

UNIVERSIDAD DE ALMERÍA
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA
GRADO EN INGENIERÍA AGRÍCOLA ESPECIALIZADO EN
HORTOFRUTÍCULTURA Y JARDINERÍA



TRABAJO FIN DE GRADO

**ESTUDIO DE PRODUCCIÓN Y LONGEVIDAD EN VARIEDADES COMERCIALES
DE PIMIENTO (*Capsicum annum L.*)**

ALUMNO

JUAN GÓMEZ GARCÍA

DIRECTOR

MANUEL DÍAZ PÉREZ

ALMERÍA, JUNIO DE 2020

Resumen

El cultivo de pimiento en Almería es muy importante, con una superficie en la campaña 2018/2019 de 11.125 ha. Esta importancia del cultivo e incremento de la superficie hace que sea necesario la incorporación de la búsqueda de variedades más productivas y con mejores características. Por esta razón, se realizó el experimento en búsqueda de posibles características que puedan hacernos decidir cuál es la variedad más potencial. Este experimento constó de cuatro variedades de pimiento comerciales de Zeraim Ibérica S.A. con dos bloques de estudio realizado durante la campaña 2018/2019 y la campaña 2019/2020. Se midieron la rentabilidad del cultivo por medio del peso del fruto, frutos/planta, etc. y la viabilidad del fruto de la variedad. Los resultados muestran algunas diferencias entre las diferentes variedades en los aspectos estudiados, pero es difícil estimar cuál es la variedad más potencial debido a que todas ellas han mostrado características positivas y podría ser subjetivo para cada una de ellas.

Palabras clave: Pimiento, Producción, Longevidad, Variedades y Comercialización.

Abstract

The crop of pepper in Almería is very important, with an area in the 2018/2019 campaign of 11.125 ha. This importance of this cultivation and increased surface area makes it necessary to incorporate the search for more productive varieties with better characteristics. For this reason, the experiment was performed in search of possible characteristics that could make us decide which is the most potential variety. This experiment consisted of four commercial pepper varieties from Zeraim Ibérica S.A. with two blocks of study carried out during the 2018/2019 campaign and the 2019/2020 campaign. The profitability of the crop was measured by means of the weight of the fruit, fruits/plant, etc. and the viability of the fruit of each variety. The results have shown some differences between the different varieties in the studied aspects, but it's difficult to estimate which is the most potential variety because all of them have shown positive characteristics and could be subjective for each of them.

Keywords: Pepper, production, Longevity, Varieties and Commercialization.

Índice

1. Introducción, interés y objetivos.....	11
1.1. Introducción e interés.....	11
1.2. Objetivos.....	15
2. Revisión bibliográfica	15
2.1. Taxonomía del cultivo del pimiento (<i>Capsicum annuum L.</i>).....	15
2.2. Principales variedades cultivadas de pimiento en el sureste español.....	16
2.3. Diferencias entre variedades de pimiento en el sureste español.....	17
2.4. Ciclo del pimiento en el sureste español de tipo California.....	17
2.5. Proceso de maduración de los frutos del pimiento.	19
2.5.1. Proceso de maduración fisiológica y maduración comercial.....	19
2.5.2. Cambios fisiológicos y morfológicos del fruto durante la maduración.	21
2.6. Factores implicados en el deterioro de la calidad del fruto de pimiento.....	23
2.6.1. Factores biológicos.....	23
2.6.2. Factores ambientales en precosecha y postcosecha.	34
2.6.3. Factores agronómicos.....	36
2.7. Calidad comercial exigidos por los mercados.....	38
2.7.1. Aspectos visuales exigidos por el consumidor y el mercado.	38
2.7.2. Calidad interna del fruto.....	39
2.8. Comercialización del pimiento tipo California.....	40
3. Material y métodos.....	41
3.1. Localización de los ensayos.	41
3.2. Material utilizado durante el desarrollo del estudio.....	43
3.2.1. Características del invernadero.	43
3.2.2. Instalación de riego.....	45
3.3. Técnicas de cultivo.....	46
3.3.1. Inicio de plantación.....	46

3.3.2. Manejo del cultivo.	46
3.3.3. Fin de plantación.	46
3.4. Diseño experimental.	46
3.4.1. Producto evaluado en el estudio.	46
3.4.2. Parámetros sometidos a estudio.	51
4. Resultados y discusión.	59
4.1. Rendimiento, producción y componentes del rendimiento.	59
4.1.1. Rendimiento total y comercial del cultivo.	59
4.1.2. Evolución del porcentaje de frutos comerciales y no comerciales.	66
4.1.3. Componentes del rendimiento.	68
4.2. Viabilidad comercial del fruto en planta tras su madurez fisiológica.	82
5. Conclusiones.	84
6. Bibliografía.	85

Índice de tablas

Tabla 1. Rendimiento y producción de pimiento por comunidades autónomas de la campaña 2017/2018 (Fuente: MAPA, 2019. Elaboración propia).....	11
Tabla 2. Descripción taxonómica del pimiento (Fuente: (D'Arcy, 1991) (Serrano, 2011) Elaboración propia).....	15
Tabla 3. Diferencia entre variedades de pimiento cultivadas en el sureste español (Fuente: Reché, 2010. Elaboración propia).....	17
Tabla 4. Diferencia entre ciclos de cultivo de pimiento tipo California (Fuente: Reché, 2010. Elaboración propia).....	18
Tabla 5. Cantidad de ascorbato de algunas verduras en mg cada 100 gramos de producto (Fuente: Palma et al, 2015. Elaboración propia).....	22
Tabla 6. Información sobre las plagas que afectan al pimiento (Fuente: Red de Alerta e Información Fitosanitaria, 2014. Elaboración propia).....	27
Tabla 7. Información de las enfermedades que afectan al pimiento (Fuente: Elaboración propia a partir de Red de Alerta e Información Fitosanitaria, 2014.).....	31
Tabla 8. Información geodésica de la finca situada en Vícar (Fuente: Elaboración propia a partir de FEAGA, 2020).....	42
Tabla 9. Información geodésica de la finca situada en Balanegra (Fuente: Elaboración propia a partir de FEAGA, 2020).....	43
Tabla 10. Rendimiento total acumulados (kg/m ²) durante la campaña 2018/2019 en la finca situada en Vícar.....	60
Tabla 11. Rendimiento total acumulados (kg/m ²) durante la campaña 2019/2020 en la finca situada en Vícar.....	61
Tabla 12. Rendimiento total acumulados (kg/m ²) durante la campaña 2019/2020 en la finca situada en Balanegra.....	61
Tabla 13. Rendimiento total acumulado comercial (kg/m ²) durante la Campaña 2018/2019 en la finca situada en Vícar.....	63
Tabla 14. Rendimiento total acumulado comercial (kg/m ²) durante la Campaña 2019/2020 en la finca situada en Vícar.....	64
Tabla 15. Rendimiento total acumulado comercial (kg/m ²) durante la Campaña 2019/2020 en la finca situada en Balanegra.....	64
Tabla 16. Peso medio del total de frutos (en gramos) cosechados en cada una de las recolecciones realizadas durante la Campaña 2018/2019 en la finca de Vícar.....	69
Tabla 17. Peso medio del total de frutos (en gramos) cosechados en cada una de las recolecciones realizadas durante la Campaña 2019/2020 en la finca de Vícar.....	69
Tabla 18. Peso medio del total de frutos (en gramos) cosechados en cada una de las recolecciones realizadas durante la Campaña 2019/2020 en la finca de Balanegra.....	69

Tabla 19. Número de frutos en planta (20 plantas por variedad) cosechados y acumulados en cada una de las recolecciones durante la Campaña 2018/2019 en la finca de Vícar.....	79
Tabla 20. Número de frutos en planta (20 plantas por variedad) cosechados y acumulados en cada una de las recolecciones durante la Campaña 2019/2020 en la finca de Vícar.....	80
Tabla 21. Número de frutos en planta (20 plantas por variedad) cosechados y acumulados en cada una de las recolecciones durante la Campaña 2019/2020 en la finca de Balanegra.....	80

Índice de figuras

Figura 1. Comparación de la evolución mensual de las exportaciones de pimiento cultivado en Almería de la campaña 2018/19 con respecto a las cuatro campañas anteriores (2014/15, 2015/16, 2016/17 y 2017/18) (Fuente: Junta de Andalucía, 2019).....	12
Figura 2. Superficie de pimiento en toneladas en las últimas campañas en el sureste español (Fuente: Cajamar, 2019. Elaboración propia).....	13
Figura 3. Principales variedades comerciales de pimiento en el sureste español (Fuente: Junta de Andalucía, 2019).....	13
Figura 4. Media del precio del pimiento en las últimas campañas (Fuente: Junta de Andalucía, 2019. Elaboración propia).....	14
Figura 5. A la izquierda, pimiento tipo California. A la derecha, pimiento tipo Lamuyo (Fuente: Elaboración propia).....	16
Figura 6. Proceso de maduración del pimiento en planta (Fuente: Elaboración propia).....	19
Figura 7. Molécula química del etileno (Fuente: Elaboración propia).....	20
Figura 8. Formación de Xantofilas a partir de Beta-caroteno (Fuente: Bouvier et al., 1998).....	21
Figura 9. Detalle de Necrosis o podredumbre apical (Blossom end rot) en pimiento (Fuente: Mayfield and Kelley, 2015).....	24
Figura 10. Rajado del pimiento (Fuente: Elaboración propia).....	25
Figura 11. Detalle de malformación o “Galleta” en fruto de pimiento (Fuente: Elaboración propia).....	26
Figura 12. Trampa contra insectos (Fuente: Elaboración propia).....	28
Figura 13. Mancha de trip en fruto de pimiento (Fuente: Elaboración propia).....	29
Figura 14. Agujero realizado por oruga (Fuente: Elaboración propia).....	30
Figura 15. Pulgones sobre hoja de pimiento (Fuente: Elaboración propia).....	30
Figura 16. Fruto de pimiento afectado por Botrytis cinerea (Fuente: Elaboración propia).....	32
Figura 17. Virus del Spotted en variedad de pimiento tipo California amarillo a la izquierda y tipo California rojo a la derecha (Fuente: Elaboración propia).....	33
Figura 18. Fruto de pimiento afectado por la radiación solar y la alta temperatura del invernadero (Fuente: Elaboración propia).	35
Figura 19. Plantas entutoradas al estilo tradicional (Fuente: Elaboración propia).....	36
Figura 20. Defecto visual en fruto de pimiento (Fuente: Elaboración propia).....	38
Figura 21. Calidad deseada en el fruto del pimiento respecto al grosor de las paredes del fruto (Fuente: Elaboración propia).....	39
Figura 22. Situación finca en Vícar (Fuente: Google Maps, 2020).....	41

Figura 23. Situación finca en Balanegra (Fuente: Google Maps, 2020).....	42
Figura 24. Finca de pimiento de Vícar (Fuente: Elaboración propia).....	43
Figura 25. Finca de pimiento de Balanegra (Fuente: Elaboración propia).....	44
Figura 26. Pimiento tipo California variedad Adrianno (Fuente: Elaboración propia).....	47
Figura 27. Pimiento tipo California variedad Merkava (Fuente: Elaboración propia).....	48
Figura 28. Pimiento tipo California variedad Mottala (Fuente: Elaboración propia).....	49
Figura 29. Pimiento tipo California variedad Máximo (Fuente: Elaboración propia).....	50
Figura 30. Balanza digital utilizada durante el pesado (Fuente: Elaboración propia).....	51
Figura 31. Etiquetado de plantas en el invernadero para su posterior recolección (Fuente: Elaboración propia).....	52
Figura 32. Disposición variedades de pimiento en la campaña 2019/2020 en el invernadero de Vícar (Fuente: Elaboración propia).....	53
Figura 33. Disposición variedades de pimiento en la campaña 2019/2020 en el invernadero de Balanegra (Fuente: Elaboración propia).....	53
Figura 34. Fruto de pimiento y su respectiva etiqueta retirados de la planta y del estudio (Fuente: Elaboración propia).....	55
Figura 35. Frutos etiquetados en la finca de Vícar durante el estudio para su fácil localización durante la toma de datos en la campaña 2019/2020 (Fuente: Elaboración propia).....	56
Figura 36. Croquis de la etiqueta (Fuente: Elaboración propia).....	56
Figura 37. Pimiento etiquetado variedad Máximo (H), planta (14) y fruto (1) (Fuente: Elaboración propia).....	57
Figura 38. Rendimiento total acumulado (kg/m ²) durante la Campaña 2018/2019 en la finca situada en Vícar.....	62
Figura 39. Rendimiento total acumulado (kg/m ²) durante la Campaña 2019/2020 en la finca situada en Vícar.....	62
Figura 40. Rendimiento total acumulado (kg/m ²) durante la Campaña 2019/2020 en la finca situada en Balanegra.....	62
Figura 41. Rendimiento total acumulado comercial (kg/m ²) durante la Campaña 2018/2019 en la finca situada en Vícar.....	65
Figura 42. Rendimiento total acumulado comercial (kg/m ²) durante la Campaña 2019/2020 en la finca situada en Vícar.....	65
Figura 43. Rendimiento total acumulado comercial (kg/m ²) durante la Campaña 2019/2020 en la finca situada en Balanegra.....	65
Figura 44. Porcentaje de frutos comerciales (en azul) en comparación con frutos no comerciales (en verde) durante la campaña 2018/2019.....	66

Figura 45. Porcentaje de frutos comerciales (en azul) en comparación con frutos no comerciales (en verde) durante la campaña 2019/2020 en la zona de Vícar.....	67
Figura 46. Porcentaje de frutos comerciales (en azul) en comparación con frutos no comerciales (en verde) durante la campaña 2019/2020 en la zona de Balanegra.....	68
Figura 47. Peso medio del total de frutos cosechados en cada una de las recolecciones realizadas durante la Campaña 2018/2019 en la finca de Vícar.....	70
Figura 48. Peso medio del total de frutos cosechados en cada una de las recolecciones realizadas durante la Campaña 2019/2020 en la finca de Vícar.....	71
Figura 49. Peso medio del total de frutos cosechados en cada una de las recolecciones realizadas durante la Campaña 2019/2020 en la finca de Balanegra.....	71
Figura 50. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Adrianno recolectadas en los días 150, 185, 249 y 262 después del trasplante durante la campaña 2018/2019 en la zona de Vícar, Almería.....	72
Figura 51. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Máximo recolectadas en los días 150, 185, 249 y 262 después del trasplante durante la campaña 2018/2019 en la zona de Vícar, Almería.....	73
Figura 52. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Merkava recolectadas en los días 150, 185, 249 y 262 después del trasplante durante la campaña 2018/2019 en la zona de Vícar, Almería.....	73
Figura 53. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Mottala recolectadas en los días 150, 185, 249 y 262 después del trasplante durante la campaña 2018/2019 en la zona de Vícar, Almería.....	74
Figura 54. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Adrianno recolectadas en los días 134, 153, 175, 201 y 229 después del trasplante durante la campaña 2019/2020 en la zona de Vícar, Almería.....	75
Figura 55. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Máximo recolectadas en los días 134, 153, 175, 201 y 229 después del trasplante durante la campaña 2019/2020 en la zona de Vícar, Almería.....	75
Figura 56. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Merkava recolectadas en los días 134, 153, 175, 201 y 229 después del trasplante durante la campaña 2019/2020 en la zona de Vícar, Almería.....	76
Figura 57. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Mottala recolectadas en los días 134, 153, 175, 201 y 229 después del trasplante durante la campaña 2019/2020 en la zona de Vícar, Almería.....	76
Figura 58. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Adrianno recolectadas en los días 108, 150, 172, 201 y 231 después del trasplante durante la campaña 2019/2020 en la zona de Balanegra, Almería.....	77
Figura 59. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Máximo recolectadas en los días 108, 150, 172, 201 y 231 después del trasplante durante la campaña 2019/2020 en la zona de Balanegra, Almería.....	77

Figura 60. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Merkava recolectadas en los días 108, 150, 172, 201 y 231 después del trasplante durante la campaña 2019/2020 en la zona de Balanegra, Almería.....	78
Figura 61. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Mottala recolectadas en los días 108, 150, 172, 201 y 231 después del trasplante durante la campaña 2019/2020 en la zona de Balanegra, Almería.....	78
Figura 62. Número de frutos en planta (20 plantas por variedad) cosechados y acumulados en cada una de las recolecciones durante la Campaña 2018/2019 en la finca de Vícar.....	81
Figura 63. Número de frutos en planta (20 plantas por variedad) cosechados y acumulados en cada una de las recolecciones durante la Campaña 2019/2020 en la finca de Vícar.....	81
Figura 64. Número de frutos en planta (20 plantas por variedad) cosechados y acumulados en cada una de las recolecciones durante la Campaña 2019/2020 en la finca de Balanegra.....	81
Figura 65. Probabilidad de comercialización del pimiento a lo largo del tiempo después de que haya obtenido el fruto un color rojo comercial (Fuente: Elaboración propia).....	83

1. Introducción, interés y objetivos.

1.1. Introducción e interés.

El pimiento (*Capsicum annuum L.*) es uno de los cultivos más producidos y consumido dentro de España, como se puede observar la producción del pimiento en toneladas en la tabla 1. Esto es debido a la gran versatilidad que su producto nos proporciona en la cocina: desde consumo en fresco, cocinado o para la producción de especias, un producto muy valorado dentro de la dieta mediterránea (MAPA, 2019).

