciembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	35,7d	-10,6a	15,5d	18,8d	124,5a
7	36,4c	-10,6a	15,4d	18,7d	124,6a
14	36,5c	-11,2b	16,4c	19,8c	124,3b
21	37,7b	-12,0c	18,7b	22,2b	122,9c
28	38,8a	-12,8d	20,6a	24,3a	121,8d
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 46. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. 091 recolectados en el mes de marzo.

Evolución del color del cv. 091 sin plastificar recolectado en el mes de marzo					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	37,0d	-11,1a	16,2e	19,7e	124,8a
7	37,6c	-11,7b	17,4d	21,0d	124,3b
14	38,8b	-12,8b	19,8c	23,6c	123,0c
21	40,5a	-13,5d	21,9b	25,8b	121,8d
28	38,9ab	-14,4d	24,3a	28,3a	120,7e
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 47. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. Montano recolectados en el mes de diciembre.

Evolución del color del cv. Montano sin plastificar recolectado en el mes de diciembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	33,4c	-9,2b	12,9c	15,9c	125,6c
7	33,6bc	-8,9a	12,3d	15,2d	126,1a
14	33,4c	-9,4b	13,0c	16,1c	125,9b
21	33,8b	-10,3c	14,6b	17,9b	125,2d
28	34,4a	-10,9d	15,8a	19,2a	124,8e
Valor-P	0,0040	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 48. Evolución del color externo de los frutos sin plastificar del cv. 447 recolectados en el mes de marzo.

Evolución del color del cv. 447 sin plastificar recolectado en el mes de marzo					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	36bc	-10,1a	14,6c	17,8cc	125,1a
7	35,6d	-10,2a	14,8c	18,0c	124,9a
14	36,4b	-11,2b	17,0b	20,3b	123,7b
21	37,5a	-12,0c	19,3a	22,7a	122,3c
28					
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 49. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. Oktan recolectados en el mes de octubre.

Evolución del color del cv. Oktan plastificado recolectado en el mes de octubre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	35,8b	-9,5a	13,7c	16,6c	125,1a
7	35,5b	-9,3a	13,7c	16,7c	124,4a
14					
21	40,0a	-12,9b	22,3a	24,2a	120,4c
28	39,7a	-12,4b	20,7b	25,8a	121,4b
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 50. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. Oktan recolectados en el mes de noviembre.

Evolución del color del cv. Oktan plastificado recolectado en el mes de noviembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	34,2b	-9,0a	12,6c	15,5c	125,8a
7					
14	36,4a	-10,9bc	16,2ab	19,5ab	124,8ab
21	34,1b	-9,6ab	14,0bc	17bc	124,7b
28	36,6a	-11,7c	18,5a	21,9a	122,7c
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 51. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. Cliff recolectados en el mes de octubre.

Evolución del color del cv. Cliff plastificado recolectado en el mes de octubre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	34,5b	-9,8a	14,1b	17,1b	125,0a
7					
14					
21	40,6a	-12,2b	23,0a	26,1a	117,9b
28	41,2a	-12,6b	22,7a	26,0a	119,0b
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 52. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. Cliff recolectados en el mes de noviembre.

Evolución del color del cv. Cliff plastificado recolectado en el mes de noviembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	31,9b	-7,5a	9,9c	12,4c	127,0a
7					
14	36,0a	-10,7bc	15,1b	18,5b	125,6b
21	35,5a	-10,0b	15,0b	18,0b	124,0c
28	36,5a	-11,3c	17,7a	21,1a	123,0d
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 53. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. Braganza recolectados en el mes de diciembre.

Evolución del color del cv. Braganza plastificado recolectado en el mes de diciembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	36,1b	-10,7a	15,6d	18,9e	124,4a
7					
14	35,6c	-10,6a	17,3cd	20,4de	122,0bc
21	36,4bc	-11,4b	17,4c	20,8d	123,2b
28	38,2ab	-11,1cd	22,7ab	26,2ab	120,2cd
35	39,8a	-12,6c	20,8b	24,3c	121,3c
42	39,8a	-13,5d	23,6a	27,2a	119,9d
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 54. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. Braganza recolectados en el mes de marzo.

Evolución del color del cv. Braganza plastificado recolectado en el mes de marzo					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	34,3c	-10,9b	16,3b	19,6b	124,2b
7					
14	30,3d	-5,7a	7,6c	9,4c	126,9a
21					
28					
35					
42	37,1b	-13,5c	23,5a	27,1a	120,2c
49	41,4a	-12,9c	24,0a	27,3a	118,6d
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 55. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. 091 recolectados en el mes de diciembre.

Evolución del color del cv. 091 plastificado recolectado en el mes de diciembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	35,8b	-10,5a	15,1b	18,4b	125,1a
7					
14					
21					
28					
35	39,1a	-13,4b	22,9a	26,5a	120,6b
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 56. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. 091 recolectados en el mes de marzo.

Evolución del color del cv. 091 plastificado recolectado en el mes de marzo					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	37,2c	-11,0a	15,9c	19,4c	125,1a
7					
14	32,8d	-12,2b	18,1c	21,9c	124,1a
21	37,9c	-12,9b	21,4b	25,0b	121,4b
28	40,1b	-14,7c	27,6a	31,3a	118,3c
35	47,4a	-14,3c	28,4a	31,8a	117,0c
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 57. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. Montano recolectados en el mes de diciembre.

Evolución del color del cv. Montano plastificado recolectado en el mes de diciembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	33,3c	-8,7a	11,9c	14,8c	126,4a
7					
14					
21					
28	35,8b	-11,7b	18,4b	21,8d	122,9b
35	38,4a	-14,5c	25,2a	29,0a	120,1c
42	37,1a	-11,2b	17,4b	20,7d	123,1b
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 58. Evolución del color externo de los frutos plastificados del cv. 447 recolectados en el mes de marzo.

Evolución del color del cv. 447 plastificado recolectado en el mes de marzo					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	35,7c	-10,0a	14,2d	17,3c	125,4a
7					
14					
21	41,0ab	-13,9d	23,9bc	27,7ab	120,1a
28					
35					
42	41,1ab	-13,7d	24,9b	28,4a	119,1b
49	41,5a	-12,6c	22,8c	26,1b	119,3b
56	38,4bc	-12,2bc	22,2c	25,3b	119,9b
63	40,7ab	-14,5d	26,2a	30,0a	119,1b
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

3. 8. COLOR INTERNO.

A continuación, se presentan los datos obtenidos de la evolución del color de la pulpa y la carne de los frutos, en definitiva, del color interno, en el espacio de color CIELAB (Tabla 59 hasta Tabla 78).

No se ha encontrado bibliografía relacionada con el estudio del color interno de los frutos de pepino, por lo que no se pueden corroborar los datos obtenidos con los de otros autores. En este apartado se demuestra la importancia de esta investigación debido a su innovación en el estudio de nuevos parámetros que podrían servir para la evaluación poscosecha de los frutos.

- Luminosidad.

En todos los casos la luminosidad disminuye, es un resultado que se puede esperar ya que el interior de los pepinos recién recolectados es muy claro y a medida que avanza el tiempo van tornándose hacia un color más oscuro.

Los resultados arrojados por el colorímetro muestran valores comprendidos entre 60 y 70.

No se encuentran diferencias significativas entre frutos plastificados y frutos sin plastificar.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

- Parámetro a*.

En todos los casos los valores de este parámetro ascienden gradualmente, lo que significa que se pierde tonalidad de verde. Los valores que se han obtenido están comprendidos entre -5 y -11.

No existen diferencias en la evolución de este parámetro asociadas a la presencia o ausencia de plástico como recubrimiento de los frutos.

- Parámetro b*.

La tendencia de los valores del parámetro b* siempre es la misma: desde el momento de la recolección aumenta hasta que los frutos dejan de ser comerciales o entre los 14 y 21 días alcanza un máximo a partir del cual comienza a disminuir hasta que deja de ser comercial el fruto.