El pimiento es una variedad bastante productiva, con una gran producción y con un coste de producción bastante bajo debido a su mínima mano de obra durante todo el ciclo de cultivo que proporciona regularidad en el producto cosechado y un bajo coste del producto, lo que provoca que crezca su superficie de cultivo, ante la confianza también del agricultor hacia el cultivo (MAPA, 2019).

Tabla 1. Rendimiento y producción de pimiento por comunidades autónomas de la campaña 2017/2018 (Fuente: MAPA, 2019. Elaboración propia).

Comunidades autónomas	Rendimiento (kg/ha)			Producción (toneladas)
	Secano	Regadío		
		Aire libre	Protegido	
GALICIA	-	52.949	61.690	68.499
P. DE ASTURIAS	8.000	15.000	-	700
CANTABRIA	12.000	12.600	50.400	126
PAÍS VASCO	5.559	12.513	29.053	2.821
NAVARRA	-	29.400	35.000	29.562
LA RIOJA	-	29.000	41.000	5.865
ARAGÓN	-	15.719	47.000	2.263
CATALUÑA	4600	21.826	41.555	6.461
BALEARES	-	22.800	41.000	3.187
CASTILLA Y LEÓN	-	16.733	29.708	2.097
MADRID	-	27.000	50.000	424
CASTILLA-LA MANCHA	5.529	41.648	48.000	40.624
C. VALENCIANA	-	39.086	105.537	58.092
R. DE MURCIA	-	78.194	112.000	163.989
EXTREMADURA	-	40.842	200.800	34.430
ANDALUCÍA	8.667	30.522	72.025	834.336
CANARIAS	8.500	40.883	79.865	18.245
ESPAÑA	6.603	36.379	76.053	1.271.721

A medida que pasan los años, gran parte de la producción se está dedicando a la exportación dentro de la Unión Europea, lo que nos muestra la importancia que está cobrando el cultivo en otros lugares como alimento en los mercados. En la campaña 2018/2019 en el sureste español, el 98% de la producción se destina a la exportación del producto, donde los principales destinos son: Alemania (34%), Reino Unido (11%), Países Bajos (11) y Francia (10%) (Junta de Andalucía, 2019).

El resto de exportaciones se dividen entre el resto de países pertenecientes a la Unión Europea. En el periodo invernal, Almería fue el máximo exportador de la Unión Europea, con un total de 278 millones de kilos. Esto nos sirve como refuerzo para garantizar la importancia de nuestro cultivo (Junta de Andalucía, 2019).

En la figura 1, se muestra la comparativa de la evolución mensual de las exportaciones de pimiento producido en Almería durante las últimas cinco campañas. En esta figura se puede observar que los meses de máxima exportación se alcanzan en los meses entre diciembre y marzo, siendo este periodo clave en el sector productivo del sureste español (Junta de Andalucía, 2019).

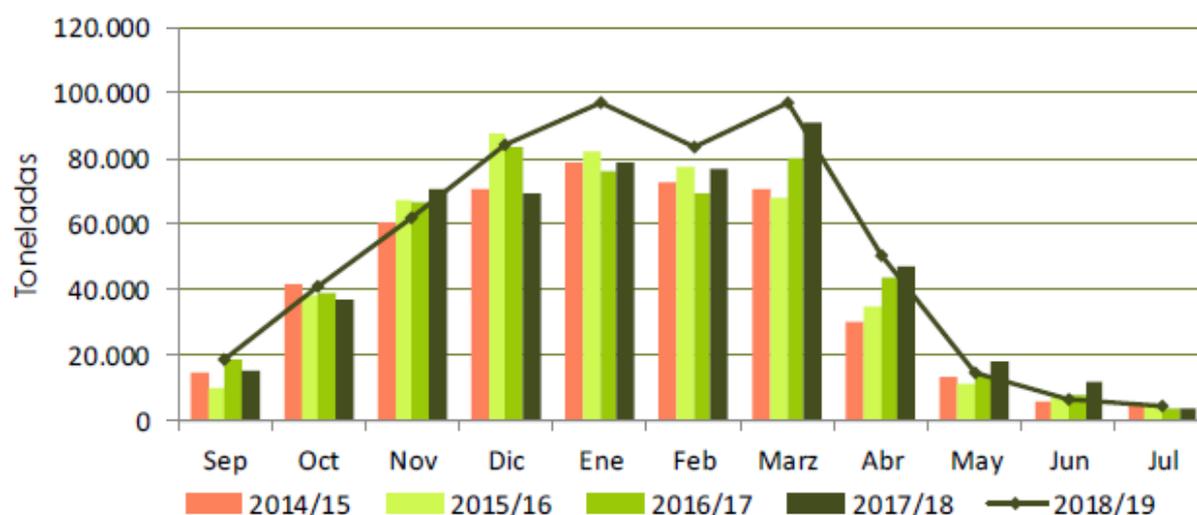


Figura 1. Comparación de la evolución mensual de las exportaciones de pimiento cultivado en Almería de la campaña 2018/19 con respecto a las cuatro campañas anteriores (2014/15, 2015/16, 2016/17 y 2017/18) (Fuente: Junta de Andalucía, 2019).

Además, el pimiento es una de las variedades más cultivadas en la zona de Almería. En los últimos años se ha visto la tendencia a aumentar la superficie de dicho cultivo (como se puede observar en la figura 2) hasta una superficie de 11.125 ha siendo la especie más cultivada, por encima del tomate en la campaña 2018/2019 (Cajamar, 2019).

Este incremento se debe a una mayor facilidad de control de la planta, una menor necesidad de mano de obra y un precio competitivo. También, a una reducción de la superficie de otros cultivos como tomate que se han pasado a cultivos como el pimiento (Cajamar, 2019).

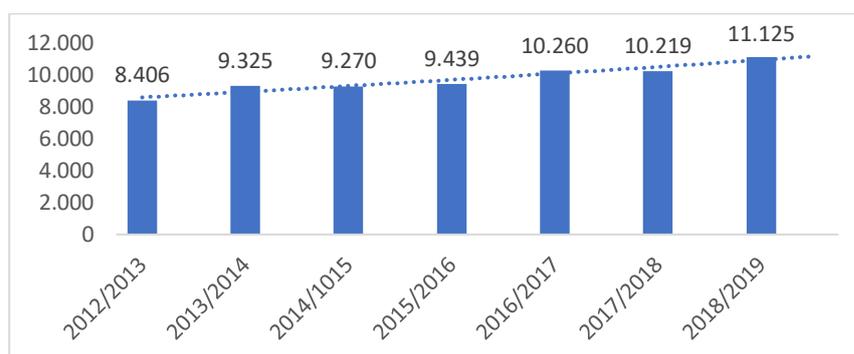


Figura 2. Superficie de pimiento en toneladas en las últimas campañas en el sureste español (Fuente: Cajamar, 2019. Elaboración propia)

Dentro del campo almeriense, se pueden distinguir diferentes tipos comerciales de pimiento: California, Lamuyo, Italiano, Dulce cónico y snack. El pimiento tipo California, como se muestra en la figura 3, representa un 75% del total de la superficie cultivada, siendo uno de los motivos por los que nos centramos en su estudio, debido a su importancia en nuestros campos y a su importancia económica, al ser una de las especies más dedicadas a la exportación (Junta de Andalucía, 2019).

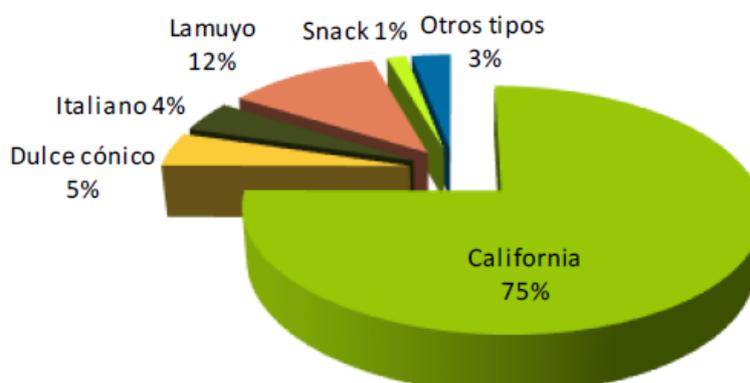


Figura 3. Principales variedades comerciales de pimiento en el sureste español (Fuente: Junta de Andalucía, 2019).

Mientras el pimiento tipo California temprano se retira en enero y febrero, el pimiento tipo California tardío puede aguantar hasta fechas de abril (Reché, 2010). Durante los meses de febrero y marzo, ante la ausencia de otros mercados y la salida de producción de variedades tempranas, el pimiento tardío puede obtener un gran precio. Además, como se ha observado anteriormente en la figura 1, los meses de Febrero y Marzo corresponden con meses donde se alcanzan máximos en la exportación (Junta de Andalucía, 2019).

Todo esto favorece que el producto mantenga un gran valor gracias a la demanda existente en esos meses y aumente el precio que obtenemos por el producto, lo cual podemos observarlo en la figura 4, donde se alcanzan los máximos precios durante los meses de Febrero y Marzo (Junta de Andalucía, 2019).



Figura 4. Media del precio del pimiento en las últimas campañas (Fuente: Junta de Andalucía, 2019. Elaboración propia)

Por esta serie de motivos, con el presente estudio se persigue identificar variedades comerciales de pimiento que muestren una mayor vida comercial de los frutos en planta y en post cosecha, con buena producción y tengan la menor cantidad posible de frutos no comerciales, tal que se pueda retrasar su recolección a momentos de mejor precio y mayor demanda de exportación que podemos observar que normalmente se alcanza en los meses de febrero y marzo.

1.2. Objetivos.

Los objetivos de este trabajo de investigación se desarrollarán en torno a los siguientes objetivos que se nombran a continuación:

1. Identificación de variedades comerciales con alto rendimiento en los meses de mayor interés comercial. Para ello, se valoró el rendimiento de la variedad (producción de la variedad) y la longevidad del fruto en la planta, de octubre hasta abril, cuando se acaba el ciclo de la planta. Se cosechará todo fruto comercial y no comercial, maduro, se valorará sus defectos y se tomará el peso de todos los frutos y se estudiará la vida comercial de frutos sin cosechar en planta de diferentes variedades comerciales, valorando su vida útil.

2. Se realizará un análisis estadístico de regresión logística para obtener la probabilidad de viabilidad de las variedades estudiadas en función del tiempo que transcurren tras alcanzar la madurez comercial.

2. Revisión bibliográfica

2.1. Taxonomía del cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.).

En la tabla 2, se muestra cuál es la taxonomía del pimiento (*Capsicum annuum* L.).

Tabla 2. Descripción taxonómica del pimiento (Fuente: (D'Arcy, 1991) (Serrano, 2011) Elaboración propia).

Taxonomía	
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Subfamilia	<i>Solanoideae</i>
Género	<i>Capsicum</i>
Especie	<i>Capsicum annuum</i>

2.2. Principales variedades cultivadas de pimiento en el sureste español.

En el pimiento existen diferentes tipos de morfología y hay que tener en cuenta muchos factores a la hora de hacer su división: tamaño de la planta, precocidad, resistencia a enfermedades, grupo varietal, tamaño y peso del fruto, color del fruto en la maduración, forma del fruto, grosor de la carne... y se divide los pimientos en dos tipos diferentes: dulces y picantes (Serrano, 2011) (Pochard, 1966).



Figura 5. A la izquierda, pimiento tipo California. A la derecha, pimiento tipo Lamuyo (Fuente: Elaboración propia).

Estos a su vez, se pueden dividir en diferentes tipos dentro de su clase. En las variedades dulces se puede diferenciar las siguientes variedades: tipo California, tipo Lamuyo, tipo Italiano, Morrón, Piquillo y Pimentón. Las diferencias entre algunos tipos de pimiento, como el tipo California y el tipo Lamuyo, se puede observar en la figura 5 (Serrano, 2011) (Pochard, 1966).

En cambio, en las variedades picantes se puede dividir en tres tipos principales de pimiento. Estos son: padrón, jalapeño y guindillas (Serrano, 2011) (Pochard, 1966).

2.3. Diferencias entre variedades de pimiento en el sureste español.

Las diferencias principales morfológicas y fisiológicas entre los diferentes tipos de variedades descritas del pimiento y que se encuentran en el mercado español e internacional, y que se cultivan en el sureste español se muestran en la tabla 3 (Reché, 2010).

Tabla 3. Diferencia entre variedades de pimiento cultivadas en el sureste español (Fuente: Reché, 2010. Elaboración propia).

Tipo de pimiento	Forma	Longitud	Carne	Recolección
California	Frutos cortos y anchos de sección cuadrada	Similar a la anchura	Gruesa	Rojo, amarillo, naranja y verde
Lamuyo	Largos, de sección cuadrada y rectangulares	Longitud mayor que la anchura	Gruesa	Rojo y verde.
Italiano	Alargada, estrechos, puntiagudos y sección triangular	Longitud mayor que la anchura	Fina	Rojo y verde.
Morrón	Gran tamaño y redondeados	7-8 cm de longitud	Gruesa	Rojo brillante
Piquillo	Pequeños	8-10 cm de longitud	Muy fina	Rojo intenso

2.4. Ciclo del pimiento en el sureste español de tipo California.

El pimiento es un cultivo que puede estar presente durante todo el año, siendo su máxima producción entre los meses de Julio hasta Marzo. Esto es debido a la aparición de técnicas de cultivos como el encalado, que permiten que se pueda cultivar el pimiento en fechas adversas, como ocurre en los meses de verano cuando la temperatura es bastante extrema para su cultivo (Reché, 2010).

Existen diferentes formas de clasificar el tipo de ciclo al que se quiere cultivar la variedad seleccionada de pimiento: tipos de ciclos (pudiendo ser ciclo corto o largo, dependiendo del número de días siendo en ciclo corto alrededor de 180 días y el ciclo largo alrededor de los 300 días), climáticas (zonas más cálidas o frías dependiendo de la zona de siembra), fechas de plantación (Extratemporal, temprano, medio, tardío y muy tardío), y por último, aunque menos realizado, tenemos por fecha de recolección. El más común en la zona del sureste español, es por fechas de plantación cuyas principales diferencias entre los diferentes tipos las podemos observar en la tabla 4 (Reché, 2010).

Tabla 4. Diferencia entre ciclos de cultivo de pimiento tipo California (Fuente: Reché, 2010. Elaboración propia)

Ciclo	Variedad más cultivada	Plantación	Recolección
Extratemporal	California Lamuyo	Mayo/Junio	Septiembre/Diciembre
Temprano	California Lamuyo	Julio a ½ agosto	Octubre/Enero
Medio	California Lamuyo	½ Agosto a ½ Septiembre	Diciembre/Marzo
Tardío	California Lamuyo Dulce Italiano	½ Septiembre a ½ Octubre	Enero/Junio
Muy tardío	California	½ Octubre a ½ Diciembre	Enero/Junio

La duración del ciclo y la información presentada siempre es orientativa, depende de muchos factores como es el tipo de clima (mucho más importante, dependiendo del cual puede acelerar o frenar la producción y que el ciclo se alargue o se acorte), tipo de suelo, manejos de cultivo, situación de precios en el mercado, ... y, sobre todo, el interés del agricultor a la hora de seleccionar la variedad acorde al tipo de ciclo que prefiera (Reché, 2010).

2.5. Proceso de maduración de los frutos del pimiento.

2.5.1. Proceso de maduración fisiológica y maduración comercial.

La maduración es el proceso regulado por el desarrollo del fruto, acompañado de una serie de cambios bioquímicos que provocan que se hagan cambios en el color, azúcares, acidez, textura, aroma... que son importantes para la comercialización y permitir, en algunos casos, que sea comestible (Pech et al., 2012).

Todos los cambios que se producen, tanto bioquímicos y fisiológicos, son producidos por una serie de procesos moleculares. Se activan unas vías de señalización que producen a la estimulación de reguladores transcripcionales específicos responsables de dicho proceso (Pech et al., 2012).



Figura 6. Proceso de maduración del pimiento en planta (Fuente: Elaboración propia).

El proceso de maduración varía dependiendo del tipo de fruta. Entre los diferentes tipos, se pueden diferenciar dos: frutos climatéricos y no climatéricos. Los frutos climatéricos acumulan almidón durante su crecimiento que posteriormente transforman en monosacáridos, lo que provoca un aumento en la respiración. Se transforman los ácidos en azúcares, lo que se mide a través de los °Brix. Pueden seguir madurando fuera de la planta, una vez han sido cosechados (Biale & Young, 1981) (Agustí. 2010).

En cambio, los frutos no climatéricos directamente aumentan la concentración de monosacáridos durante el crecimiento, de dicha manera no aumenta la tasa respiratoria de manera significativa, los cambios son parecidos, pero se realizan de manera mucho más lenta (Biale & Young, 1981) (Agustí. 2010).

Una de las diferencias más importantes entre ambas clases, es el reblandecimiento del fruto. Este reblandecimiento aparece sobre todo en frutos climatéricos, debido al incremento de una enzima pectinmetilesterasa que provoca a su vez la degradación de las pectinas produciendo el reblandecimiento (Biale & Young, 1981)

Este compuesto aparece en el momento de la maduración y está muy relacionado con el etileno ya que aparece tras la aparición del mismo, por lo que se cree que el incremento de la respiración del fruto proviene de la síntesis del etileno (Biale & Young, 1981) (Agustí. 2010).

El pimiento está considerado como no climatérico. Sin embargo, la cantidad de etileno se duplica en el cambio de color por lo que se podría considerar climatérico (Nuez et al, 1996).

Existen muchas teorías sobre si el etileno (que afecta a todos los frutos, en mayor o menor medida) es el que inicia el proceso de maduración de los frutos o que una vez se ha iniciado el ciclo, el etileno afecta de diferente manera donde se comprobó que en frutos climatéricos almacenados y eliminando el etileno que desprenden, se retrasó su maduración, mientras que en el caso de frutos no climatéricos, se promovió a la degradación de las clorofilas del fruto. Esto demostró que los frutos responden, de alguna manera, a la presencia o ausencia de etileno (Agustí. 2010).

¿Pero, que es el etileno? El etileno es una sustancia volátil formado por dos carbonos (C₂H₄) que se representa en la figura 7 y que tiene propiedades importantes en los procesos fisiológicos de las plantas. Está relacionado con la maduración de los frutos y la postcosecha. También aumenta la senescencia de hojas y flores y estimula la abscisión de hojas y frutos (Artés and Escriche, 1976) (Barry and Giovanoni; 2007).

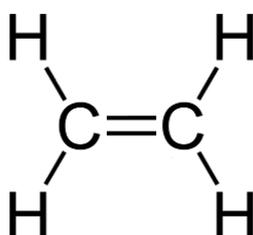


Figura 7. Molécula química del etileno (Fuente: Elaboración propia).

El fruto alcanza tres tipos diferentes de madurez: la madurez fisiológica, la madurez comercial y la madurez de consumo. La madurez fisiológica es cuando el fruto alcanza su mayor tamaño y también el máximo vigor de las semillas. Y también, tenemos la madurez de consumo donde el fruto alcanza el color, textura, el sabor y el aroma del fruto que marcan su madurez óptima. Por último, la madurez comercial. Esta etapa se alcanza cuando el fruto está listo para ser desprendido de la planta y depende de los requerimientos del mercado (Dos-Santos et al., 2015) (Martínez-González et al, 2017).

2.5.2. Cambios fisiológicos y morfológicos del fruto durante la maduración.

Los cambios que se producen durante la maduración son diversos y complejos. La modificación de color es uno de los cambios que se producen durante la maduración, y la más visible. Antes de la maduración, el fruto está compuesto por la clorofila que se acumula en los cloroplastos la cual es degradada en carotenoides y antocianinas cuando los cloroplastos son transformados en cromoplastos. Estos compuestos además son importantes para la salud humana por sus diferentes propiedades (Bartley and Scolnik, 1995) (Brand, 2011).

En nuestro caso, es importante el grupo de los carotenoides, debido que se encuentran el licopeno, beta-caroteno y las xantofilas. El licopeno es quien aporta el color rojo en el caso de los pimientos de color rojo, en el resto de pimientos de diferentes colores: amarillo y naranja, actúan otras diferentes (Bouzayen et al., 2010).

En la figura 8 se representa el beta-caroteno, a partir del cual se sintetizan dos sustancias: *Zeaxanthin* y *Echinenone*, las dos pertenecientes al grupo de las Xantofilas. *Zeaxanthin* es una molécula que aparece a raíz de la incorporación molecular de oxígeno al beta-caroteno, y estas moléculas, aportan el color amarillo a muchos de los pimientos. El pimiento en presencia de esta molécula, aporta el color naranja característico (Bouvier et al, 1998).

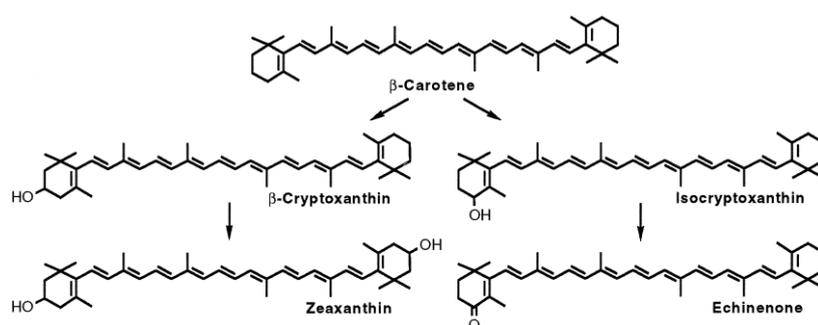


Figura 8. Formación de Xantofilas a partir de Beta-caroteno (Fuente: Bouvier et al., 1998).

Otro de los factores que varían durante la maduración es la composición química y nutricional del pimiento. El pimiento es una fruta cuyo valor nutricional está formado por un bajo contenido calórico y un alto nivel de antioxidantes, sobre todo ácido ascórbico (vitamina C) y, como antes se ha nombrado, beta-caroteno (vitamina D). Además, el pimiento es el fruto dentro de las verduras y las frutas con mayor contenido en vitamina C, como podemos comprobar en la tabla 5 con los valores de ascorbato de referencia (Palma et al., 2011) (Martí et al., 2011).

Tabla 5. Cantidad de ascorbato de algunas verduras en mg cada 100 gramos de producto (Fuente: Palma et al, 2015. Elaboración propia).

Verdura	Total ascorbato (mg/100g)
Brócoli	45 – 87
Cebolla	5 - 6
Coliflor	15 – 43
Espinaca	7
Lechuga	2 - 3
Patata	7
Pimiento verde	92
Pimiento rojo	105
Tomate	17 – 18
Zanahoria	6

Aparte de todas estas sustancias, existen muchas otras como, por ejemplo, flavonoides, capsaicina, fenoles, etc (Palma et al., 2015).

Los antioxidantes cambian durante la maduración. Se estudió que durante la maduración la concentración de beta-criptoxantina, alfa-caroteno, beta-caroteno, capsantina y zeaxantina en todos los tipos de pimiento. La capsantina y la zeaxantina aumentó debido al cambio de color, ya que la capsantina no fue encontrada en frutos inmaduros. Mientras que la luteína, los flavonoides y los fenoles disminuyeron a lo largo de la maduración (Howard et al, 2000).

La pérdida de flavonoides durante la maduración se cree que puede deberse principalmente a dos motivos: la conversión metabólica hacia compuestos secundarios fenólicos (Barz and Hoesel, 1977) o la degradación vía acción enzimática (Jiménez and García-Carmona, 1999) (Miller and Schreier, 1985).

Otro cambio importante en la maduración, es el cambio de textura. Este cambio de textura se produce modificándose la estructura de la pared celular del fruto asociado a procesos hidrolíticos. Mientras que el sabor se modifica por medio de la hidrólisis del almidón y de las pectinas (Dos-Santos et al., 2015) (Martínez-González et al, 2017).

Por último, destacar el ablandamiento del fruto del pimiento, que ocurre por una serie de reacciones que se desarrollan en la pared celular y que se divide en tres principales procesos (Brummell et al., 1999):

- 1) Relajación de la pared celular de las células que se “hincharon” anteriormente.
- 2) Despolimerización de hemicelulosas.
- 3) Despolimerización de poliuronidos por la poligalacturonasa u otras enzimas hidrolíticas

Todo esto contribuye a una pérdida en la firmeza del fruto, bajando su calidad con el tiempo (Brummell et al., 1999).

2.6. Factores implicados en el deterioro de la calidad del fruto de pimiento.

2.6.1. Factores biológicos.

2.6.1.1. Fisiopatías del pimiento.

Las fisiopatías es muy importante tenerlas en cuenta en el cultivo del pimiento. Esto es debido a que provoca que el fruto pierda valor, disminuyendo su categoría y por tanto su precio, o en el peor de los casos que se destine directamente al destrío, perdiendo todo su valor.

Las fisiopatías más comunes que afectan al pimiento son:

- Asfixia radicular

Los síntomas asociados a la asfixia radicular son que produce marchitez general en la planta y pudrición en la parte inferior de la planta. Esto puede provocar importantes daños e incluso la muerte de la planta. Esto es debido principalmente a la ausencia de oxígeno causado por las siguientes razones: exceso de humedad en el suelo debido a suelos pesados o con mal drenaje (Reche, 2010) (Jurado Ruiz y Nieto Quesada, 2003).

Esto no suele aparecer en todo el invernadero, puede darse en algunas zonas con peor suelo o zonas donde el riego esté dañado y riegue en sobre exceso. Esta situación de humedad en el suelo o ambiental puede provocar que proliferen también otros hongos y enfermedades, por lo que, se pueden confundir síntomas de un hongo o una enfermedad diferente cuando el problema puede resultar asfixia radicular (Reche, 2010) (Jurado Ruiz y Nieto Quesada, 2003).

-Necrosis o podredumbre apical (Blossom end rot)

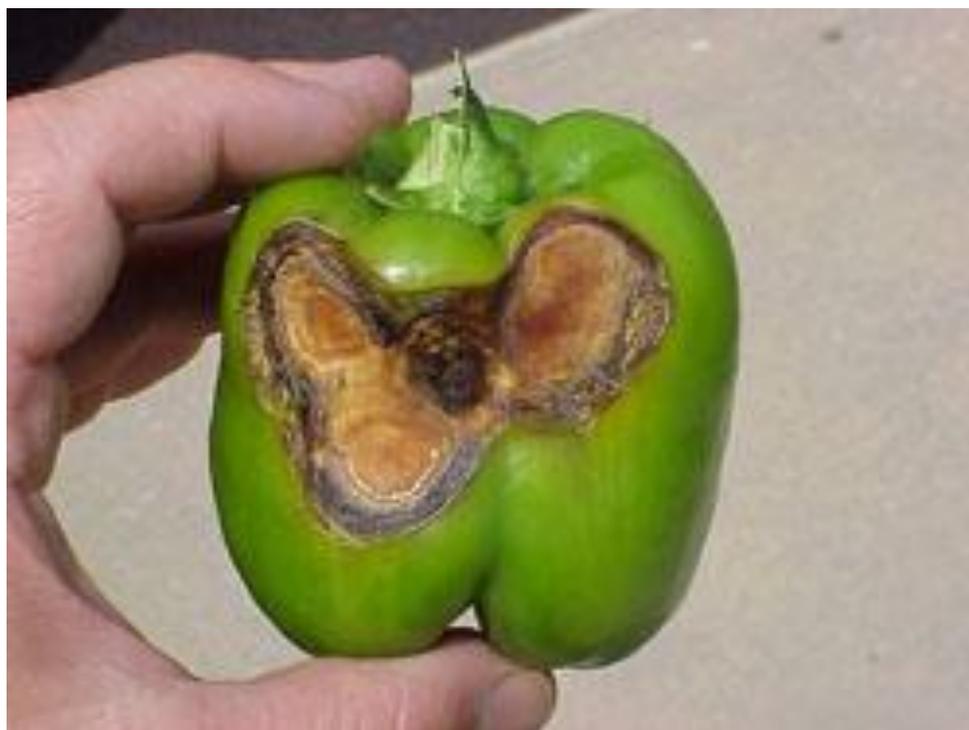


Figura 9. Detalle de Necrosis o podredumbre apical (Blossom end rot) en pimiento (Fuente: Mayfield and Kelley, 2015).

Los síntomas que produce en el fruto son el desarrollo de una mancha de diferentes tamaños de tejido muerto en la zona del ápice del fruto, como se puede observar en la figura 9. Esto es debido a una deficiencia de calcio en el desarrollo del fruto, debido a que la planta absorbe el calcio de otras zonas provocando daños en los frutos en desarrollo (Reche, 2010) (Jurado Ruiz y Nieto Quesada, 2003).

Su causa no es exclusiva a una falta de calcio solo, también lo puede provocar cambios bruscos de humedad en el suelo por estrés hídrico, salinidad alta, cambios bruscos de temperatura, etc. Para prevenir se recomienda llevar a cabo una fertirrigación adecuada de los elementos como el calcio, un nivel adecuado de humedad, controlar la salinidad, etc (Reche, 2010) (Jurado Ruiz y Nieto Quesada, 2003).

-Agrietamiento o rajado del fruto (Cracking)



Figura 10. Rajado del pimiento (Fuente: Elaboración propia).

Estas fisiopatías suelen aparecer en frutos maduros en forma de pequeñas rajadas, como en la figura 10, en la superficie del fruto, y pueden aparecer en cualquier punto del mismo. Esto se suele provocar debido al aumento de la humedad y al contraste térmico en el medio, durante los meses de invierno y principios de la primavera. Se provoca el hinchamiento del mesocarpio rompiendo la epidermis (Reche, 2010) (Jurado Ruiz y Nieto Quesada, 2003).

El control es la regulación de los riegos, la humedad relativa en el invernadero, la elección de variedades más resistentes al problema, etc. Se puede llegar a reducir su aparición, pero es difícil no tener frutos dañados sobre todo en los meses de primavera, debido a las bajas temperaturas que se producen durante la noche, y al ser frutos producidos en la parte alta, la alta temperatura del día provoca contrastes que causan dichos daños (Reche, 2010) (Jurado Ruiz y Nieto Quesada, 2003).

-Malformación de frutos o galleta



Figura 11. Detalle de malformación o “Galleta” en fruto de pimiento (Fuente: Elaboración propia).

Los síntomas son frutos que no alcanzan la calidad organoléptica ni comercial por lo que son directamente desechados de la planta. La causa es sencilla, es debido a una polinización defectuosa y esto produce frutos sin semillas, es decir partenocárpicos. Un ejemplo de lo que puede producir esta sintomatología, se refleja en la figura 11, donde el fruto ante la ausencia de la semilla no puede desarrollar correctamente el fruto (Reche, 2010) (Jurado Ruiz y Nieto Quesada, 2003).

Una solución sencilla, aunque no necesaria, es la introducción de panales de abejas que mejoren la polinización de los frutos (Reche, 2010) (Jurado Ruiz y Nieto Quesada, 2003).

2.6.1.2. Plagas que pueden afectar al cultivo del pimiento en precosecha.

Ante la gran cantidad de información que podría añadirse al respecto sobre las diferentes plagas y enfermedades, se hará un pequeño resumen de las distintas que pueden afectar a la calidad del fruto del pimiento, reduciendo su valor en el mercado o provocando la muerte de la planta, con la consiguiente pérdida de producción (Red de Alerta e Información Fitosanitaria, 2014).

Como podemos observar, en la tabla 6 se informan de la totalidad de plagas que pueden afectar al cultivo del pimiento (Red de Alerta e Información Fitosanitaria, 2014).