Los valores arrojados por el colorímetro se encuentran dentro de un margen de entre 20 y 30, sin haber diferencias entre recubrimiento plástico y frutos desnudos.

- Cromo o saturación.

En este apartado se ve la repetición casi en todas las variedades del mismo patrón, primero comienza disminuyendo el valor de este parámetro hasta que comienza a subir de nuevo, llegando a un máximo relativo entre los 14 y 28 días después de la recolección, y a partir de este punto comienza a disminuir nuevamente.

Los valores relativos a este parámetro oscilan entre 20 y 30.

No se encuentran diferencias que puedan estar motivadas por la presencia o ausencia de plástico.

- Ángulo de matiz.

La tonalidad según el espacio de color CIE L*C*h* está comprendida entre 100° y 115°, lo que corresponde al segundo cuadrante que se puede ver en la *Ilustración 22*. Estos valores son bastante cercanos al amarillo (90°), datos esperados ya que se aprecia a simple vista. Además, conforme aumenta el tiempo de almacenamiento más amarillo se vuelve el interior del fruto, reflejándose en valores más pequeños en las tablas posteriores.

En la mayoría de los casos los frutos plastificados tienden a presentar un ángulo de matiz levemente superior en comparación con los frutos desnudos, por lo que estos últimos presentan un menor amarilleamiento de la pulpa y la carne para el mismo tiempo de almacenamiento.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 59. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. Oktan recolectados en el mes de octubre.

Evolución del color del cv. Oktan sin plastificar recolectado en el mes de octubre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	66,8ab	-9,7c	21,7c	23,7b	114,2a
7	68,1a	-9,2bc	22,5bc	24,3b	112,2b
14	66,1bc	-8,5b	25,2a	26,7a	108,7c
21	65,0c	-8,5b	24,7a	26,1a	109,0c
28	65,8bc	-7,7a	23,2b	24,5b	108,35c
Valor-P	0,0175	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 60. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. Oktan recolectados en el mes de noviembre.

Evolución del color del cv. Oktan sin plastificar recolectado en el mes de noviembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	66,8a	-9,9c	24,0b	26,0b	112,5a
7	64,9bc	-10,1c	26,3a	28,2a	111,1b
14	65,6b	-9,2b	27,4a	29,0a	108,6d
21	62,1d	-8,8ab	24,5b	26,1b	109,9c
28	63,2cd	-8,5a	24,9b	26,3b	109,1cd
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 61. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. Cliff recolectados en el mes de octubre.

Evolución del color del cv. Cliff sin plastificar recolectado en el mes de octubre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	66,8a	-10,3c	24,0b	26,1	113,3a
7					
14	65,0b	-7,7b	25,6a	26,7	106,6b
21	65,1b	-6,2a	26,0a	26,8	103,3c
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,2939	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 62. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. Cliff recolectados en el mes de noviembre.

Evolución del color del cv. Cliff sin plastificar recolectado en el mes de noviembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	67,8a	-9,8c	23,8c	25,7c	112,6a
7	67,4a	-9,4c	25,0b	26,7bc	110,6b
14	66,9a	-8,5b	26,6a	27,9ab	107,7c
21	64,2b	-7,8a	27,4a	28,5a	105,9d
Valor-P	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 63. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. Braganza recolectados en el mes de diciembre.

Evolución del color del cv. Braganza sin plastificar recolectado en el mes de diciembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	67,1a	-11,0d	26,1a	28,3a	112,8b
7	66,2a	-10,3c	23,8c	25,9c	113,6a
14	64,9b	-10,3c	24,9b	26,9b	112,4bc
21	62,5c	-9,2b	23,3c	25,1c	111,5c
28	63,7bc	-8,7a	24,3bc	25,8c	109,8d
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 64. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. Braganza recolectados en el mes de marzo.

Evolución del color del cv. Braganza sin plastificar recolectado en el mes de marzo					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	67,5a	-10,4d	25,6a	27,7a	112,2b
7	66,0ab	-9,7cd	22,2b	24,3b	113,6a
14	61,4c	-9,4bc	23,0b	24,5b	110,4c
21	65,3b	-8,8ab	26,2a	27,7a	108,5d
28	66,1ab	-8,5ab	26,6a	28,3a	109,4cd
35	61,3c	-8,4a	26,8a	28,1a	107,3e
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 65. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. 091 recolectados en el mes de diciembre.

Evolución del color del cv. 091 sin plastificar recolectado en el mes de diciembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	65,4a	-9,8c	22,3a	24,4a	113,7a
7	65,9a	-9,9c	21,9ab	24,0ab	114,3a
14	64,5a	-9,4b	21,3b	23,3bc	113,8a
21	65,5a	-8,3a	20,8b	22,4bc	111,9b
28	62,1b	-8,2a	20,6b	22,2c	111,7b
Valor-P	0,0048	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 66. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. 091 recolectados en el mes de marzo.

Evolución del color del cv. 091 sin plastificar recolectado en el mes de marzo					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	64,8a	-9,8b	22,0b	24,1	114,0a
7					
14	62,6b	-8,8a	23,5a	25,1	110,7b
21	63,7ab	-8,7a	23,3a	24,9	110,6b
Valor-P	0,0395	0,0000	0,0149	0,1643	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 67. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. Montano recolectados en el mes de diciembre.

Evolución del color del cv. Montano sin plastificar recolectado en el mes de diciembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	64,0	-10,6b	24,8	26,9	113,2a
7	63,8	-10,0ab	23,8	25,8	112,9a
14	65,7	-11,0b	26,0	28,2	112,9a
21	66,6	-9,7a	24,2	26,1	111,9b
28	64,2	-9,4a	24,7	26,5	110,8c
Valor-P	0,0674	0,0000	0,1690	0,0786	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 68. Evolución del color interno de los frutos sin plastificar del cv. 447 recolectados en el mes de marzo.

Evolución del color del cv. 447 sin plastificar recolectado en el mes de marzo					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	65,5a	-10,2b	24,5	26,6	112,7a
7					
14	65,0ab	-8,5a	24,7	26,2	109,2b
21	62,9b	-8,1a	26,1	27,4	107,3c
Valor-P	0,0121	0,0000	0,0660	0,3353	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 69. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. Oktan recolectados en el mes de octubre.

Evolución del color del cv. Oktan plastificado recolectado en el mes de octubre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	65,3a	-9,4b	20,7b	21,6b	114,6a
7	65,6a	-9,1b	21,3b	22,7b	113,3b
14					
21	63,7ab	-7,8a	23,2a	23,2ab	108,7d
28	63,0b	-7,6a	20,2b	24,5a	110,7c
Valor-P	0,0316	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 70. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. Oktan recolectados en el mes de noviembre.

Evolución del color del cv. Oktan plastificado recolectado en el mes de noviembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	64,6a	-9,2c	21,1b	23,0b	113,7a
7					
14	61,3b	-8,6b	19,8c	21,6c	113,6a
21	61,9b	-7,9a	19,3c	20,9c	112,6b
28	61,5b	-8,1a	23,3a	24,7a	109,2c
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 71. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. Cliff recolectados en el mes de octubre.

Evolución del color del cv. Cliff plastificado recolectado en el mes de octubre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	113,4a	-10,5c	24,4	26,6a	113,4a
7					
14					
21	104,2b	-6,3b	24,8	25,6b	104,2b
28	102,4b	-4,9a	22,3	22,9b	102,4b
Valor-P	0,0000	0,0000	0,2560	0,0222	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 72. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. Cliff recolectados en el mes de noviembre.

Evolución del color del cv. Cliff plastificado recolectado en el mes de noviembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	65,2a	-9,9b	22,8b	24,9b	113,7a
7					
14	65,5a	-8,1a	19,5c	21,1c	112,8a
21	66,4a	-9,0a	24,8a	26,4a	110,1b
28	62,3b	-8,7a	24,6a	26,1a	109,6b
Valor-P	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 73. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. Braganza recolectados en el mes de diciembre.