Tabla 6. Información sobre las plagas que afectan al pimiento (Fuente: Red de Alerta e Información Fitosanitaria, 2014. Elaboración propia)

Plagas del pimiento		
Ácaros	Araña roja	<i>Tetranychus urticae</i>
	Araña blanca	<i>Polyphagotarsonemus latus</i>
Insectos	Mosca Blanca	<i>Bemisia tabaci</i>
	Heliotis	<i>Helicoverpa armigera</i>
	Rosquilla verde	<i>Spodoptera exigua</i>
	Rosquilla negra	<i>Spodoptera littoralis</i>
	Plusia	<i>Autographa gamma</i>
	Trips de las flores	<i>Frankliniella occidentalis</i>
	Minador de las hojas	<i>Liriomyza spp.</i>
	Cochinillas	<i>Pseudococcus affinis</i>
Pulgones	Pulgón del algodónero	<i>Aphis gossypii</i>
	Pulgón verde del melocotonero	<i>Myzus persicae</i>
	Pulgón negro de las leguminosas	<i>Aphis craccivora</i> y <i>Aulacorthum solani</i>
	Pulgón verde de las solanáceas	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>
Nemátodos	Nemátodos	<i>Meloidogyne spp</i>

Las plagas más importantes y que más afectan al pimiento en el sureste español y con las que más cuidado se debe tener son las siguientes:

A) Mosca blanca

De todas las especies de mosca blanca, la que más afecta al cultivo bajo invernadero en la zona del sureste español es: *Bemisia Tabaci*. La mosca blanca es, además, una de las especies más comunes en los invernaderos y que si se descuida, puede producir grandes daños en las producciones de los invernaderos (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003) (Arias and Fuentes, 2012).

Esta especie produce en las plantas del pimiento un amarilleamiento y debilitamiento de la planta a nivel general (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003) (Arias and Fuentes, 2012).

Además, pueden producir una secreción que depositan sobre las plantas sobre la que pueden instalarse posteriormente algunos tipos de hongos que producen daños en los frutos (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003) (Arias and Fuentes, 2012).



Figura 12. Trampa contra insectos (Fuente: Elaboración propia).

B) Trips de las hojas

El trip de las hojas produce daños en los frutos a base de picaduras y también es responsable de la transmisión del virus del bronceado del tomate (TSWV). Esto ocurre porque los insectos pican para succionar la solución, lo que provocan que esos vacíos que producen se llenen de aire que se oxide y tome aspectos plateados, cuyos síntomas aparecen como en la figura 13 (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003).

Este síntoma no es muy apreciable en frutos recolectados en color verde o amarillo, pero en frutos recolectados en color rojo debemos tenerlo en cuenta debido a que baja su calidad (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003).



Figura 13. Mancha de trip en fruto de pimiento (Fuente: Elaboración propia).

C) Orugas

Los frutos del pimiento pueden ser atacados por diferentes tipos de orugas, habiendo diferentes tipos de especies. Los daños que puede producirnos son tanto en frutos como en hojas, es que las orugas mordisquean y se alimentan de estos, visible en la figura 14. Por tanto, pueden provocarnos pérdidas de la capacidad fotosintética y ver mermada la producción o la pérdida de fruta que se consideraría directamente destruido (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003).



Figura 14. Agujero realizado por oruga (Fuente: Elaboración propia).

D) Pulgones

Una de las especies que más afecta a los cultivos de pimiento bajo plástico en la zona del sureste español, es: *Myzus persicae*. Produce en las plantas de pimiento un enrollamiento y abollonaduras de hojas que, a su vez, produce pérdida de crecimiento vegetativo y también aparición de la famosa negrilla. Estos insectos pueden funcionar también como vectores, transmitiendo diferentes tipos de virus, como el virus del mosaico del pepino (CMV) o el virus de la patata (PVY) (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003).



Figura 15. Pulgones sobre hoja de pimiento (Fuente: Elaboración propia).

2.6.1.3. Enfermedades que pueden afectar al cultivo del pimiento en precosecha.

Las enfermedades que afectan al pimiento pueden ser bastante dañinas, afectando incluso a la totalidad de la producción. En la tabla 7, podemos observar las diferentes enfermedades que pueden afectar, en mayor o menor incidencia, magnitud y virulencia al cultivo del pimiento. Estas enfermedades pueden aparecer como consecuencia de la existencia de algunas plagas nombradas con anterioridad, sobre todo en el caso de los virus (Red de Alerta e Información Fitosanitaria, 2014).

Tabla 7. Información de las enfermedades que afectan al pimiento (Fuente: Elaboración propia a partir de Red de Alerta e Información Fitosanitaria, 2014.)

Enfermedades del pimiento	
	Enfermedades de las plántulas y los semilleros: <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i> y <i>Botrytis</i> .
	Enfermedades debidas a hongos del suelo: <i>Phytophthora</i> .
	Enfermedades vasculares: <i>Fusarium</i> y <i>Verticillium</i> .
	Enfermedades del follaje: <i>Botrytis</i> , <i>Leveillula</i> y <i>Cercospora</i>
Hongos	Oidiopsis (<i>Leveillula taurica</i>)
	Podredumbre gris (<i>Botrytis cinerea</i>)
	Podredumbre blanca (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)
	Podredumbre de cuello y raíz (<i>Phytophthora sp.</i> , <i>Rhizoctonia sp.</i> , <i>Fusarium oxysporum</i> y <i>Pythium sp.</i>)
	Oidio
	Virus del mosaico del pepino (CMV)
	Virus del bronceado del tomate (TSWV)
	Virus del mosaico verde atenuado del tabaco (TMGMV)
Virus	Virus del mosaico del tomate (ToMV)
	Virus de la patata (PVY)
	Virus del mosaico del tabaco (TMV)
	Virus del moteado suave del pimiento (PMMV)
	Virus del enanismo ramificado del tomate (TBSV)
Bacterias	Roña o sarna bacteriana (<i>Xanthomonas campestris</i>)
	Podredumbre blanda (<i>Erwinia carotovora</i>)

Las enfermedades que más afectan al cultivo del pimiento en la zona del sureste español y que más daño económico pueden realizar si no se controlan a tiempo, son las siguientes:

A) Oidio

El oídio es una de las enfermedades más importantes en la mayoría de los cultivos causado normalmente por el hongo *Leveillula taurica*, y sus síntomas son claros, aparece como manchas amarillas en el haz de la hoja y por en el envés de la hoja se puede ver como una ceniza blanquecina (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003) (Serrano, 2011) (Laucirica, 2019).

Estas manchas pueden llegar a extenderse de manera rápida en climas de primavera y otoño cuando las temperaturas son cálidas y la humedad es elevada. Puede producir fuertes defoliaciones (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003) (Serrano, 2011) (Laucirica, 2019).

B) *Botrytis cinerea*

Son hongos saprofitos, es decir, se alimentan de materia orgánica muerta. Aparecen cuando la temperatura se encuentra entre 15 – 18 °C y necesita una humedad bastante elevada, un 95%. Atacan toda la planta y al fruto, lo que provoca manchas y podredumbres como en la figura 16 (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003) (Serrano, 2011).



Figura 16. Fruto de pimiento afectado por *Botrytis cinerea* (Fuente: Elaboración propia)

Para su control, hay que tener cuidado sobre todo en cultivos ecológicos sin productos, por lo que se deben realizar los cortes sin dejar heridas o rajadas, utilización de los productos permitidos y, sobre todo, la ventilación es muy importante para evitar la elevada humedad del ambiente (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003) (Serrano, 2011).

C) *Phytophthora capsici*

Una de las más importantes. Es un hongo que puede afectar a todos los niveles de la planta y durante todo el ciclo. Aparece de diferentes formas, desde el cuello del tallo en forma de mancha oscura o desde las mismas raíces, deteniendo el desarrollo de la planta y provocándole la muerte (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003) (Serrano, 2011).

Para su control, se recomienda una desinfección del suelo con metam sodio, debido a que el hongo puede extenderse a través del agua (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003) (Serrano, 2011).

D) Spotted

Uno de los virus que más daño hacen debido a su transmisor, los trips. Este virus es el virus del bronceado del tomate (TSWV). Es un virus de gran agresividad y virulencia. Este virus puede provocar la debilidad de la planta e incluso su muerte. Los signos de como se muestra en la planta, los podemos observar en la figura 17.

Se debe tener cuidado con la presencia del insecto controlando su población por medio de lucha química o lucha biológica, y la eliminación de manera inmediata de las plantas enfermas para evitar la propagación del virus dentro de la propia finca (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003) (Serrano, 2011).



Figura 17. Virus del Spotted en variedad de pimiento tipo California amarillo a la izquierda y tipo California rojo a la derecha (Fuente: Elaboración propia).

2.6.2. Factores ambientales en precosecha y postcosecha.

Los factores ambientales que pueden afectar al fruto del pimiento tanto en precosecha como en postcosecha son parecidos. Los principales factores ambientales que deben tenerse en cuenta para evitar daños y pérdidas de producción son los siguientes:

-Temperatura

La temperatura es un factor que puede afectar sobre todo en precosecha durante el desarrollo de la planta, debido a que si las temperaturas son bajas puede producir la caída de las flores con la consecuente pérdida de producción. Además, es una especie que requiere altas temperaturas, entre 20 – 25 °C durante el día y 16 – 18 °C en la noche durante todo su ciclo (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003).

Otra importancia que tiene la temperatura es en los primeros meses de ciclo, debido a que las altas temperaturas provocan que la planta obtenga demasiada vegetación retrasando la floración y dándonos problemas. Además, junto con otros factores como la luz y la humedad puede aumentar el Blossom (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003).

En el caso de postcosecha es un factor importante. Se debe mantener el fruto en almacenamiento una vez cosechado, limpiado y clasificado entre una temperatura de 8 a 10 °C para mantener la calidad del fruto y que no se eché a perder (Reché, 2010).

-Humedad

Otro aspecto muy importante. En pre cosecha debemos tener cuidado con la humedad. Debe estar comprendida entre el 50% al 70%. Esto es debido a que con baja humedad y si la temperatura es elevada, se provoca la caída de flores y de frutos recién cuajados (con la consiguiente pérdida de cosecha) (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003).

Una humedad alta además afecta a frutos inmaduros (verdes) y maduros (rojos o amarillos) tanto en planta como cosechado. Esto es debido a que pueden producirse ataques a los frutos de enfermedades como la Botrytis, pudriciones, etc (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003).

En el caso de postcosecha es otro factor importante. Se debe evitar que el fruto este mojado en el almacenamiento del mismo. Esto evita que exista formación de hongos, bacterias... y se suele realizar a través de ventilación natural. La humedad ambiental donde se almacenan debe estar en torno al 90% para que se mantengan frescos (Reché, 2010).

-Radiación

La radiación es un factor que tiene su importancia para el desarrollo vegetativo y en la floración. También es importante durante el desarrollo de la planta y se ha de retirar el encalado para que la planta obtenga una buena floración (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003).

Si no se obtiene la luminosidad que la planta necesita, puede provocar que la planta sea débil o que no haya suficiente floración para obtener la cosecha deseada del fruto (Jurado-Ruiz and Nieto-Quesada, 2003).

En algunos casos en pre cosecha, se puede realizar un encalado para que los frutos del pimiento se mantengan más tiempo en planta sin que lleguen a echarse a perder la calidad del fruto. En el caso de que la luz o radiación, junto con la temperatura afecten al fruto, pueden causar los daños que se señalan en la figura 18 (Reché, 2010).



Figura 18. Fruto de pimiento afectado por la radiación solar y la alta temperatura del invernadero (Fuente: Elaboración propia).

Aunque no es tan importante en la postcosecha, se debe evitar la exposición de los frutos de manera prolongada a la luz del sol, para evitar el desecado y la pérdida de agua del fruto (Reché, 2010).

2.6.3. Factores agronómicos.

2.6.3.1. Factores agronómicos en precosecha.

- Entutoramiento

El entutorado es uno de los factores primordiales para el desarrollo de la planta. Existen diferentes tipos de Entutoramiento: vertical, tradicional y con mallas. En el tipo vertical se realiza de la misma manera que se entutora el tomate. En este caso, se debe realizar una poda de 2-3 tallos los cuales serán entutorados. Se incrementa la mano de obra, pero con mejor ventilación e iluminación (Reché, 2010) (Urrestarazu et al, 1996).

El tradicional es el más básico donde no se realiza ningún tipo de poda y se entutora a base de hilos horizontales a diferentes alturas del suelo a ambos lados para evitar que las plantas se caigan. Se van disponiendo hilos a lo largo que se sube en altura entre una distancia de 6 a 8 cm de longitud. Se reduce la ventilación y la iluminación, pero se obtienen buenos resultados con menor mano de obra. Un ejemplo de este tipo se puede observar en la figura 19 (Reché, 2010) (Urrestarazu et al, 1996).



Figura 19. Plantas entutoradas al estilo tradicional (Fuente: Elaboración propia).

El entutorado con mallas es el más extraño. Se colocan mallas de plástico horizontales y paralelas al terreno, a medida que va creciendo el cultivo se introducen por los agujeros de la malla para que se vayan apoyando. Este tipo de entutorado no se realiza, se suele utilizar, pero de manera diferente. Cuando se alcanza una determinada altura en el tradicional, se coloca en lo alto esta malla para que la parte alta de la planta descansa sobre esta malla y no se parta (Reché, 2010) (Urrestarazu et al, 1996).

-Deshoje

El deshoje se puede realizar tras recolectar los primeros frutos en la parte baja de la planta. Tiene como objetivo eliminar hojas que no cumplen con su función y presentan senescencia. De esta manera se aumenta la ventilación, evitando la formación de hongos, y si se encontrase, se eliminaría también huevos de mosca blanca que se encontrasen en el envés de la hoja (Casilimas and Monsalve. 2012).

-Tratamientos hormonales

Estos tratamientos se pueden utilizar para mejorar la polinización en situaciones como en ciclos de otoño-invierno. Una de las más conocidas y que se utiliza en pulverización son las auxinas que se producen en las terminaciones de las yemas y que se utiliza para el cuaje de las flores (Reché, 2010).

Otras de las dos hormonas utilizadas son: citoquininas (para la formación correcta de las yemas) y las giberelinas (retrasa la maduración y alarga los entrenudos, controla el crecimiento de la planta, etc.) (Reché, 2010).

- Blanqueo o encalado

El encalado es muy importante en todos los cultivos, pero sobre todo para el pimiento a lo largo de todo su ciclo. Se aplica al inicio del ciclo para reducir las altas temperaturas que se origina dentro del invernadero, debido a que la ventilación es insuficiente y hay que reducir por tanto la temperatura para que la planta pueda sobrevivir (Reché, 2010).

Una vez pasado el calor, se debe eliminar progresivamente para, junto con el control del riego y la conductividad eléctrica, provocar en la planta un estrés que haga mejorar el cuaje de la planta. Así evitamos que la falta de luz afecte en la floración (Reché, 2010).

Otra recomendación en ciclos que acaban en Marzo a Abril, es realizar un segundo encalado en los meses anteriores. De esta manera, frenamos la maduración de los frutos que están por madurar y reducimos los daños por quemaduras del sol y deshidratación del sol en los frutos ya madurados, pudiendo aguantar en planta mucho más tiempo (Reché, 2010).

2.6.3.2. Factores agronómicos en postcosecha.

- Recolección

Se recomienda realizarlo durante el atardecer o por la mañana temprano cuando los frutos están más frescos. Así evitamos problemas posteriores de pudriciones y aparición de enfermedades. Evitar recogerlos húmedos o favorecer su ventilación (Reché, 2010).

Se cosechan provistos totalmente del pedúnculo sin daños, y se puede realizar con la mano con cuidado o con tijeras. Se resguardan del sol y se cosecharán los pimientos dependiendo del precio, es decir, se podrá cosechar en verde intenso o rojo en función del precio que tenga cada uno de ellos en el momento mismo de la recolección (Reché, 2010).

2.7. Calidad comercial exigidos por los mercados.

2.7.1. Aspectos visuales exigidos por el consumidor y el mercado.

Todos los frutos que llegan a los mercados, deben cumplir con un mínimo de exigencias para poder ser comercialices exigidos por la ley, aparte de las condiciones exigidas por el propio mercado y los consumidores (Orden de 12 de septiembre de 1983, *Boletín Oficial del Estado*).



Figura 20. Defecto visual en fruto de pimiento (Fuente: Elaboración propia).

Según la Orden de 12 de septiembre de 1983, las principales características que deben cumplir los frutos exigidos por los mercados, se pueden resumir a:

- “Frescos y enteros
- Sanos. Se excluyen los frutos afectados de podredumbres o con alteraciones tales que los hagan impropios para el consumo
- Limpios. Prácticamente exentos de materias extrañas visibles
- Bien desarrollados
- Exentos de daños causados por heladas
- Exentos de heridas no cicatrizadas.
- Exentos de quemaduras producidas por el sol.
- Provistos de su pedúnculo.
- Exentos. de humedad exterior anormal. (No incluye las pequeñas condensaciones producidas por las diferencias de temperatura a la salida de los almacenes frigoríficos)
- Exentos de olor y/o de sabor extraños.”

2.7.2. Calidad interna del fruto.

Se pueden analizar diferentes parámetros para medir la calidad del fruto. Los más comunes son: firmeza, grosor de la pared, contenido en sólidos solubles...

El principal parámetro de calidad y más importante, es la firmeza. Este parámetro es importante porque está relacionado con el tiempo de conservación. Se puede aumentar la firmeza del fruto, y es por medio del aumento de la radiación. Se demostró que, por medio de la poda y un entutorado vertical, se mejoró la calidad del fruto y su firmeza, permitiendo un mayor aguante del mismo permitiendo una mayor vida postcosecha (Urrestarazu et al, 1996).



Figura 21. Calidad deseada en el fruto del pimiento respecto al grosor de las paredes del fruto (Fuente: Elaboración propia).

Otro parámetro que puede servir la calidad de un pimiento, es los °Brix. Son un poco engañosos debido a que los valores más altos coinciden con los frutos que más tiempo tardan en madurar y alcanzar el óptimo de recolección. De este modo, al seguir existiendo cambios en los frutos, incrementa su contenido en azúcares (Urrestarazu et al, 1996).

2.8. Comercialización del pimiento tipo California.

La comercialización de esta variedad de pimiento se debe realizar según lo establecido en el BOE-A-1983-25519, donde figura la norma específica para su comercialización en función del tamaño y el peso del fruto. En el pimiento, se dividen en tres categorías: categoría I, categoría II y destrío (no comerciales).

La categoría I deben presentar frutos de gran calidad, firmes, provistos de su pedúnculo y que no tenga ninguna mancha. Esto son los frutos que más se buscan, debido a que debe presentar un mejor precio y son los más cotizados (Orden de 12 de septiembre de 1983, *Boletín Oficial del Estado*).

La categoría II, son los frutos que no pueden entrar dentro de la categoría I por no cumplir con lo establecido, pero cumplen con una serie de normas para ser comerciales. Esta categoría permite una serie de defectos, como son, defectos de forma o de desarrollo, quemaduras del sol o heridas cicatrizadas de pequeño tamaño, el pedúnculo puede estar dañado o cortado y puede tener un poco menos de firmeza. Por último, los frutos que no entran dentro de ninguna de las categorías, son enviados directamente al destrío, es decir, no pueden ser comercializados (Orden de 12 de septiembre de 1983, *Boletín Oficial del Estado*).

Otra característica que se toma en la clasificación del pimiento, e importante para el comercio internacional, es el calibre del fruto. Este se determina de la siguiente manera: “el diámetro de la parte superior más ancha del fruto”. Además, se establece que los diámetros mínimos para la categoría I (en la categoría II no es obligatorio que tenga diámetro mínimo) deben ser (Orden de 12 de septiembre de 1983, *Boletín Oficial del Estado*):

- Pimientos dulces largos (picudos): 20 mm
- Pimientos dulces cuadrados no picudos y pimientos dulces cuadrados picudos (tipo peonza): 40 mm
- Pimientos dulces aplastados (tipo tomate): 55 mm

En los pimientos de tipo California se comercializa de otra manera distinta, y es costumbre clasificarlos en función de su diámetro máximo en las siguientes categorías y también en función del peso del fruto (Reché, 2010):

Tipo GGG → 110-130 mm

Tipo GG → 90-109 mm

Tipo G → 70-89 mm

Tipo M → 50-69 mm

3. Material y métodos.

3.1. Localización de los ensayos.

El ensayo se realizó en la campaña 2018/2019 y en la campaña 2019/2020 y en dos parcelas diferentes en dos localizaciones situadas dentro de la comarca de Almería. En la finca situada en Vícar, se realizó en la campaña 2018/2019 y 2019/2020, mientras que en la finca situada en Balanegra, solo se realizó durante la campaña 2019/2020.

La primera finca se encuentra situada en Aljibe, Vícar, Almería, España, en el polígono 13, parcela 89. En la figura 22 y la tabla 8 se puede observar la situación geográfica y los datos geográficos de la finca situada en la zona de Vícar (Almería).



Figura 22. Situación finca en Vícar (Fuente: Google Maps, 2020).

Tabla 8. Información geodésica de la finca situada en Vúcar (Fuente: Elaboración propia a partir de FEAGA, 2020).

Información geográfica de finca en Vúcar.	
Datum	ETRS89
Latitud	36° 48' 34.89" N
Longitud	2° 39' 20.00" W
Huso UTM	30
Coord. X	530.723,50
Coord. Y	4.073.816,49
Nivel	18

La segunda finca se encuentra situada en Balanegra, Almería, España, en el polígono 90, parcela 33.

Se puede observar su situación geográfica en la figura 23 y en la tabla 9 se dan los datos geográficos de la situación de la finca en la que se realizó parte del ensayo en la campaña 2019/2020.

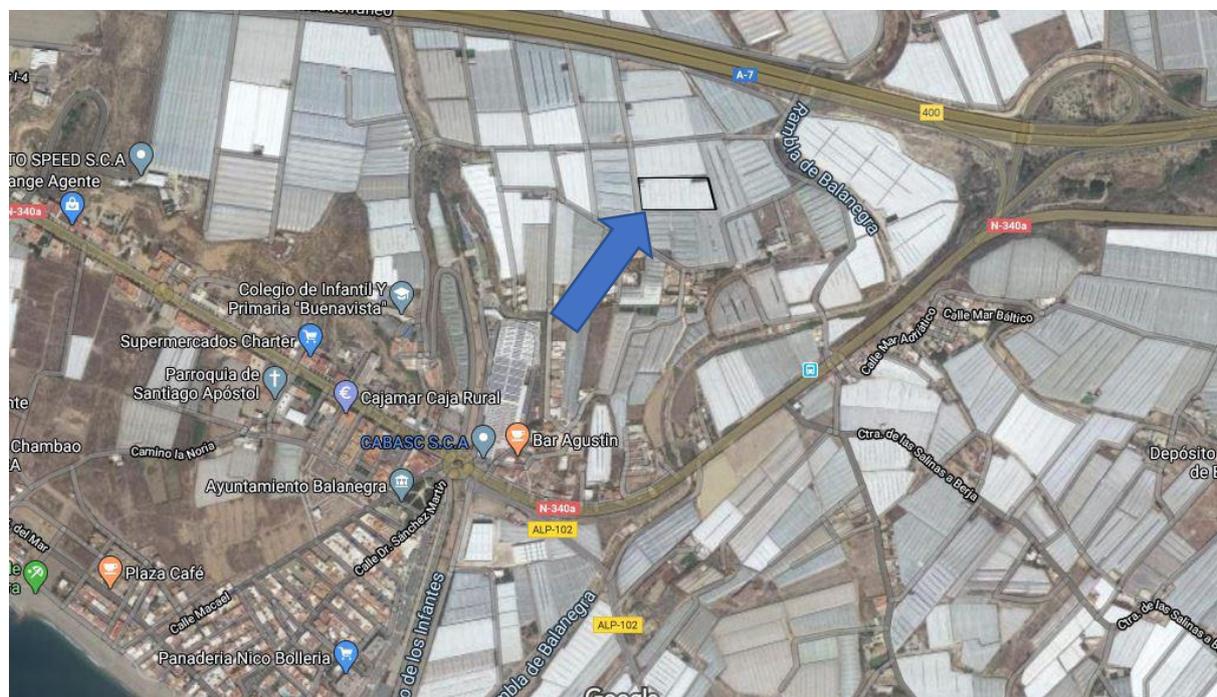


Figura 23. Situación finca en Balanegra (Fuente: Google Maps, 2020)

Tabla 9. Información geodésica de la finca situada en Balanegra (Fuente: Elaboración propia a partir de FEGA, 2020).

Información geográfica de finca en Balanegra.	
Datum	ETRS89
Latitud	36° 45' 10.97" N
Longitud	2° 54' 4.91" W
Huso UTM	30
Coord. X	508.804,51
Coord. Y	4.067.482,22
Nivel	18

3.2. Material utilizado durante el desarrollo del estudio.

3.2.1. Características del invernadero.

La finca situada en Vícar dispone de una superficie total de 6.513 m². Este invernadero es de tipo raspa y amagado, con una altura de 4 metros que cuenta con un total de tres puertas con tres pasillos situados en la zona de mayor longitud del invernadero. La longitud de la finca es de 100 metros por 65 metros de ancho (figura 24). El ensayo se lleva a cabo en la totalidad de la finca.



Figura 24. Finca de pimiento de Vícar (Fuente: Elaboración propia).

El invernadero está formado por tubos de acero galvanizado y alambre, y el soporte final de los propios líneas es de madera. El invernadero tiene una orientación de Norte a Sur. Dispone de ventilación pasiva tanto en ventanas cenitales como en ventanas laterales. Las ventanas están colocadas a lo largo del invernadero, con una longitud de casi 100 metros, tanto aprovechando los vientos de poniente como del levante. En dichas superficies, se disponía una malla negra con 70% de sombra con tela mosquitera normal. La apertura de las ventanas era manual, en función del criterio del agricultor.

Las variedades fueron situadas en el invernadero, con una densidad de plantación de (1x0,5) m, y siendo la variedad principal de pimiento de la finca Merkava.

La finca situada en Balanegra tiene una superficie total de 6.382 m². Este invernadero es de tipo raspa y amagado, con una altura de 3,5 metros que cuenta con un total de una puerta con un pasillo situado en la zona de mayor longitud del invernadero. La longitud de la finca es de 125 metros por 50 metros de ancho (figura 25). El ensayo se lleva a cabo en la totalidad de dicha finca.



Figura 25. Finca de pimiento de Balanegra (Fuente: Elaboración propia).

El invernadero está formado por tubos de acero galvanizado y alambre. El invernadero tiene una orientación de Norte a Sur. Dispone de ventilación pasiva tanto en ventanas cenitales como en ventanas laterales. Las ventanas están colocadas a lo largo del invernadero, con una longitud de casi 125 metros en el caso de las ventanas laterales y varias ventanas cenitales con una longitud de 50 metros en distintas orientaciones. En dichas superficies, se disponía una malla negra con 70% de sombra con tela mosquitera normal. La apertura de las ventanas era manual, en función del criterio del agricultor.

Las variedades fueron cultivadas en el invernadero, con una densidad de plantación de (1x0,5) m, y siendo la variedad principal de pimiento de la finca Merkava.

3.2.2. Instalación de riego.

La finca de Vícar cuenta con un almacén donde se dispone de un equipamiento de sistema de inyección de fertilizantes, con 3 tanques con una capacidad de 3000 litros para disolver los diferentes fertilizantes y un tanque de 1000 litros para los microelementos y ácido nítrico.

Este invernadero no dispone de ninguna balsa, está conectado a la red de agua de Vícar. El equipo está formado por diferentes tipos de filtros para eliminar las impurezas del agua. Todo esto controlado a través de un ordenador.

Además, el sistema está diseñado para garantizar el riego en diferentes momentos en diferentes fincas. Aunque en nuestro diseño solo se utilice una sola finca, el agricultor dispone de tres fincas diferentes de las que se encarga nuestro sistema de fertilización de aportar las soluciones nutritivas en el momento deseado.

En cambio, en la finca de Balanegra disponemos de un almacén con un equipamiento de sistema de inyección de fertilizantes, con solo tres tanques. Dos de ellos disponen de una capacidad de 2000 litros para realizar de manera correcta la fertilización y evitar la formación de sales, y otro tanque de 500 litros donde dispone de los microelementos.

Este invernadero dispone de una pequeña balsa de unos 1.000.000 litros de la que se saca el agua para el riego del invernadero, además dispone de una red de malla en su parte superior para evitar la formación de algas en el agua.

3.3. Técnicas de cultivo.

3.3.1. Inicio de plantación.

La fecha de plantación del invernadero situado en la finca de Vícar durante la campaña 2018/2019 fue el 20 de Julio de 2018.

La fecha de plantación de las diferentes variedades de pimiento en la finca de Vícar durante la campaña 2019/2020 fue el 18 de Julio de 2019, mientras que la fecha de plantación en el invernadero de Balanegra durante la campaña 2019/2020 se realizó el día posterior de la finca de Vícar, es decir, el 19 de Julio de 2019.

3.3.2. Manejo del cultivo.

Todas las técnicas y manejo del cultivo, tales como: poda y entutorado, riego, aplicación de fitosanitarios, control de las malas hierbas, etc.; han sido realizadas de la manera típica de la zona sureste de la península Ibérica y establecido según la ley del estado español, concretamente en la zona del poniente en Almería.

3.3.3. Fin de plantación.

La fecha de retiro de la plantación de pimiento en la finca de Vícar durante la campaña 2018/2019 fue el 8 de Abril de 2019.

La fecha de retiro de la plantación de pimiento en la finca de Vícar durante la campaña 2019/2020 fue el 13 de Abril de 2020 para pasar a un cultivo de melón, mientras que la fecha de retiro de la plantación en el invernadero de Balanegra durante la campaña 2019/2020 se realizó el 26 de Marzo de 2019.

3.4. Diseño experimental.

3.4.1. Producto evaluado en el estudio.

En este apartado, se describen las variedades de pimiento tipo California que se han seleccionado para nuestro estudio.

3.4.1.1. Pimiento tipo California variedad Adrianno.

Adrianno es una variedad de pimiento California rojo de fechas de plantación mediotardío. La planta es vigorosa con el entrenudo medio largo y con buena capacidad de cuaje. Las fechas de siembra recomendadas son la segunda quincena de julio, es decir, desde el 15 de julio hasta el 1 de agosto. Además, tiene un excelente comportamiento para evitar el rajado de los frutos y el Stip (Zeraim Ibérica, 2020).

El fruto, cuya imagen se muestra en la figura 26, destaca por su forma cuadrada, con una uniformidad extraordinaria y una gran capacidad por parte de la planta de mantener el tamaño durante todo el ciclo. Destaca su color y brillo tanto en rojo como en verde y una ausencia prácticamente total del plateado. Es un fruto destacado para las cooperativas, debido a su gran presencia de frutos de calibre G o GG, con una pared gruesa y maduración lenta, por lo que obtenemos una gran conservación en planta y un largo ciclo (Zeraim Ibérica, 2020).



Figura 26. Pimiento tipo California variedad Adrianno (Fuente: Elaboración propia).

Las resistencias que tiene esta variedad de pimiento son (Zeraim Ibérica, 2020):

- Alta resistencia al Tm: 3.
- Resistencia intermedia a TSWV: PO.

3.4.1.2. Pimiento tipo California variedad Merkava.

Merkava es una variedad de pimiento California rojo de fechas de plantación medio-tardío. La planta es vigorosa y aireada sin necesidad de destallado. Tiene una capacidad de cuaje continua durante todo el ciclo sin llegar a mostrar signos de agotamiento. Gracias a esta cualidad, esta variedad puede proporcionar un ciclo más largo y una producción elevada (Zeraim Ibérica, 2020).

Las fechas de siembra recomendadas son las mismas que para Adrianno, siendo ambas variedades más tempranas. Estas fechas son del 15 de julio al 1 de agosto (Zeraim Ibérica, 2020).

En la figura 27 se muestra un detalle del fruto de la variedad Merkava. Los frutos de esta variedad muestran una alta uniformidad, con 3-4 cascos y calibres mayoritariamente GG y algunos G. Frutos con paredes gruesas, con ausencia de plateado y buena calidad de los mismos debido a un buen cuaje con frío. Además, cuenta con buen comportamiento ante el rajado de los frutos (Zeraim Ibérica, 2020).

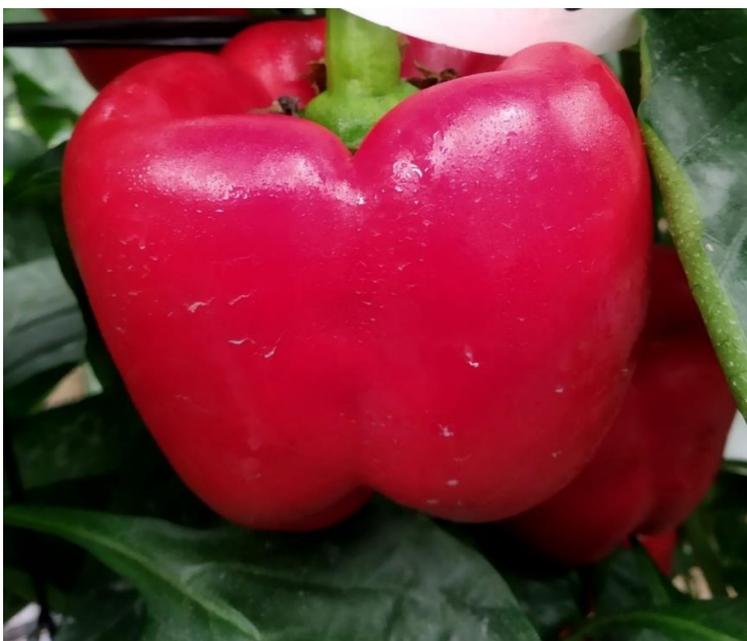


Figura 27. Pimiento tipo California variedad Merkava (Fuente: Elaboración propia).