Evolución del color del cv. Braganza plastificado recolectado en el mes de diciembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	67,0a	-10,7c	25,2a	27,4a	113,1a
7	61,6bc	-9,1b	21,9bc	23,7cd	112,5ab
14	63,3b	-9,3b	23,6bc	25,4bc	111,5b
21	64,8ab	-9,2b	26,0a	27,6a	109,5c
28	61,3bc	-7,3a	20,9c	22,1d	109,2c
35	59,1c	-7,1a	17,9d	19,3e	111,5b
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 74. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. Braganza recolectados en el mes de marzo.

Evolución del color del cv. Braganza plastificado recolectado en el mes de marzo					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	67,5a	-10,4d	25,6a	27,7a	112,2b
7	66,0ab	-9,7cd	22,2b	24,3b	113,6a
14	61,4c	-8,5ab	23,0b	24,5b	110,4c
21	65,3b	-8,8ab	26,2a	27,7a	108,5d
28	66,1ab	-9,4bc	26,6a	28,3a	109,4cd
35	61,3c	-8,4a	26,8a	28,1a	107,3e
Valor-P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 75. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. 091 recolectados en el mes de diciembre.

Evolución del color del cv. 091 plastificado recolectado en el mes de diciembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	63,9a	-9,8b	21,8a	23,9a	114,2a
7					
14					
21	61,5b	-8,7a	20,2ab	22,0ab	113,3ab
28					
35	62,4b	-7,8a	18,6b	20,2b	112,7b
Valor-P	0,0485	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 76. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. 091 recolectados en el mes de marzo.

Evolución del color del cv. 091 plastificado recolectado en el mes de marzo					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	66,3	-9,8c	22,2	24,3	113,9a
7					
14	63,0	-9,3bc	22,4	24,3	112,7ab
21	64,3	-8,9b	22,8	24,5	111,4bc
28	65,7	-8,2a	22,2	23,7	110,5c
Valor-P	0,1445	0,0000	0,8091	0,7952	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Tabla 77. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. Montano recolectados en el mes de diciembre.

Evolución del color del cv. Montano plastificado recolectado en el mes de diciembre					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	61,5a	-10,2b	23,4	25,6	113,6a
7					
14					
21	63,9a	-9,7b	25,3	27,1	111,0b
28	59,0b	-8,7a	23,6	25,1	110,3bc
35					
42	61,0ab	-7,8a	22,2	23,5	109,3c
Valor-P	0,0000	0,0000	0,2436	0,1651	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Tabla 78. Evolución del color interno de los frutos plastificados del cv. 447 recolectados en el mes de marzo.

Evolución del color del cv. 447 plastificado recolectado en el mes de marzo					
Días después de la recolección	L*	a*	b*	C	h
0	66,1a	-10,5d	25,5a	27,6a	112,4a
7					
14					
21	60,8b	-9,3cd	25,3ab	27,1ab	110,8bc
28					
35					
42	64,2ab	-7,7bc	23,6b	24,9bc	108,2c
49	61,6b	-6,7a	22,3b	23,3c	106,7d
56					
63	61,8ab	-6,6a	23,6ab	24,7bc	106,4d
Valor-P	0,0042	0,0000	0,0005	0,0000	0,0000

Nota: Los valores con una letra en común no son significativamente diferentes, según prueba LSD Fisher ($p \leq 0,05$).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

4. CONCLUSIONES.

En base a los resultados obtenidos en el presente estudio, se puede llegar a las siguientes conclusiones:

- La pérdida de peso de los frutos se ve afectada por el uso de plástico retráctil como recubrimiento, llegando a evitar hasta diez veces el peso perdido en comparación con los frutos sin recubrir.
- El plástico retráctilado es un factor de influencia en cuanto a la vida comercial de los frutos, ya que, dependiendo del comportamiento de la variedad, este recubrimiento puede alargar entre 1 y 3 semanas el periodo de comercialización de los frutos de pepino en comparación con los frutos que no están plastificados.
- Con relación a la firmeza durante la vida comercial de los frutos, se ha demostrado que, cuando los frutos están plastificados, la pérdida de firmeza tiene que ser mayor para que el fruto deje de ser comercial. Además, durante ese periodo la firmeza puede aumentar ligeramente debido al aumento de elasticidad.
- El contenido de SST en los frutos está relacionado con el tiempo de almacenamiento de los mismos, el hecho de estar plastificado o no y la variedad.
- La evolución de la MS en el tiempo depende del tiempo de almacenamiento, de la variedad, del ciclo de cultivo, de la fecha de recolección y la presencia o ausencia de recubrimientos.
- Cuando los frutos de pepino están recubiertos con plástico retráctilado el porcentaje de materia seca va disminuyendo conforme va pasando el tiempo de almacenamiento en cámara frigorífica hasta que el fruto deja de catalogarse como comercial. El rango de pérdida de MS depende de la variedad.
- La pérdida de materia seca que sufren los frutos desde que son comerciales hasta que no lo son también está determinada por el uso de plástico retráctilado como recubrimiento, pudiendo reducir entre 2 y 5 veces esta pérdida en comparación con los frutos sin recubrimiento.
- El parámetro a^* del espacio de color CIELAB tiende a reducirse durante el periodo comercial de los frutos, lo que indica que aumenta su contenido de color verde, pero también hay que tener en cuenta que el parámetro b^* aumenta, lo que indica que el contenido de color amarillo en los frutos aumenta, por lo que hay que ver el concepto de color de manera general y no tener en cuenta cada parámetro de manera individual.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

La unión de estos dos parámetros hace que el ángulo de matiz refleje una tonalidad que progresa hacia el amarillo.

- El uso de plástico retractilado hace que los frutos procedentes del ciclo de invierno tengan un menor aumento del parámetro b^* , por lo que su amarilleo sería inferior al de los frutos del segundo ciclo estudiado.
- Con el uso de plástico retractilado el ángulo de matiz muestra una menor reducción que en los frutos desnudos, por lo que este recubrimiento retrasa el amarilleamiento en los frutos.
- A medida que pasa el tiempo el color externo de los frutos aumenta el croma, por lo que el color pasa a ser más puro y con mayor saturación.
- El color interno de los frutos se vuelve más oscuro a medida que pasa el tiempo una vez que los frutos se han recolectado. Además, pierden color verde y tienden hacia el amarillo, al igual que en el exterior. En este apartado, el uso de plástico retractilado produce una leve diferencia en comparación con los frutos desnudos debido a que el interior de los frutos con este recubrimiento se vuelve algo menos amarillo.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

5. FASES DE REALIZACIÓN DEL TRABAJO Y CRONOGRAMA TEMPORAL.

Meses	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
Antecedentes del estudio y revisión bibliográfica									
Diseño experimental y elección de material vegetal									
Elaboración del plan de trabajo									
Toma de datos									
Análisis de datos									
Redacción de documentos									

6. COMPETENCIAS ADQUIRIDAS.

E-CB01– Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos, algorítmica numérica; estadística y optimización.

Esta competencia se desarrolla parcialmente debido a que solo se lleva a cabo la parte de estadística.

E-CB03– Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.

E-CA01– Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de: Identificación y caracterización de especies vegetales.

E-CA11 - Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de: Valoración de empresas agrarias y comercialización.

En cuanto a esta competencia, la investigación que se llevará a cabo está fuertemente ligada a la comercialización de productos hortícolas debido a que se valorará su valor comercial.

E-TFG - Capacidad para realizar un ejercicio original individualmente y presentar y defender el mismo ante un tribunal universitario.

Competencias específicas de Hortofruticultura y Jardinería

CTH01 – Capacidad para conocer, comprender y utilizar los principios de Tecnología de la Producción Hortofrutícola: Bases y tecnología de la propagación y producción hortícola, frutícola y ornamental. Control de calidad de productos hortofrutícolas. Comercialización. Genética y mejora vegetal.