Las resistencias que tiene esta variedad de pimiento son (Zeraim Ibérica, 2020):

- Alta resistencia al Tm: 3.
- Resistencia intermedia a TSWV: PO.

3.4.1.3. Pimiento tipo California variedad Mottala.

Mottala es una variedad de pimiento California rojo tardío. La planta es vigorosa y con un sistema radicular fuerte que ayuda a desarrollarse en suelos pobres y un ciclo de cultivo con gran capacidad de mantener el fruto en condiciones óptimas hasta el final del ciclo (Zeraim Ibérica, 2020).

Las fechas de siembra recomendadas son la última semana de julio y la primera semana de agosto, siendo recomendado a partir de fechas del 20 de julio (Zeraim Ibérica, 2020).

Es una variedad con unos frutos grandes, como se puede observar en la figura 28, mayoritariamente GG. Son frutos cuadrados y homogéneos a lo largo del fruto, con un color rojo oscuro y excelente conservación en planta como en postcosecha. Cuenta con un buen comportamiento al rajado de los frutos y al Stip (Zeraim Ibérica, 2020).

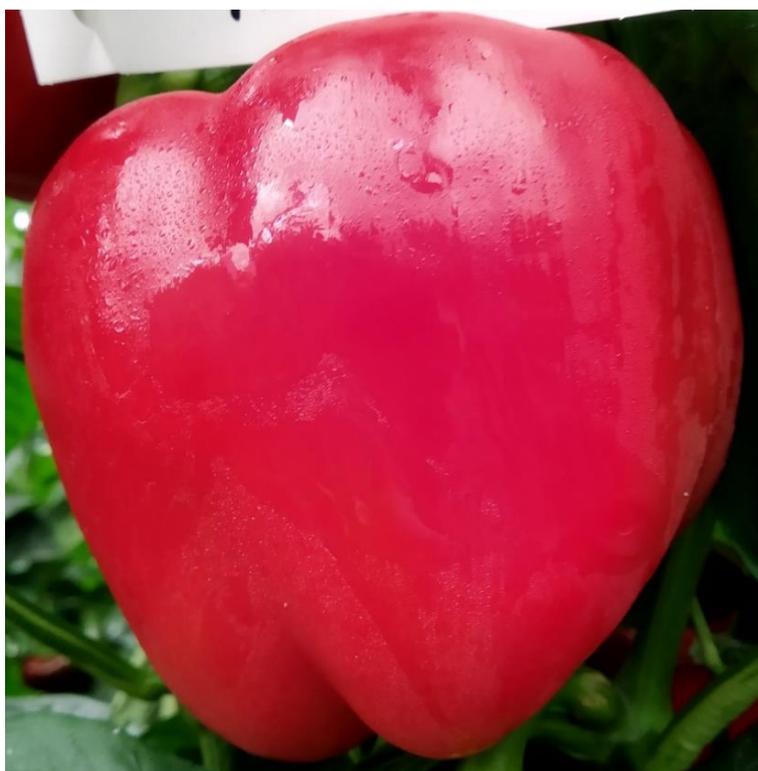


Figura 28. Pimiento tipo California variedad Mottala (Fuente: Elaboración propia).

Las resistencias que tiene esta variedad de pimiento son (Zeraim Ibérica, 2020):

- Alta resistencia al Tm: 3.
- Resistencia intermedia a TSWV: PO.

3.4.1.4. Pimiento tipo California variedad Máximo.

Máximo es una variedad de pimiento California rojo tardío. La planta es muy vigorosa, con entrenudos largos y de alta producción y cuaje durante todo su ciclo. Las fechas de siembra son la última semana de julio y la primera semana de agosto. Variedad destacable por su resistencia genética ante el oidio (Zeraim Ibérica, 2020).

Es una variedad de frutos de gran tamaño, con un 70% de calibre GG en una producción media. La forma de los frutos es cuadrada, con paredes gruesas y conservación en planta aceptable. Todas estas características son observables en la figura 29, donde se muestra un fruto de la variedad Máximo. Tiene buena resistencia al rajado de los frutos y al Stip (Zeraim Ibérica, 2020).

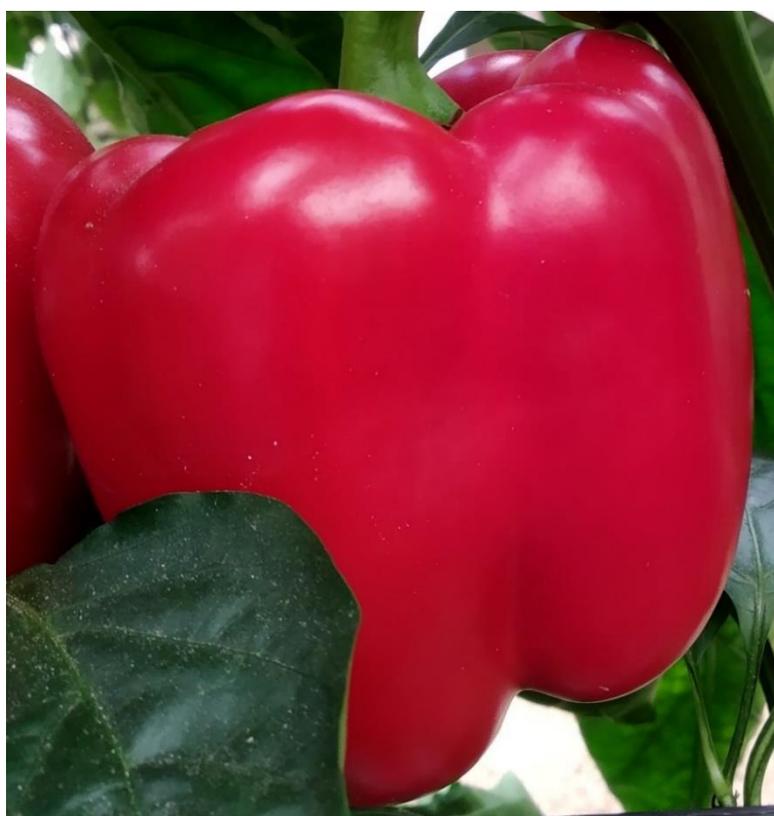


Figura 29. Pimiento tipo California variedad Máximo (Fuente: Elaboración propia).

Las resistencias que tiene esta variedad de pimiento son (Zeraim Ibérica, 2020):

- Intermedia a oidio (Lt).
- Alta resistencia al Tm: 3.
- Resistencia intermedia a TSWV: PO.

3.4.2. Parámetros sometidos a estudio.

3.4.2.1. Evaluación del rendimiento.

Los materiales y equipos empleados en el presente estudio serán: material vegetal (pimiento tipo California de diferentes variedades (Adrianno, Máximo, Merkava y Mottala) de la casa de semillas Zeraim Ibérica S.A.) y una Balanza Digital que se muestra en la figura 30, la cual se utilizó durante todo el estudio.



Figura 30. Balanza digital utilizada durante el pesado (Fuente: Elaboración propia).

Para evaluar el rendimiento de las variedades se valoró la producción de las diferentes variedades de pimiento que se han descrito con anterioridad. Para ello, se realizó la medición del peso de diferentes frutos en diferentes localizaciones durante las campañas 2018/2019 y la campaña 2019/2020.

La metodología que se ha aplicado, que se realizó desde octubre hasta abril en cada campaña, consistió en marcar 20 plantas (divididas a su vez en dos marcas de 10 plantas en cada lado de los diferentes líneas para aumentar la variabilidad) de cada variedad en cada bloque siendo un total de 4 variedades por bloque. En la figura 31, podemos observar cómo se realizó el etiquetado de las plantas seleccionadas, siendo marcadas con una cinta las plantas que se cosecharon en sus respectivos días.

Se realizó el mismo marcado en dos localizaciones diferentes, con un total de 80 plantas por invernadero y bloque (20 plantas por variedad) y un total de 160 plantas entre las dos localizaciones.

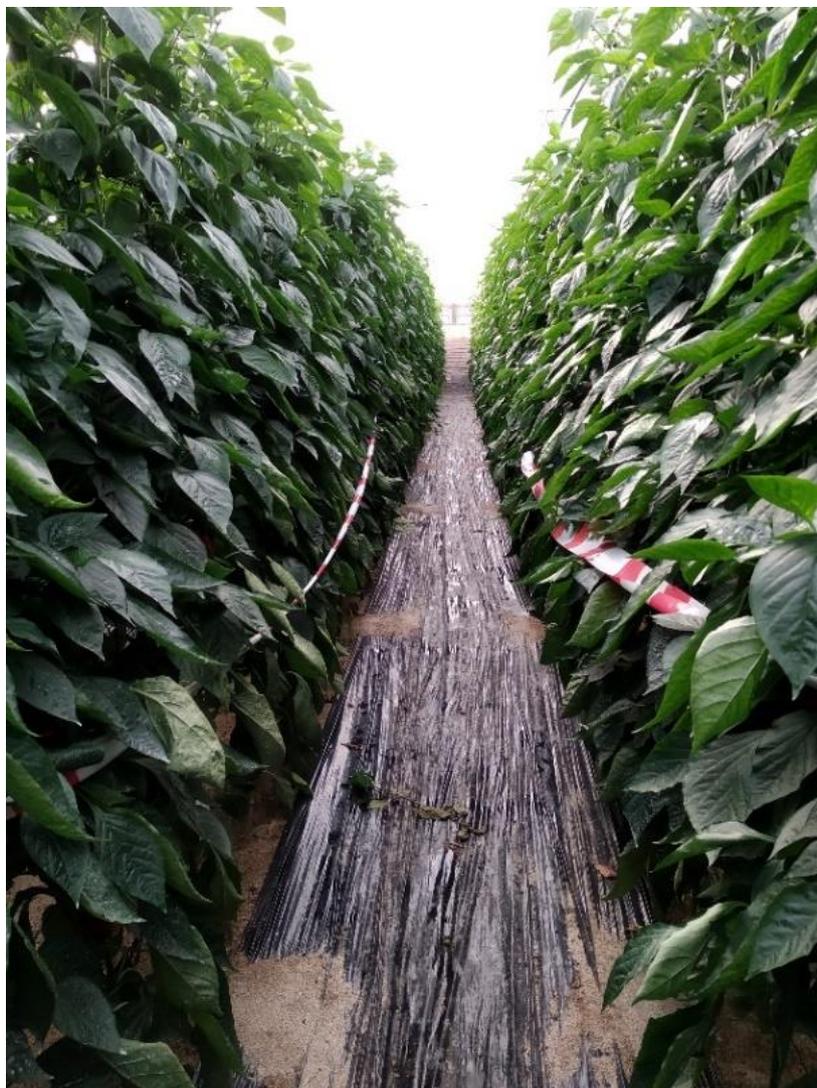


Figura 31. Etiquetado de plantas en el invernadero para su posterior recolección (Fuente: Elaboración propia).

Se cosechó todos los frutos comerciales y no comerciales que alcanzaron la madurez completa y, en la última toma de datos también se midió los frutos inmaduros cosechados en color verde para valorar la producción total de las variedades. La localización de las variedades dentro de las fincas durante la campaña 2019/2020 se pueden observar dentro de las figuras 32 y 33.

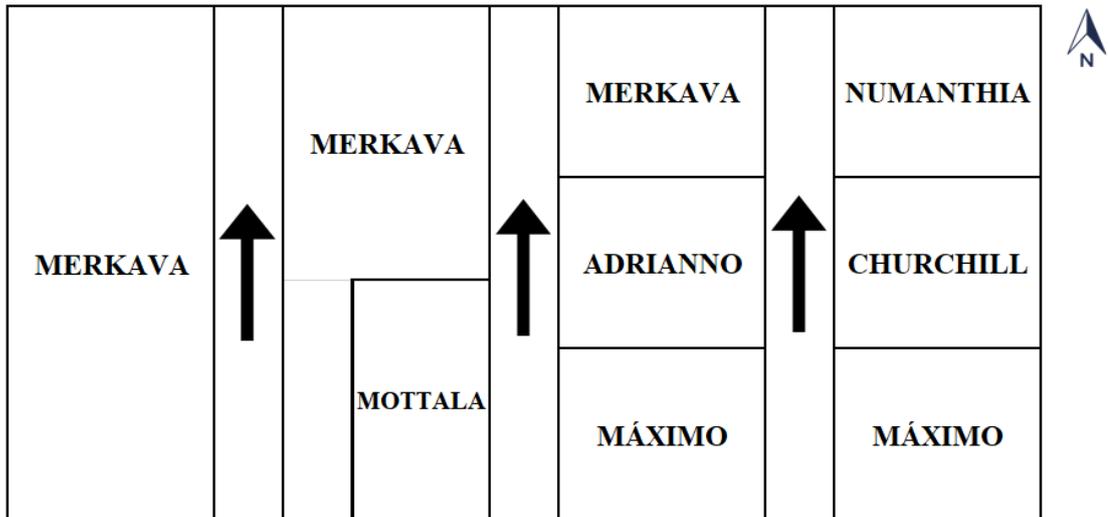


Figura 32. Disposición variedades de pimiento en la campaña 2019/2020 en el invernadero de Vúcar (Fuente: Elaboración propia).

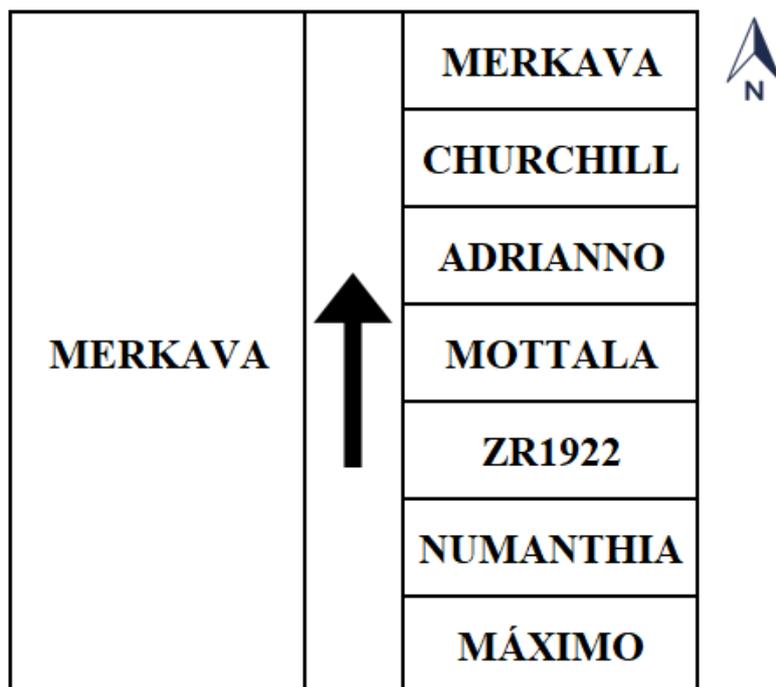


Figura 33. Disposición variedades de pimiento en la campaña 2019/2020 en el invernadero de Balanegra (Fuente: Elaboración propia).

Además de la evaluación del rendimiento comercial, durante esta parte del estudio se valoró los diferentes defectos que pueden presentar cada uno de los frutos cosechados para tener en consideración.

El proceso de toma de datos de rendimiento fue el siguiente:

1º Medida el mes de noviembre. Se realizó el pesado de todos los frutos que hayan madurado en el momento de recolección, una vez realizado el pesado, se dividieron los frutos en comerciales y destríos. Seguidamente, se comprobó visualmente los principales defectos de las diferentes variedades.

2º Medida el mes de diciembre. Se procedió del mismo modo al descrito en la medida del mes de noviembre.

3º Medida el mes de enero. Se procedió del mismo modo al descrito en la medida del mes de noviembre.

4º Medida el mes de marzo. Se procedió del mismo modo al descrito en la medida del mes de noviembre.