Esta competencia se desarrolla parcialmente, debido a que solo se desarrolla la parte de “Control de calidad de productos hortofrutícolas. Comercialización. Genética y mejora vegetal.”

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

7. BIBLIOGRAFÍA.

- AEVAE. (2020). Los plásticos en la agricultura. <https://www.aevae.net/los-plasticos-en-la-agricultura/> <Fecha de consulta: 15/06/2021>.
- Al-Juhaimi, F., Ghafoor, K. & Babiker, E. E. (2012). Effect of gum arabic edible coating on weight loss, firmness and sensory characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) fruit during storage. *Pak. J. Bot*, 44(4), 1439-1444.
- Amer, B. M. & Azam, M. M. (2019). Using hot water as a pretreatment to extend the shelf life of cucumbers (*Cucumis sativus* L.) under cold storage conditions. *Journal of Food Process Engineering*, 42(2).
- AOAC. (1995). Official methods of analysis 16th Ed. Association of official analytical chemists. Washington DC, USA.
- Arcos, J. (2018). Variedades de pepino que satisfacen la tendencia #DesnudaLaFruta. joseantonioarcos.es. <https://joseantonioarcos.es/2018/06/pepino-enza-zaden-desnudalafruta/> <Fecha de consulta: 15/06/2021>
- Aristegui. (2017). Utilización del plástico en agricultura. *Aristegui Maquinaria*. <https://www.aristegui.info/utilizacion-del-plastico-en-agricultura/> <Fecha de consulta: 15/06/2021>.
- Artés, F. & Artés Hernández, F. (2004). Tratamientos postrecolección del tomate fresco. Tendencias e innovaciones. En: Tomates. Producción y comercio. s.l.: *Namesny, A. Ediciones de Horticultura*.
- Aslam, W., Shahzad Noor, R., Hussain, F., Ameen, M., Ulah, S. & Chen, H. (2020). valuating Morphological Growth, Yield, and Postharvest Fruit Quality of Cucumber (*Cucumis Sativus* L.) Grafted on Cucurbitaceous Rootstocks. *Agriculture*, 10,101.
- Barraza-Álvarez F. (2015). Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 9(1), 60-71. <https://doi.org/10.17584/rcch.2015v9i1.3746>
- Calatrava, J. (2005). Calidad alimentaria: Algunas consideraciones sobre la innovación en su gestión y su control. En: Innovación y comercialización hortofrutícola.s.l., *Universidad de Almería. Servicio de Publicaciones*.
- Camacho Ferre, F. (2003). Técnicas de producción en cultivos protegidos (Nº. 04; SB318 T4.). *Caja Rural Intermediterránea, Cajamar*.
- Casaca-Daniel, A. (2005). El cultivo de pepino, guía técnica de frutas y vegetales, proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola. 8–10.
- Chacón, K. & Monge, J. E. (2017). Evaluación de rendimiento y calidad de tres genotipos de pepino tipo mini (*Cucumis sativus* L.) cultivados bajo invernadero en Costa Rica, durante la época seca. *Revista Tecnología en Marcha*, 30(1), 14-26.
- Chacón, K. & Monge, J. E. (2020). Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero: comparación entre tipos de pepino. *Tecnología en marcha*, 33(1), 17-35.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

- Chen, C., Geng, Z., Juan, C., Xiaohong, L., Xiangyang, L., Huiming, C. & Yun, T. (2021). Integrated Metabolome and Transcriptome Analysis Unveils Novel Pathway Involved in the Formation of Yellow Peel in Cucumber. *Internal Journal of Molecular Sciences*. 22(3),1494-1514.
- Commission Implementing Regulation (EU) No 543/2011 of 7 June 2011. (2011). Laying down Detailed Rules for the Application of Council Regulation (EC) No 1234/2007 in Respect of the Fruit and Vegetables and Processed Fruit and Vegetables Sectors; EU: Brussel, Belgium, 2011.
- Cortés, M. J. Y. & Rodríguez, E. (2011). Valoración de atributos de calidad en pepino (*Cucumis sativus* L.) fortificado con vitamina E. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 9(1), 24-34.
- Dhall, R. (2013). Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 53(5), 435-450. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.541568>
- Díaz-Pérez, M., Carreño-Ortega, Á., Salinas-Andújar, J.-A. & Callejón-Ferre, Á.-J. (2019). Application of logistic regression models for the marketability of cucumber cultivars. *Agronomy* 9, 17. <https://doi.org/10.3390/agronomy9010017>.
- Díaz-Pérez, M., Carreño-Ortega, Á., Gómez-Galán, M. & Callejón-Ferre, Á.-J. (2018). Marketability Probability Study of Cherry Tomato Cultivars Based on Logistic Regression Models. *Agronomy*, 8, 176.
- Dickinson, E. (2009). Hydrocolloids as emulsifiers and emulsion stabilizers. *Food Hydrocolloids*. 23(6), 1473-1482. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2008.08.005>
- Domene Ruíz, M. A. (2019). Técnicas y parámetros de control de calidad en frutas y hortalizas. *ISSUU*. https://issuu.com/horticulturaposcosecha/docs/1.10.1_domene_m.a <Fecha de consulta: 21/06/2021>.
- Domene Ruíz, M. A. & Segura Rodríguez, M. (2014). Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria. *Publicaciones Cajamar*. Fichas de transparencia N°5.
- E. M. Lamb, N. L. Shaw & D. J. Cantliffe. (2001). «Beit Alpha cucumber: a new greenhouse crop for Florida,» <http://www.hos.ufl.edu/protectedag/EDIS/CV27700.pdf>.
- Edeka libera del plástico a sus verduras y quiere concienciar con un sorprendente spot. (2019). *Marketing Directo*. <https://www.marketingdirecto.com/anunciantes-general/anunciantes/edeka-libera-del-plastico-a-sus-verduras-y-quiere-concienciar-con-un-sorprendente-spot>
- Ekman, J. H., Pristijono, P., Parks, S. & Jarvis, J. (2009). Growing Conditions Affect Postharvest Quality of Greenhouse Cucumbers. In *VI International Postharvest Symposium* 877 (pp. 181-186).
- Elizalde, M. G., Manjarrez, I. R., García, Y. H., Meza, L. O., Robles, J. G., Ruiz, J. M. & Sañudo, R. B. (2017). Calidad Físicoquímica y Sensorial de Pepino Orgánico (*Cucumis sativus* L.) Encerado. *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha*, 18(2).

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Ellen MacArthur Foundation & UNEP (2019). The New Plastics Economy Global Commitment Progress Report. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Global-Commitment-2019-Progress-Report.pdf>

FAO. (2011) (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Global Food Losses and Food Waste: Extent, Causes and Prevention; Study Conducted for the International Congress SAVE FOOD! At Interpack, Düsseldorf, Germany; FAO: Rome, Italy, 2011. <http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e00.Pdf> <Fecha de consulta: 16/06/2021>.

Feng, L., Zhang, M., Adhikari, B. & Guo, Z. (2018). Effect of ultrasound combined with controlled atmosphere on postharvest storage quality of cucumbers (*Cucumis sativus* L.). *Food and bioprocess technology*, 11(7), 1328-1338.

Fernández Valdés, D., Bautista Baños, S., Fernández Valdés, D., Ocampo Ramírez, A., García Pereira, A. & Falcón Rodríguez, A. (2015). Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(3), 52-57.

Fundación Cajamar. (2014). Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentaria. *Negocio agroalimentario y cooperativo*, 5. <https://www.cajamar.es/pdf/bd/agroalimentario/innovacion/investigacion/documentos-y-programas/005-calidad-interna-1410512030.pdf>

Futurcrop. (2018). El uso del plástico en la agricultura y sus consecuencias en el medio ambiente. <https://www.futurcrop.com/es/blog/post/el-uso-del-plastico-en-la-agricultura-y-sus-consecuencias-en-el-medio-ambiente> <Fecha de consulta: 15/06/2021>.