3.4.2.2. Evaluación de la viabilidad comercial del fruto en planta.

La segunda parte de nuestra investigación fue la evaluación de la viabilidad comercial del fruto en planta tras su madurez fisiológica. En el contexto de nuestro estudio, se define **viabilidad comercial del fruto en planta** como el *número de días que el fruto puede permanecer en la planta tras alcanzar su madurez comercial y que es capaz de permanecer en la planta con calidad óptima para su comercialización.*

La pérdida de calidad comercial se producirá principalmente por el envejecimiento del fruto (figura 34), aunque también puede ser producido por otros factores tales como pudrición (producido por bacterias y hongos), exceso de radiación solar (asolanado), rajado, decoloración del fruto, etc.



Figura 34. Fruto de pimiento y su respectiva etiqueta retirados de la planta y del estudio (Fuente: Elaboración propia).

Para identificar los frutos en nuestro estudio, se etiquetaron en cada variedad de pimiento un total de 120 frutos (60 frutos en la finca de Vúcar y 60 frutos en la de Balanegra). En cada invernadero y por cada variedad se seleccionaron al azar 15 plantas, las cuales estaban distribuidas por toda la zona de cultivo. En cada planta se seleccionaron 4 frutos en un estado precomercial (frutos verdes) situados en la planta a diferentes alturas. En número total de frutos sobre los que se realizó el seguimiento fue de 480 (4 frutos/planta, 15 plantas/variedad, 4 variedades/invernadero y 2 invernaderos). En la figura 35 se muestran dos ejemplos del etiquetado de frutos realizado en nuestro estudio.



Figura 35. Frutos etiquetados en la finca de Vícar durante el estudio para su fácil localización durante la toma de datos en la campaña 2019/2020 (Fuente: Elaboración propia).

El etiquetado se realizó siguiendo un mismo criterio, el cual está representada un ejemplo de la etiqueta en la figura 36.



Figura 36. Croquis de la etiqueta (Fuente: Elaboración propia).

Estos símbolos sirven para poder mantener un control más exacto sobre cada uno de los frutos y poder facilitar la labor de identificación de los mismos en la planta de manera rápida en cada visita que se realizó al fruto.

Cada uno de los símbolos que aparecen en la figura 36 representan la siguiente información:

- X: Primera vocal de la variedad. Adrianno (A), Máximo (H), Merkava (M) y Mottala (Mo).
- Y: Número de planta dentro de la variedad.
- Z: Número de fruto dentro de la planta.

En la figura 37 se muestra un ejemplo de lo anteriormente comentado de una etiqueta de la variedad de pimiento denominada “Máximo” donde la H corresponde a Máximo, el número 14 es el número de planta y el número 1 es el número de fruto dentro de la misma planta.



Figura 37. Pimiento etiquetado variedad Máximo (H), planta (14) y fruto (1) (Fuente: Elaboración propia).

La metodología empleada durante el desarrollo de esta parte del ensayo durante la evaluación de la longevidad de los frutos es la siguiente:

- Mes de noviembre. Etiquetado de primer muestreo (480) sobre frutos inmaduros en las dos fincas seleccionadas. Las fechas de etiquetado fueron: 18-11-2019(Vícar) y 20-11-2019 (Balanegra).
- Se tomaron mediciones a partir de la fecha del primer etiquetado, con una periodicidad de 7 a 10 días, tomando datos en referencia al estado de cada uno de los frutos en el momento de la visita. La toma de datos se continua hasta 13-03-2020 en la finca de Vícar con un total de 13 mediciones y 02-02-2020 en la finca de Balanegra con un total de 10 mediciones.

- Mes de Febrero. Etiquetado de segundo muestreo (40) sobre frutos inmaduros sobre la finca de Balanegra, con fecha de 29-02-2020.

- Se tomarán mediciones a partir de la fecha del primer etiquetado, con una periodicidad de 7 a 10 días, tomando datos en referencia al estado de cada uno de los frutos en el momento de la visita.

3.4.2.3. Análisis estadístico.

En nuestra investigación, los datos fueron sometidos a un análisis descriptivo y a un análisis de regresión logística binaria. El modelo de regresión logística se ha diseñado para describir la variable dependiente (Y) como la probabilidad de comercialización de frutos de pimiento.

En el presente contexto, “comercialización” es el término elegido para definir la calidad de los frutos sometidos a condiciones experimentales y a la comerciabilidad o aptitud para el uso, que es función de los cambios que han ocurrido en la calidad detectada durante el tiempo que se mantuvieron los frutos en la planta una vez alcanzaban su madurez comercial.

En nuestro caso, se aplicó el modelo para la variable independiente X = días de conservación en planta (DDC), mediante regresión logística binaria simple. Su expresión se muestra en la ecuación (1) (Díaz-Pérez et al. 2019).

$$\pi(x) = \frac{e^{\alpha+\beta x}}{1 + e^{\alpha+\beta x}} \quad (1)$$

Donde:

$\pi(x)$ es la probabilidad de comercialización de los frutos de pimiento.

"x" son los días de conservación (DDC).

"e" es el número de Euler.

" α " es la intersección.

" β " es el parámetro de pendiente.

Los análisis estadísticos de este estudio se realizaron con los programas informáticos: Microsoft Excel 2016, Statgraphics Centurion XVII-X64 y IBM SPSS Statistics Versión 23.

4. Resultados y discusión.

4.1. Rendimiento, producción y componentes del rendimiento.

4.1.1. Rendimiento total y comercial del cultivo.

El rendimiento de los cultivos estudiados se presenta en las tablas 10, 11 y 12. En estas tablas se muestran los resultados del rendimiento total acumulado (kg/m^2) de las diferentes variedades de pimiento seleccionadas de tipo California en las campañas 2018/2019 y en la campaña 2019/2020.

Además, en ellas se ha contabilizado el número de días que han pasado desde el trasplante hasta las diferentes recolecciones (Días después del trasplante), y se toma como resultado los kg/m^2 acumulados a lo largo de todo el ciclo de recolección.

Como podemos observar, en la tabla 10, que corresponde a la finca de Vícar y a la campaña 2018/2019, las variedades con mayor rendimiento son Mottala ($11,8 \text{ kg/m}^2$) y Máximo ($10,6 \text{ kg/m}^2$). Las otras dos variedades en cambio, tienen un valor superior, pero inferior a las dos anteriores, siendo estas Adrianno ($9,3 \text{ kg/m}^2$) y Merkava ($9,9 \text{ kg/m}^2$). Estos resultados muestran rendimientos habituales de la zona de estudio descritos por otros autores (Gázquez et al, 2006).

En cambio, en la finca de Vícar para la campaña 2019/2020 (tabla 11) podemos observar que las variedades con mayor rendimiento fueron Máximo ($9,5 \text{ kg/m}^2$) y Mottala ($8,0 \text{ kg/m}^2$). Las otras dos variedades en cambio, tienen un valor inferior a las dos anteriores, siendo estas Adrianno ($5,6 \text{ kg/m}^2$) y Merkava ($7,1 \text{ kg/m}^2$).

La diferencia principal entre las dos campañas pudo deberse a años climáticos distintos, siendo estas variaciones en producción del 30% en el caso de la variedad Mottala y Merkava, 10% en el caso de Máximo y con la mayor caída con una pérdida del 40% del total, la variedad Adrianno.

Finalmente, en la tabla 12, que corresponde a la finca de Balanegra y a la campaña 2019/2020, las variedades con mayor rendimiento son Merkava ($7,9 \text{ kg/m}^2$) y Mottala ($7,6 \text{ kg/m}^2$). Las otras dos variedades en cambio que tienen un valor inferior a las dos anteriores, son Adrianno ($5,8 \text{ kg/m}^2$) y Merkava ($6,2 \text{ kg/m}^2$).

Todos los valores de la campaña 2019/2020 se encuentran dentro de límites bastante aceptables, como en otros estudios donde se han obtenido cierta similitud a estos resultados en el rendimiento total (García et al, 2012).

También la diferencia entre localizaciones ha sido mínima en el caso de la campaña 2019/2020. Los valores están dentro de unos límites considerados normales sin mucha diferencia, más allá de que unas variedades han sido más o menos productivas que otras y donde Adrianno ha sido la menos productiva. Cuando comparamos la diferencia entre diferentes campañas y localizaciones, en los dos casos de la campaña 2019/2020 ha habido una reducción de la producción respecto a la campaña 2018/2019.

Otro factor que podemos observar en las tablas 10,11 y 12, es la precocidad de cada variedad. En la campaña 2018/2019, en la tabla 10 a los 150 DDT, obtenemos que las variedades con mayor precocidad son Mottala (4,5 kg/m²) y Máximo (5,1 kg/m²), y con menor precocidad en el caso de Adrianno (3,9 kg/m²) y Merkava (4,1 kg/m²).

En la campaña 2019/2020, en la tabla 10 (finca de Vícar) se observa que las variedades con mayor precocidad son Máximo (5,6 kg/m²) y Mottala (5,4 kg/m²) a 153 DDT, con unos valores muy parecidos e incluso superiores a la campaña anterior en la misma localización. En cambio, en la variedad Merkava (4,8 kg/m²) y Adrianno (4 kg/m²) fueron un poco más altos, sin mucha variación, siendo igualmente variedades poco precoces.

En la misma campaña, pero en la finca situada en Balanegra, los resultados a los 150 DDT, los valores fueron bastante más bajos, pero se obtiene los mismos que en los otros dos casos. Es decir, Máximo (4,2 kg/m²) y Mottala (4,1 kg/m²) siguen siendo las variedades más precoces en todos los casos, con Merkava (3,8 kg/m²) y Adrianno (1,9 kg/m²) siendo en todos los casos menos precoces.

Tabla 10. Rendimiento total acumulados (kg/m²) durante la campaña 2018/2019 en la finca situada en Vícar.

Variedades	Días después del trasplante			
	150	185	249	262
Adrianno	3,9	5,4	6,7	9,3
Máximo	5,1	5,6	10,1	10,6
Merkava	4,1	4,7	8,2	9,9
Mottala	4,5	5,8	11,0	11,8

Tabla 11. Rendimiento total acumulados (kg/m²) durante la campaña 2019/2020 en la finca situada en Vícar.

Variedades	Días después del trasplante				
	134	153	175	201	229
Adrianno	3,2	4,0	4,8	5,2	5,6
Máximo	4,8	5,6	6,0	6,6	9,5
Merkava	3,5	4,8	5,5	5,9	7,1
Mottala	4,5	5,4	5,4	5,9	8,0

Tabla 12. Rendimiento total acumulados (kg/m²) durante la campaña 2019/2020 en la finca situada en Balanegra.

Variedades	Días después del trasplante				
	108	150	172	201	231
Adrianno	0,1	1,9	2,8	4,8	5,8
Máximo	0,6	4,2	5,6	5,7	6,2
Merkava	1,1	3,8	4,7	6,7	7,9
Mottala	1,0	4,1	5,5	7,1	7,6

La evolución del rendimiento de las diferentes variedades que se han estudiado se muestran en las figuras 38, 39 y 40, donde podemos observar cuales son las variedades con mayor rendimiento en los diferentes casos. En cada uno de los gráficos se puede observar la tendencia en cada uno de los cultivos.

En la figura 38 se puede observar que, como decíamos en la tabla 10, la variedad Mottala y Máximo, siempre se mantienen en todos los DDT como las variedades con mayor producción, mientras que Adrianno y Merkava están más por debajo a lo largo de todo el ciclo. Esta misma tendencia se mantiene en la figura 39 y la figura 40.

La única diferencia es que en la figura 40, es decir, en la finca de Balanegra en la campaña 2019/2020, la variedad Merkava aumenta su producción y Máximo se reduce un poco, pero todas las variedades están dentro del mismo rango.

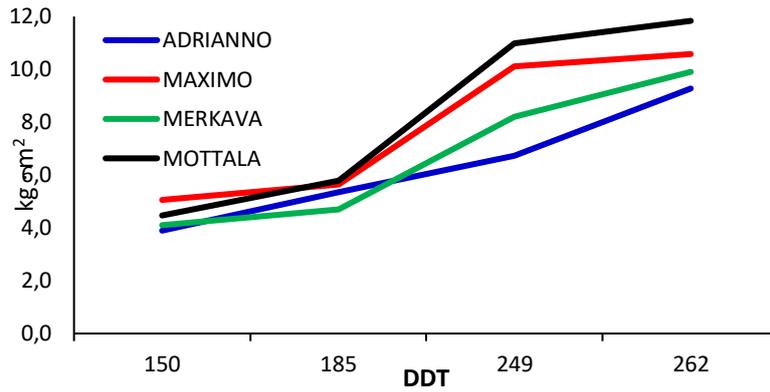


Figura 38. Rendimiento total acumulado (kg/m²) durante la Campaña 2018/2019 en la finca situada en Vúcar.

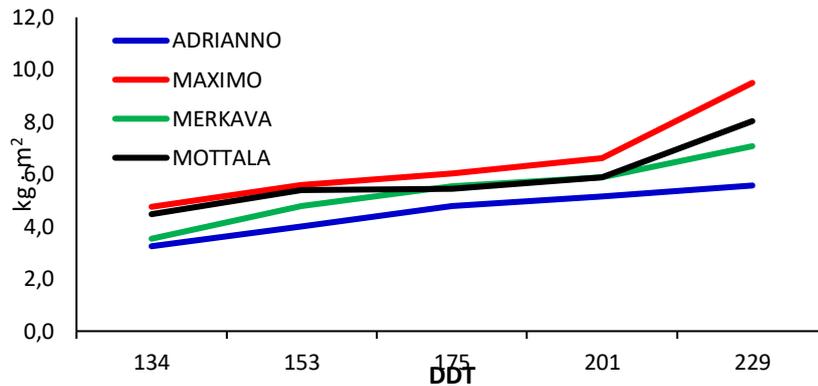


Figura 39. Rendimiento total acumulado (kg/m²) durante la Campaña 2019/2020 en la finca situada en Vúcar.

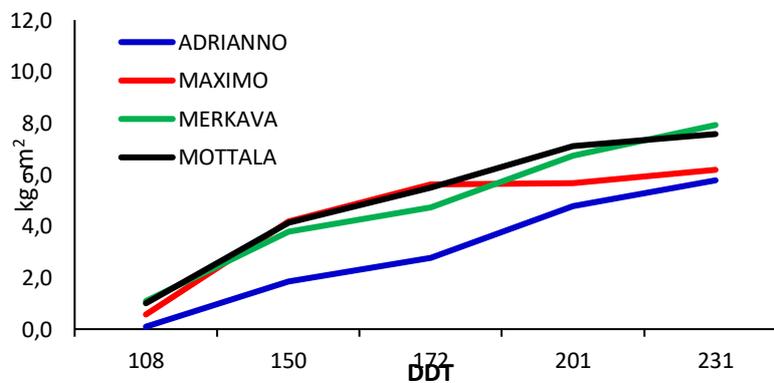


Figura 40. Rendimiento total acumulado (kg/m²) durante la Campaña 2019/2020 en la finca situada en Balanegra.

Hasta ahora hemos visto los resultados del rendimiento total de las variedades estudiadas. A continuación, se describen los resultados del rendimiento comercial de estas mismas variedades (tablas 13, 14 y 15).

Como podemos observar, en la tabla 13 tenemos el rendimiento durante la campaña 2018/2019 en Vícar. Si la comparamos con la tabla 10, notamos lo siguiente: Mottala (10,8 kg/m²) no ha tenido grandes pérdidas en destrío, solo 1 kg/m². En cambio, Máximo (8,8 kg/m²) que era la otra variedad más productiva si ha sufrido grandes pérdidas con casi 2 kg/m², que es el doble de pérdida que en Mottala. Al tener estas grandes pérdidas, se iguala en producción a Merkava (8,8 kg/m²) y muy cercano por detrás Adrianno (8,5 kg/m²), las cuales, aunque produjeron una cantidad menor, también la cantidad de destrío fue mucho menor quedando, excepto en Mottala, que los valores de producción quedasen bastante igualados.

En el caso de la campaña 2019/2020 que se muestra en las tablas 13 y 14, la tendencia se mantuvo igual. En la tabla 13 aparece la finca de Vícar, que si la comparamos con su predecesora apenas hubo pérdidas en ninguna de las variedades, siendo la variedad Máximo con una mayor pérdida de producción total frente a la producción comercial de 0,6 kg/m². Lo mismo ocurrió en la finca de Balanegra, la única variedad con una pérdida que sobresale al resto es Máximo, en este caso con 0,4 kg/m²). Todos estos valores se encuentran dentro de límites bastante aceptables, como en otros estudios donde se han obtenido cierta similitud a estos resultados en el rendimiento comercial total (García et al, 2012).

Tabla 13. Rendimiento total acumulado comercial (kg/m²) durante la Campaña 2018/2019 en la finca situada en Vícar.