Gajc-Wolska, J., Kowalczyk, K. & Bujalski, D. (2010). The effect of cultivation term, substrate and cultivar on chemical composition of cucumber fruit (*Cucumis sativus* L.) in greenhouse production. *Acta Hortic.* 877, 239–244. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2010.877.26>.

Galiotta, G., Molinari, F., Capdevielle, D. & Washington, D. (2004). Aumento de la vida útil poscosecha de tomate usando una película de proteína de suero de leche. *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha*. 6(2), 117–123. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81360209>

Gang, C., Li, J., Chen, Y., Li, H., Pan, B. & Odeh, I. (2014). Synergistic Effect of Chemical Treatments on Storage Quality and Chilling Injury of Honey Peaches. *Journal of Food Processing and Preservation*. 39(6), 1108–1117. <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jfpp.12325>

Gómez-López, M.D., Fernández-Trujillo, J.P. & Baille, A. (2006). Cucumber fruit quality at harvest affected by soilless system, crop age and preharvest climatic conditions during two consecutive seasons. *Sci. Hortic.* 110, 68–78. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.06.021>.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Gómez, J. (2004). Estrategias de innovación en el sector hortofrutícola español y en las empresas encargadas de la logística y transporte de estos productos perecederos. *Papeles de Geografía*. Issue Nº 39, pp. 81-117.

Gómez, M. D., Baille, A., González-Real, M.M. & Mercader, J.M. (2003). Dry matter partitioning of greenhouse cucumber crops as affected by fruit load. *Acta Hort.* 614, 573–578. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2003.614.85>

Greenpeace. (2019). Ranking de supermercados según su huella plástica. *Greenpeace España*. <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/ranking-de-supermercados-contr-el-plastico/>

Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Van Otterdijk, R. & Meybeck, A. (2012). Pérdidas y Desperdicio de Alimentos en el Mundo. Alcances, Causas y Prevención. FAO: Roma, Italia. <http://www.fao.org/3/a-i2697s.pdf>

Hidalgo-Rosas, R. (2020). Evaluación del rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis Sativus* L.) ante la aplicación de bioestimulantes a base de algas marinas en la zona de Simón Bolívar provincia del Guayas.

Interempresas. (2003). Horno retráctilado pepinos. <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/71506-Horno-retractilado-pepinos.html> <Fecha de consulta: 15/06/2021>.

Jamróz, E., Kopel, P., Tkaczewska, J., Dordevic, D., Jancikova, S., Kulawik, P., Milosavljevic, V., Dolezelikova, K., Smerkova, K., Svec, P. & Adam, V. (2019). Nanocomposite Furcellaran Films—the Influence of Nanofillers on Functional Properties of Furcellaran Films and Effect on Linseed Oil Preservation. *Polymers*, 11, 2046.

Jasso-Chaverria, C., Hochmuth, G. J., Hochmuth, R. C. & Sargent, S. A. (2005). Fruit yield, size, and color responses of two greenhouse cucumber types to nitrogen fertilization in perlite soilless culture. *HortTechnology*, 15(3), 565-571. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.15.3.0565>

Jia, B., Zheng, Q., Zuo, J., Gao, L., Wang, Q., Guan, W. & Shi, J. (2018). Application of postharvest putrescine treatment to maintain the quality and increase the activity of antioxidative enzyme of cucumber. *Scientia Horticulturae*, 239, 210-215.

Kader, A. (2002a). Postharvest technology of horticultural crops. *Agriculture and Natural Resources*. 3ª Ed., University of California. Publication 3311: 575.

Kader, A. (2002b). Postharvest biology and technology: An overview. In Postharvest Technology of Horticultural Crops; Kader, A.A., Ed.; *Regents of the University of California, Division of Agricultural and Natural Resources*: Oakland, CA, USA; pp. 39–47.

Kader, A. (2008). Flavor quality of fruits and vegetables. *J. Sci. Food Agric.* 88, 1863–1868. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3293>.

Kader, A., Zagory, D., Kerbel, E. L. & Wang, C. Y. (1989). Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 28, 1–30.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

- Kahramanoglu, I. & Usanmaz, S. (2019). Improving postharvest storage quality of cucumber fruit by modified atmosphere packaging and biomaterials. *HortScience* 54, 2005–2014. <https://doi.org/10.21273/hortsci14461-19>.
- Kahramanoglu, I. & Usanmaz, S. Improving Postharvest Storage Quality of Cucumber Fruit by Modified Atmosphere Packaging and Biomaterials. (2019). *HortScience*, 54, 2005–2014.
- Khalil, H. P. S. A., Banerjee, A., Saurabh, C. K., Tye, Y. Y.; Suriani, A. B., Mohamed, A., Karim, A. A., Rizal, S. & Paridah, M. T. (2018). Biodegradable Films for Fruits and Vegetables Packaging Application: Preparation and Properties. *Food Eng. Rev.* 10, 139–153.
- Kitinoja, L. & Kader, A. (2003). Técnicas de manejo poscosecha a pequeña escala: manual para los productores hortofrutícolas. *Serie Hortofruticultura* Nº8. 4ª Ed. Universidad de California.
- Li, J., Yan, S., Wang, Q., Li, Y. & Wang, Q. (2014). Effects of ionized air treatments on postharvest physiology and quality of fresh cucumber. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(1), 271-277.
- Lie, F., Min, Z., Bhesh, B. & Zhimei, G. (2018). Effect of Ultrasound Combined with Controlled Atmosphere on Postharvest Storage Quality of Cucumbers (*Cucumis sativus* L.). *Food and Bioprocess Technology*, 11,1328-1338.
- Lipinski, B., Hanson, C., Lomax, J., Kitinoja, L., Waite, R. & Searchinger, T. (2013). Reducing food loss and waste. In Working Paper, In-stallment 2 of Creating a Sustainable Food Future; *World Resources Institute*: Washington, DC, USA. https://pdf.wri.org/reducing_food_loss_and_waste.pdf <Fecha de consulta: 16/06/2021>.
- López, M. (2020). Recubrimiento de Poli (Acetato De Vinilo-Co-Alcohol Vinílico) Adicionado con Nanopartículas de Óxido de Calcio y su Efecto en la Poscosecha de Pepino (*Cucumis sativus* L.).
- Losilla, R. (2020). Syngenta muestra el pepino largo que no necesita plástico. *FyH Revista*. <https://fyh.es/syngenta-muestra-el-pepino-largo-que-no-necesita-plastico/> <Fecha de consulta: 15/06/2021>
- Maudos, J., & Salamanca, J. (2020). Observatorio sobre el sector agroalimentario español en el contexto europeo. Informe 2019. *Cajamar Caja Rural*. <https://www.publicacionescajamar.es/publicacionescajamar/public/pdf/series-tematicas/informes-coyuntura-monografias/informe65-observatorioagro2020-web-.pdf>
- McCollum, T.G., Doostdar, H., Mayer, R.T. & McDonald, R.E. (1995). Immersion of cucumber fruit in heated water alters chilling-induced physiological changes. *Postharvest Biol. Technol.* 6, 55–64. [https://doi.org/10.1016/0925-5214\(94\)00045-t](https://doi.org/10.1016/0925-5214(94)00045-t).
- Migut, D., Gorzelany, J., Antos, P., & Balawejder, M. (2019). Postharvest ozone treatment of cucumber as a method for prolonging the suitability of the fruit for processing. *Ozone: Science & Engineering*, 41(3), 261-264.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

- Moreno Velázquez, D., Cruz Romero, W., García Lara, E., Ibañez Martínez, A., Barrios Díaz, J. M., & Barrios Díaz, B. (2013). Cambios fisicoquímicos poscosecha en tres cultivares de pepino con y sin película plástica. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(6), 909-920.
- Mossa, A.-T., Mohafrash, S., Ziedan, E.-S., Abdelsalam, I., & Sahab, A. (2021). Development of eco-friendly nanoemulsions of some natural oils and evaluating of its efficiency against postharvest fruit rot fungi of cucumber. *Industrial Crops and Products*, 159,113049.
- Musmade, A. M. & Desai, U. T. (1998). Cucumber and melon. In: handbook of vegetables science and technology. Salunke, B. K. and Kadam, S. S. 245-253.
- Muy-Rangel, D., Siller, J., Díaz, J. & Valdéz, B. (2004). Efecto de las condiciones de almacenamiento y el encerado en el estatus hídrico y la calidad poscosecha de pepino de mesa. *Fitotecnia Mexicana*. 27(2), 157-165. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61027206>
- Narrillos, E. (2019). Los plásticos de un solo uso, prohibidos a partir de 2021. Parlamento Europeo. <https://www.europarl.europa.eu/news/es/press-room/20190321IPR32111/los-plasticos-de-un-solo-uso-prohibidos-a-partir-de-2021>
- Nasef, I.N. (2018). Short hot water as safe treatment induces chilling tolerance and antioxidant enzymes, prevents decay and maintains quality of cold-stored cucumbers. *Postharvest Biol. Technol.* 138, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.12.005>.
- Nishizawa, T., Okada, T., Suzuki, Y., Motomura, Y. & Aikawa, T. (2018). Postharvest deformation of cucumber fruit associated with water movement and cell wall degradation. *Acta Hort.* 1194, 1217–1224. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2018.1194.173>.
- Novoa, E. (2019). «Si solo hubiera demanda de pepino desnudo sería más económico». FreshPlaza.es. <https://www.freshplaza.es/article/9140812/si-solo-hubiera-demanda-de-pepino-desnudo-seria-mas-economico/> <Fecha de consulta: 15/06/2021>.
- Owoyemi, A., Porat, R., & Rodov, V. (2021). Effects of compostable packaging and perforation rates on cucumber quality during extended shelf life and simulated farm-to-fork supply-chain conditions. *Foods*, 10(2), 471.
- Pacheco, M. (2015). Propiedades de barrera a la humedad y al crecimiento microbiano de recubrimientos de quitosano-cera de carnauba-aceite esencial de orégano en frutos de pepino. 21-35.
- Parlamento Europeo. (2019). Los plásticos de un solo uso, prohibidos a partir de 2021 [Comunicado de prensa]. <https://www.europarl.europa.eu/news/es/press-room/20190321IPR32111/los-plasticos-de-un-solo-uso-prohibidos-a-partir-de-2021>
- Pereira, A. C., de Araújo Perfeito, D. G., de Souza, G. P., Arruda, N., Benett, C. G. S., & da Silva, L. M. (2021). Influence of application of nitrogen doses on the post-harvest quality of cucumber. *Australian Journal of Crop Science*, 15(3), 343-347. Doi: 10.21475/ajcs.21.15.03.p2600

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Planells Ortí, J. & Piqueras, M. (2005). Perspectivas de la comercialización y distribución hortofrutícola. En: Innovaciones en el sector hortofrutícola español. s.l.: *Universidad de Almería.*, pp. 129-144.

PlasticsEurope. (2021). El plástico en las aplicaciones agrícolas. <https://www.plasticseurope.org/es/about-plastics/agriculture> <Fecha de consulta: 15/06/2021>.

Quintero, J., Falguera, V. & Aldemar, H. (2010). Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Revista Tumbaga*, 1(5).

Ramos-Hernández, G. (2015). Control del hongo *Botrytis cinerea* en frutos de tomate durante poscosecha mediante un recubrimiento polimérico. Tesis de maestría en ciencias de la plasticultura. *Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo, Coahuila, México.* Pág. 129.

Razavi, F. & Hajilou, J. (2016). Mejora de la calidad nutricional de poscosecha y capacidad antioxidante de frutas por tratamiento con ácido oxálico antes de la cosecha. *Scientia Horticulturae*. 200, 95–101.

Reche, J. (2011). Cultivo del pepino en invernadero. *Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Madrid, ESP.*

Rendah, P. S., Hashim, N. F. A., Ahmad, A., & Bordoh, P. K. (2018). Effect of chitosan coating on chilling injury, antioxidant status and postharvest quality of Japanese cucumber during cold storage. *Sains Malaysiana*, 47(2), 287-294.

Ruelas-Chacón, X., Reyes-Vega, M., Valdivia-Urdiales, B., Contreras-Esquivel, J., Montañez-Saenz, J., Aguilera-Carbó, A. & Peralta-Rodríguez, R. (2013). Conservación de frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas con recubrimientos comestibles. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*. 5(9), Págs. 31-37.

Schouten, R.E., Jongbloed, G., Tijskens, L.M.M. & van Kooten, O. (2004). Batch variability and cultivar keeping quality of cucumber. *Postharvest Biol. Technol.* 32, 299–310. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.12.005>.

Segura, D., Noguez, R., & Espín, G. (2007). Contaminación ambiental y bacterias productoras de plásticos biodegradables. *Biotechnología*, 14(3), 361-372.

Servicio de Estudios Agroalimentarios de Cajamar. (2020). Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería. Campaña 2019/2020 (Nº. 66). *Publicaciones Cajamar*.

Singh, V., Hedayetullah, M., Zaman, P. & Meher, J. (2014). Postharvest technology of fruits and vegetables: An overview. *Journal of Postharvest Technology*. 2(2), 124–135.

Sogvar, O. B., Koushesh Saba, M. & Emamifar, A. (2016). Aloe vera and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit. *Postharvest. Biol. Technol.* 114, 29-35. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.11.019>

Suslow, T & Cantwell, M. (1997). Cucumber. Produce facts. Perishables Handling No. 90. University of California, Davis. USA. pp: 21-22.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Suslow, T. & Cantwell, M. (2013). Postharvest Quality in Cucumber. *Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, CA 95616.* <https://www.tecnicoagricola.es/calidad-poscosecha-en-pepino/>

Tsuchida, H., Kozukue, N., Han, G., Choi, S., Levin, C. & Friedman, M. (2010). Low-temperature storage of cucumbers induces changes in the organic acid content and in citrate synthase activity. *Postharvest Biol. Technol.* 58(2), 129–134. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.06.006>

Valencia-Chamorro, S., & Torres-Morales, J. (2016). Recubrimientos Comestibles Aplicados En Productos De IV Y V Gamma. *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha*, 17(2), 162-174. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81349041004>

Valverde Miranda, D., Díaz Pérez, M., Gómez Galán, M., & Callejón Ferre, Á. J. (2021). Total soluble solids and dry matter of cucumber as indicators of shelf life. *Postharvest Biology and Technology*, 180,111603.

Vargas, M., González-Martínez, C., Chiralt, A. & Cháfer, M. (2007). Estudio preliminar del uso de recubrimientos de quitosano y de microorganismos eficaces en el control poscosecha de la podredumbre azul de las naranjas. *V Congreso Iberoamericano de Tecnología Poscosecha y Agroexportaciones*. 1416-1423.

Walter, W. M., Epley, D. G. & McFeeters, R. F. (1990). Effect of water stress on stored pickling cucumbers. *J. Agric. Food Chem.* 38:2185-2191.

Wills, R., Glasson, B., Gragam, D. & Joyce, D., (1998). Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of fruit, vegetables and ornamentals. Adelaide. South Australia: *UNSW Press*.

Wróblewska-Krepsztul, J., Rydzkowski, T.; Borowski, G.; Szczypínski, M.; Klepka, T. & Thakur, V.K. (2018). Recent progress in biodegradable polymers and nanocomposite-based packaging materials for sustainable environment. *Inter. J. Poly. Anal. Char.* 23, 383–395.

Xanthos, D. & Walker, T. R. (2017). International policies to reduce plastic marine pollution from single-use plastics (plastic bags and microbeads): A review. *Mar. Pollut. Bull.* 118, 17–26.

Yang, H., Wu, F. & Cheng, J. (2011). Reduced chilling injury in cucumber by nitric oxide and the antioxidant response. *Food Chem.* 127, 1237–1242. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.02.011>.

Zhang, L., Yang, Z., Zhao, S., Luo, N., & Deng, Q. (2020). Effect of combined pulsed magnetic field and cold water shock treatment on the preservation of cucumbers during postharvest storage. *Food and Bioprocess Technology*, 13(4), 732-738.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

8. ANEJOS

8. 1. ANEJO 1. Reglamento (CEE) nº 1677/88 de la Comisión, de 15 de junio de 1988, por el que se fijan las normas de calidad para los pepinos.

LA COMISIÓN DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS.

Visto el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea.

Visto el Reglamento (CEE) no 1035/72 del Consejo, de 18 de mayo de 1972, por el que se establece la organización común de mercados en el sector de las frutas y hortalizas (1), cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) no 1117/88 (2), y, en particular, el apartado 3 de su artículo 2.

Considerando que el Reglamento no 183/64/CEE del Consejo (3) establece normas de calidad para los pepinos;

Considerando que se ha producido una evolución en la producción y comercio de dichos productos, en particular, por lo que se refiere a las exigencias de los mercados de consumo y al por mayor; que, por consiguiente, las normas comunes de calidad para los pepinos deben modificarse para tener en cuenta estas nuevas exigencias.

Considerando que dichas modificaciones implican la modificación de la categoría de calidad suplementaria definida en el Reglamento (CEE) no 1194/69 del Consejo (4), cuya última modificación la constituye el Reglamento (CEE) no 79/88 (5); que, para la definición de la misma, es conveniente que se tenga en cuenta el interés económico que presentan para los productores los productos en cuestión y la necesidad de satisfacer las necesidades de los consumidores;

Considerando que las normas son aplicables en todas las fases de comercialización; que el transporte a larga distancia, el almacenamiento de una determinada duración o las diferentes manipulaciones a que se someten los productos pueden implicar determinadas alteraciones debidas a la evolución biológica de dichos productos o a su carácter más o menos perecedero; que procede, por consiguiente, tener en cuenta dichas alteraciones en la aplicación de las normas en las fases de la comercialización que siguen a la de expedición;

Considerando que, por razones de claridad y de seguridad jurídica, así como para comodidad de los interesados, es conveniente presentar en un texto único las normas así modificadas;

Considerando que las medidas previstas en el presente Reglamento se ajustan al dictamen del Comité de gestión de las frutas y hortalizas,

HA ADOPTADO EL PRESENTE REGLAMENTO:

Artículo 1

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Las normas de calidad relativas a los pepinos de los códigos NC 0707 00 11 y 0707 00 19 figuran en el Anexo del presente Reglamento.

Dichas normas se aplicarán en todas las fases de comercialización, en las condiciones previstas en el Reglamento (CEE) no 1035/72.

No obstante, en las fases que sigan a la de expedición, los productos podrán presentar, en relación con las prescripciones de las normas, una ligera disminución del estado de frescor y de turgencia, y ligeras alteraciones debidas a su evolución biológica y a su carácter más o menos perecedero.

Artículo 2

El Reglamento no 183/64/CEE quedará modificado como sigue:

- en el artículo 1, se suprimirá el segundo guión,
- se suprimirá el Anexo I/2.

Artículo 3

El Reglamento (CEE) no 1194/69 quedará modificado como sigue:

- en el apartado 2 del artículo 1, se suprimirán los términos « y pepinos »,
- se suprimirá el Anexo VII.

Artículo 4

El presente Reglamento entrará en vigor el 1 de enero de 1989.

El presente Reglamento será obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en cada Estado miembro.

Hecho en Bruselas, el 15 de junio de 1988.

Por la Comisión

Frans ANDRIESEN

Vicepresidente

(1) DO no L 118 de 20. 5. 1972, p. 1.

(2) DO no L 107 de 28. 4. 1988, p. 1.

(3) DO no 192 de 25. 11. 1964, p. 3217/64.

(4) DO no L 157 de 28. 6. 1969, p. 1.

(5) DO no L 10 de 14. 1. 1988, p. 8.

ANEXO

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

NORMAS DE CALIDAD PARA LOS PEPINOS

I. DEFINICIÓN DEL PRODUCTO

La presente norma se refiere a los pepinos de las variedades (cultivares) procedentes del *Cucumis sativus* L, destinados a ser entregados en estado fresco al consumidor. Se excluyen los pepinos destinados a la transformación industrial y los pepinillos.

II. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA CALIDAD

La norma tiene por objeto definir las características que deben presentar los pepinos después de su acondicionamiento y envasado.

A. Características mínimas

Tomando en consideración las disposiciones especiales previstas para cada categoría y los límites de tolerancia permitidos, los pepinos de todas las categorías deben:

- estar enteros,
- estar sanos; se excluyen los productos podridos o que presenten otras alteraciones que los hagan impropios para el consumo,
- presentar un aspecto fresco,
- estar firmes,
- estar limpios, prácticamente exentos de materias extrañas visibles,
- prácticamente exentos de parásitos,
- prácticamente exentos de daños causados por parásitos,
- estar exentos de sabor amargo (sin perjuicio de las disposiciones especiales previstas para las categorías II y III en el Capítulo «Tolerancia»),
- estar exentos de humedad exterior anormal.
- estar exentos de olores y/o sabores extraños.

Los pepinos deben haber alcanzado un desarrollo suficiente, pero deben tener las semillas todavía tiernas.

El estado del producto debe ser tal que le permita:

- soportar el transporte y la manipulación, y
- llegar en condiciones satisfactorias al lugar de destino.

B. Clasificación

Los pepinos se clasifican en cuatro categorías, definidas a continuación:

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

i) Categoría «Extra»:

Los pepinos clasificados en esta categoría deben ser de calidad superior y presentar todas las características típicas de la variedad. Deben:

- estar bien desarrollados,
- estar bien formados y prácticamente rectos (altura máxima de arco: 10 mm por cada 10 cm de longitud del pepino),
- tener la coloración típica de la variedad,
- estar exentos de defectos, incluida cualquier deformación, en especial las debidas al desarrollo de las semillas.

ii) Categoría I:

Los pepinos clasificados en esta categoría deben ser de buena calidad. Deben:

- haber alcanzado un desarrollo suficiente,
- estar bastante bien formados y prácticamente rectos (altura máxima de arco: 10 mm por cada 10 cm de longitud del pepino).

Se admiten los defectos siguientes:

- una ligera deformación, con la exclusión de la debida al desarrollo de las semillas,
- un ligero defecto de coloración, en especial la coloración clara de la parte del pepino que haya estado en contacto con el suelo durante el crecimiento,
- ligeros defectos de la epidermis debidos al roce, a la manipulación o a las bajas temperaturas, siempre que estén cicatrizados y no afecten a la conservación del producto.

Esta categoría comprende los pepinos que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero que presentan las características mínimas anteriormente definidas. No obstante, pueden presentar los siguientes defectos:

- deformaciones que no sean debidas a un desarrollo avanzado de las semillas,
- defectos de coloración que se extiendan como máximo a un tercio de la superficie; en el caso de los pepinos de invernadero, no se admiten defectos importantes de coloración en la parte considerada,
- heridas cicatrizadas,
- ligeros daños causados por el roce o la manipulación que no afecten seriamente a la conservación del producto ni a su aspecto.

En el caso de los pepinos rectos y ligeramente curvados se admiten todos los defectos citados anteriormente.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Por el contrario, los pepinos curvados sólo se admiten cuando presentan muy leves defectos de coloración, pero ningún otro defecto o deformación que no sea la propia curvatura.

Los pepinos ligeramente curvados pueden tener una altura máxima del arco de 20 mm por cada 10 cm de longitud del pepino.

Los pepinos curvados pueden tener una altura de arco superior y deben acondicionarse aparte.

iv) Categoría III (1):

Dicha categoría comprende los pepinos que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero que presentan las características de la categoría II. No obstante, los pepinos curvados pueden presentar todos los defectos admitidos en la categoría II para los pepinos rectos y ligeramente curvados y deben acondicionarse aparte.

III. DISPOSICIONES RELATIVAS AL CALIBRADO

El calibrado se determinará por el peso unitario.

i) El peso mínimo de los pepinos cultivados al aire libre se fija en 180 gramos.

El peso mínimo de los pepinos cultivados bajo protección se fija en 250 gramos.

ii) Los pepinos cultivados en invernadero de las categorías « Extra » y « I » deberán tener, además:

- una longitud mínima de 30 cm en el caso de los pepinos que pesen, como mínimo, 500 gramos,

- una longitud mínima de 25 cm en el caso de los pepinos cuyo peso esté comprendido entre 250 y 500 gramos.

iii) El calibrado es obligatorio para los pepinos de las categorías « Extra » y « I ».

La diferencia de peso entre la unidad de mayor peso y la unidad de menor peso contenidas en un mismo paquete, no deberá exceder de:

- 100 gramos cuando la unidad de menor peso pese entre 180 y 400 gramos,

- 150 gramos cuando la unidad de menor peso pese al menos 400 gramos.

iv) Las disposiciones relativas al calibrado no se aplicarán a los pepinos « tipo corto ».

IV. DISPOSICIONES RELATIVAS A LAS TOLERANCIAS

Se admiten tolerancias de calidad y de calibre en cada envase para los productos que no se ajusten a las características de la categoría indicada.

A. Tolerancias de calidad

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

i) Categoría « Extra »:

Un 5 % en número de pepinos que no correspondan a las características de la categoría, pero que se ajusten a las de la categoría I o que se admitan excepcionalmente en las tolerancias de dicha categoría.

ii) Categoría I:

Un 10 % en número de pepinos que no correspondan a las características de la categoría, pero que se ajusten a las de la categoría II o que se admitan excepcionalmente en las tolerancias de dicha categoría.

iii) Categoría II:

Un 10 % en número de pepinos que no correspondan a las características de la categoría ni a las características mínimas, con excepción de los productos podridos o que presenten cualquier otra alteración que los haga impropios para el consumo. En el marco de esta tolerancia, un 2 % en número de piezas, como máximo, pueden presentar una porción terminal que tenga sabor amargo.

iv) Categoría III:

Un 15 % en número de pepinos que no correspondan a las características de la categoría ni a las características mínimas, con excepción de los productos podridos o que presenten cualquier otra alteración que los haga impropios para el consumo. En el marco de esta tolerancia, un 4 % en número de piezas, como máximo, pueden presentar una porción terminal que tenga sabor amargo.

B. Tolerancias de calibre

Para todas las categorías: un 10 % en número de pepinos que no se ajusten a las normas fijadas para el calibrado. No obstante, esta tolerancia sólo es aplicable a los productos cuyas dimensiones y peso se desvíen, como máximo, un 10 % de los límites fijados.

V. DISPOSICIONES RELATIVAS A LA PRESENTACIÓN

A) Homogeneidad:

El contenido de cada envase debe ser homogéneo y sólo debe contener pepinos del mismo origen, variedad o tipo, calidad y calibre (en la medida en que, en lo relativo a este último criterio, se exija un calibrado).

En lo relativo a los pepinos clasificados en la categoría III, la homogeneidad podrá limitarse al origen y a la variedad o al tipo.

La parte visible del contenido del envase deberá ser representativa del conjunto.

B) Acondicionamiento:

El acondicionamiento debe ser tal que garantice una protección conveniente del producto.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Los pepinos deben estar suficientemente apretados en el envase para que se evite todo daño durante el transporte.

Los materiales utilizados en el interior del envase deben ser nuevos, estar limpios y haber sido fabricados con materiales que no provoquen alteraciones externas o internas en los productos. Se autoriza el uso de materiales y, en particular, de papeles o sellos, que lleven indicaciones comerciales, siempre que la impresión o el etiquetado se hagan con tintas o colas no tóxicas.

Los envases deben estar desprovistos de cuerpos extraños.

VI. DISPOSICIONES RELATIVAS AL MARCADO

Cada envase debe llevar en caracteres agrupados en uno de sus costados y que sean legibles, indelebles y visibles desde el exterior, las siguientes indicaciones:

A) Identificación:

1.2 // Envasador y/o Expedidor // Nombre y dirección o identificación simbólica expedida o reconocida por un organismo oficial.

B) Naturaleza del producto:

- « Pepinos », cuando el contenido no sea visible desde el exterior.
- « Pepinos del tipo fruto corto o minipepinos », en su caso.
- « Bajo protección », en su caso, o cualquier otra expresión equivalente.

C) Origen del producto:

País de origen y, en su caso, zona de producción o denominación nacional, regional o local.

D) Características comerciales:

- Categoría, seguida cuando proceda, en el caso de las categorías II y III, de la mención « pepinos curvados ».
- Calibre (cuando el producto esté calibrado), indicado por el peso mínimo y máximo.
- Número de unidades (facultativo).

E) Marca oficial de control (Facultativa).

(1) Categoría suplementaria con arreglo al apartado 1 del artículo 2 del Reglamento (CEE) no 1035/72. La aplicación de esta categoría de calidad o de algunas de sus especificaciones se supeditará a una decisión que deberá adoptarse de conformidad con el apartado 1 del artículo 4 de dicho Reglamento.

Efecto del plastificado de frutos de diferentes variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la calidad en poscosecha.

Debido a la contaminación que produce el plástico y la importancia que se le está dando a ello en los últimos años, las empresas se ven obligadas en la medida de lo posible a eliminarlo o sustituirlo por otro material. Un ejemplo de ello es el caso de los supermercados y su necesidad de eliminar el plástico que envuelve la fruta y verdura. Este estudio se centra en el fruto del pepino (*Cucumis sativus* L.), el cual lo podemos encontrar plastificado con plástico retráctilado, de manera que es preciso encontrar alternativas a este recubrimiento. Para ello, se pueden utilizar otros recubrimientos que no sean contaminantes o mejorar genéticamente los frutos para que no se produzca una merma en la vida comercial de estos en comparación con los plastificados. Es por este interés genético por el que se han comparado diferentes variedades de distintas casas de semillas y, a su vez, se han comparado entre sí con frutos plastificados y sin plastificar. Se ha evaluado la vida comercial de los frutos con y sin recubrimiento, además de la evolución de parámetros de calidad como el color, pérdida de peso, porcentaje de materia seca, contenido de sólidos solubles totales y firmeza. Ha quedado demostrado que el plástico es un recubrimiento eficaz, alargando de manera considerable la vida de anaquel, por lo que es conveniente utilizar otros recubrimientos o métodos que alarguen la vida comercial, además de seguir investigando en la obtención de variedades con una vida comercial algo más extensa sin necesidad de recubrir sus frutos.

Due to the pollution caused by plastic and the importance that is being given to it in recent years, companies are forced as far as possible to eliminate it or replace it with another material. An example of this is the case of supermarkets and their need to eliminate the plastic wrapping around fruit and vegetables. This study focuses on the cucumber fruit (*Cucumis sativus* L.), which can be found plasticized with shrink-wrapped plastic, so it is necessary to find alternatives to this coating. For this purpose, other non-polluting coatings can be used or the fruits can be genetically improved so that there is no reduction in their shelf life compared to the plasticized ones. It is for this genetic interest that different varieties from different seed houses have been compared and, in turn, have been compared with plasticized and unplasticized fruits. The commercial life of coated and uncoated fruit was evaluated, as well as the evolution of quality parameters such as color, weight loss, dry matter percentage, total soluble solids content and firmness. It has been demonstrated that plastic is an effective coating, considerably extending shelf life, so it is advisable to use other coatings or methods that extend shelf life, in addition to continuing research on obtaining varieties with a somewhat longer shelf life without the need to coat their fruits.