Variedades	Días después del trasplante			
	150	185	249	262
Adrianno	3,6	4,9	6,2	8,5
Máximo	4,1	4,5	8,3	8,8
Merkava	3,5	3,9	7,3	8,8
Mottala	4,1	5,2	10,0	10,8

Tabla 14. Rendimiento total acumulado comercial (kg/m²) durante la Campaña 2019/2020 en la finca situada en Vícar.

Variedades	Días después del trasplante				
	134	153	175	201	229
Adrianno	3,2	4,0	4,7	4,9	5,3
Máximo	4,4	5,2	5,6	6,2	8,9
Merkava	3,4	4,7	5,4	5,7	6,8
Mottala	4,4	5,3	5,4	5,8	8,0

Tabla 15. Rendimiento total acumulado comercial (kg/m²) durante la Campaña 2019/2020 en la finca situada en Balanegra.

Variedades	Días después del trasplante				
	108	150	172	201	231
Adrianno	0,1	1,8	2,7	4,7	5,7
Máximo	0,5	3,9	5,3	5,3	5,8
Merkava	1,0	3,7	4,6	6,6	7,8
Mottala	1,0	4,0	5,3	6,9	7,3

Al comparar la evolución entre el rendimiento total y comercial, podemos observar gráficamente en las figuras 41, 42 y 43 la tendencia que ha variado un poco. En la figura 41, antes se mantenía como variedades más productivas Mottala y Máximo, pero al eliminar los frutos no comerciales la tendencia cambia.

Ahora, las tres variedades Máximo, Adrianno y Merkava tienen casi la misma producción al final del ciclo que Mottala con la máxima producción. En la figura 42 y 43 no ha habido grandes cambios, se mantiene la misma tendencia que en la figura 39 y 40 y no se aprecian muchas diferencias.

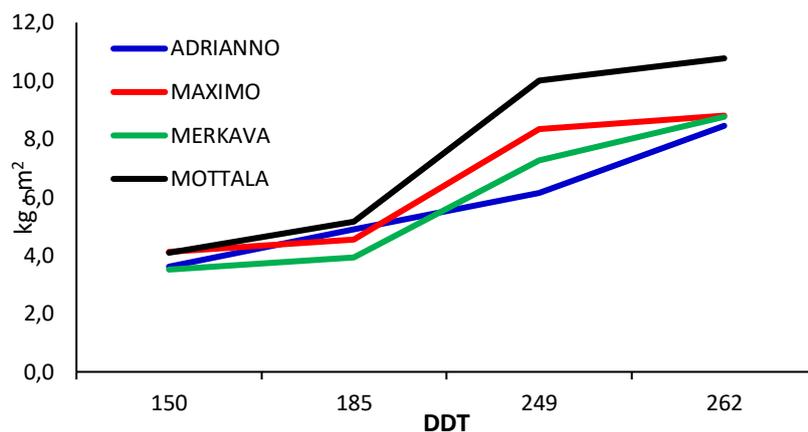


Figura 41. Rendimiento total acumulado comercial (kg/m²) durante la Campaña 2018/2019 en la finca situada en Vúcar.

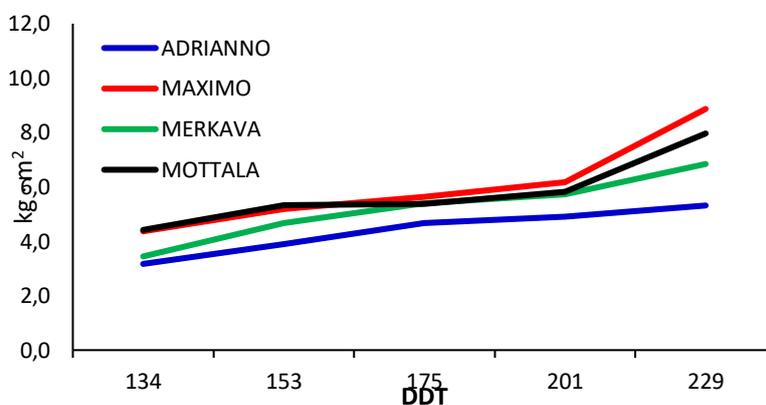


Figura 42. Rendimiento total acumulado comercial (kg/m²) durante la Campaña 2019/2020 en la finca situada en Vúcar.

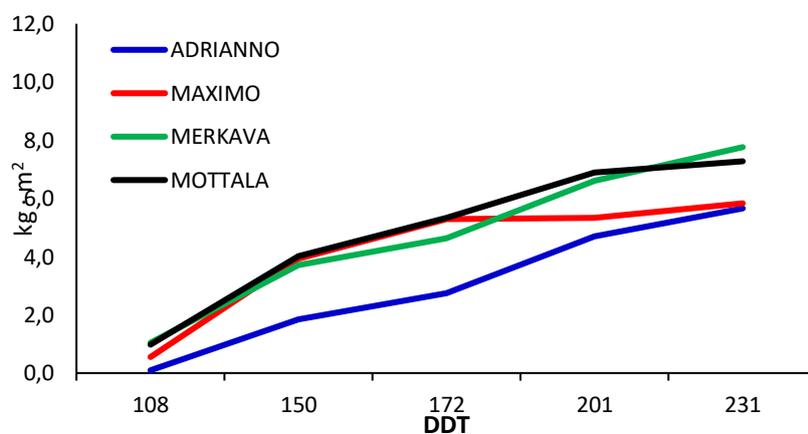


Figura 43. Rendimiento total acumulado comercial (kg/m²) durante la Campaña 2019/2020 en la finca situada en Balanegra.

4.1.2. Evolución del porcentaje de frutos comerciales y no comerciales

En este apartado vamos a valorar el porcentaje de producción de frutos comerciales y frutos no comerciales, y su evolución a lo largo del ciclo de pimiento. Al igual que se comparó y se valoró la diferencia entre el rendimiento total acumulado y el rendimiento comercial acumulado, en este caso nos dará la información que da idea de las diferencias entre ambos rendimientos de manera más visual.

En la figura 44, se puede observar que en la campaña 2018/2019 los datos de porcentaje de frutos comerciales (De color azul) y frutos no comerciales (De color verde) en la finca situada en Vícar, de cada una de las variedades seleccionadas. Se puede ver la tendencia de cada una de las variedades a lo largo del tiempo y del ciclo.

Podemos observar que la variedad Adrianno, tiene unas pérdidas dentro de los niveles normales y que es una variedad dentro de lo normal, durante todo el ciclo no tuvo una gran pérdida. Y esto mismo ocurre en el caso de Mottala. Pero, en el caso de Máximo y Merkava las pérdidas fueron de más a menos. Y más grave todavía, que en la segunda recolección (185 DDT) hubo pérdidas de un 37,5% en Merkava y un 35,7% en Máximo, lo cual se consideraría inaceptable debido a que supone más de 1/3 de la cosecha total de ese día.

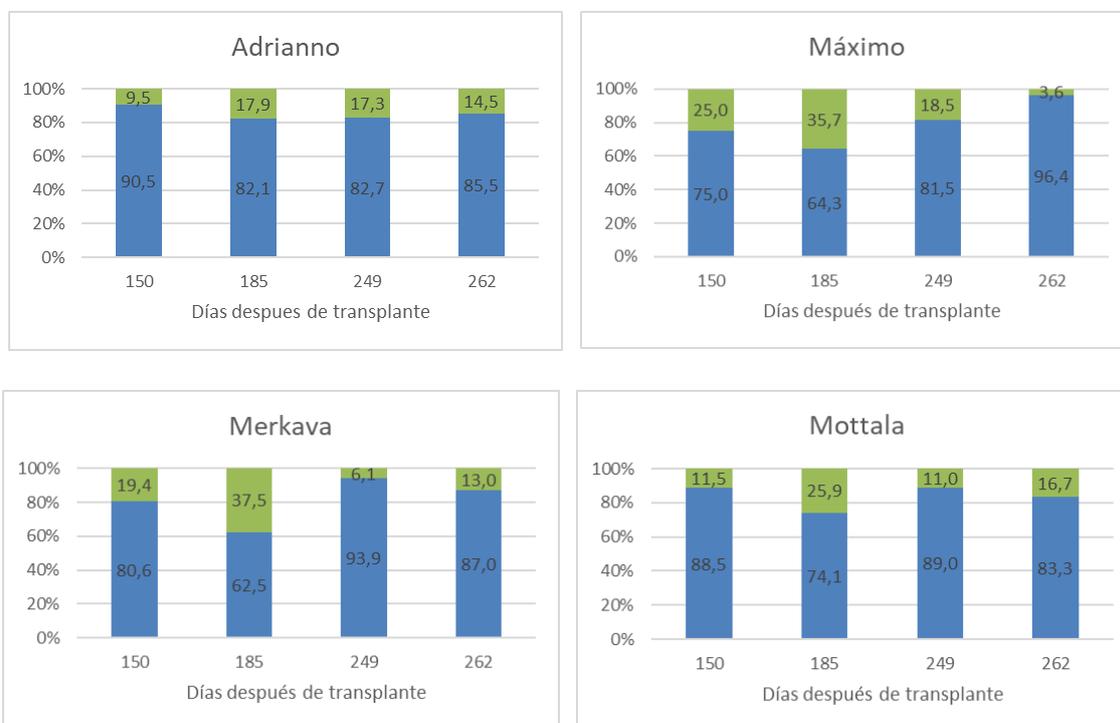


Figura 44. Porcentaje de frutos comerciales (en azul) en comparación con frutos no comerciales (en verde) durante la campaña 2018/2019.

En la campaña 2019/2020 los datos están en sintonía con los de rendimiento. Si en el rendimiento en esta campaña veíamos pérdidas bastante nulas, en este caso también observamos lo mismo. Lo único destacable en la finca de Vícar que se muestra en la figura 45, son algunas diferencias en el caso de Adrianno en la parte final del ciclo y Mottala en la mitad del ciclo. Pero estas pérdidas no influyeron al final en la producción total, por lo que, no son significativas como en el caso de la campaña 2018/2019.

Ahora, en la finca situada en Balanegra y en la figura 46 se mantuvo un buen equilibrio y bastante reducido durante todas las variedades a lo largo de todo el ciclo, destacando la ausencia de frutos no comerciales.

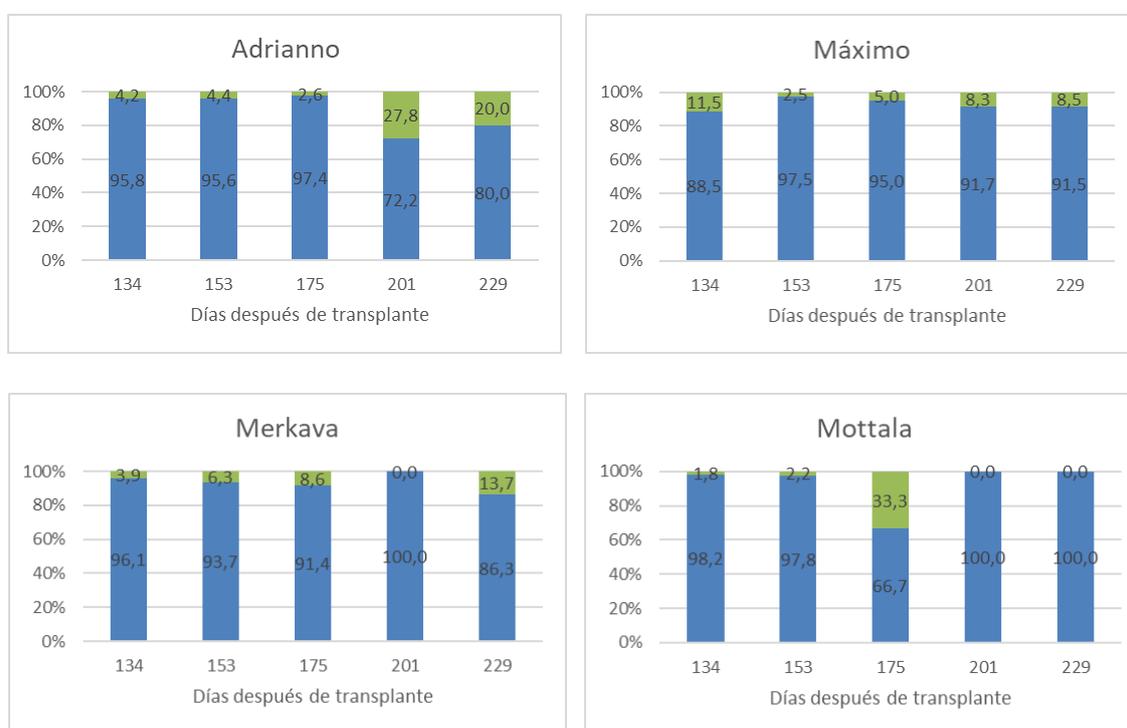


Figura 45. Porcentaje de frutos comerciales (en azul) en comparación con frutos no comerciales (en verde) durante la campaña 2019/2020 en la zona de Vícar.

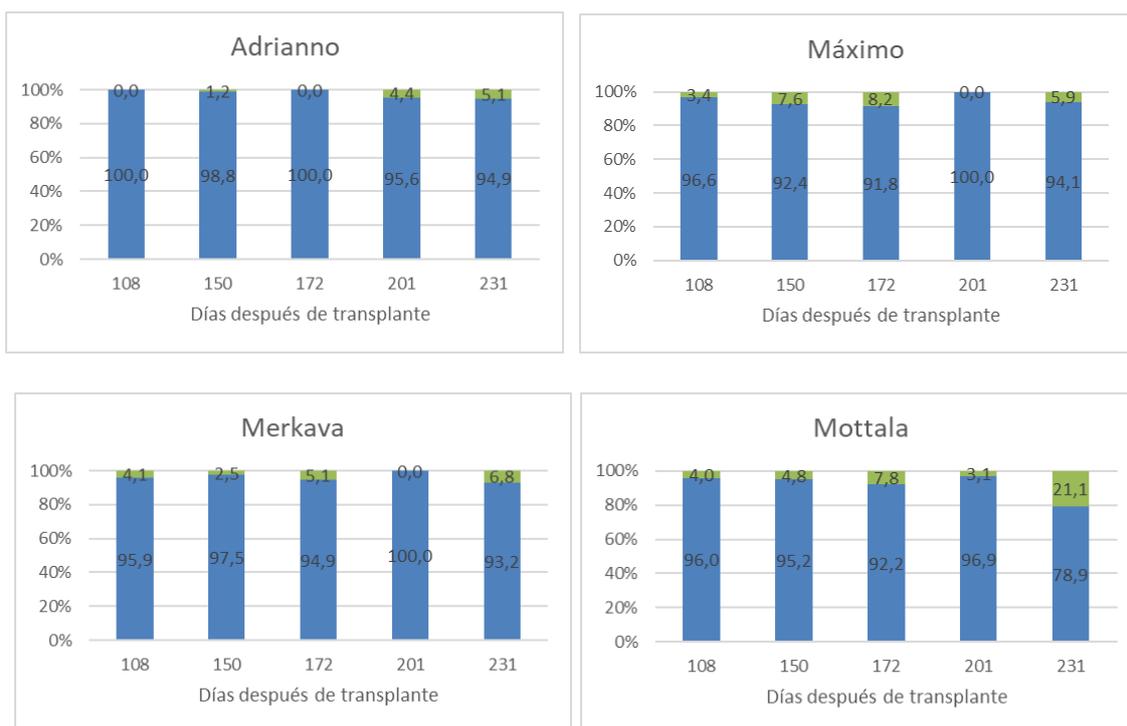


Figura 46. Porcentaje de frutos comerciales (en azul) en comparación con frutos no comerciales (en verde) durante la campaña 2019/2020 en la zona de Balanegra.

4.1.3. Componentes del rendimiento

4.1.3.1. Peso medio del fruto

En este apartado se comparan los datos obtenidos del peso medio de los frutos de las diferentes variedades de pimiento que se están estudiando en este ensayo. Este dato es un componente del rendimiento, y nos puede ofrecer información bastante interesante.

Todos estos datos aparecen en las tablas 16, 17 y 18 expuestas en función del número de días que han pasado desde el trasplante en las diferentes recolecciones que se realizaron a lo largo que duraron los diferentes ciclos en las dos campañas, es decir, 2018/2019 y 2019/2020. El peso medio de cada una de las variedades de pimiento que aparece expuesta en las tablas está reflejado en la unidad de gramos.

En la tabla 16, que corresponde a la campaña 2018/2019 se observa que las variedades Adrianno, Merkava y Mottala tienen un peso bastante parecido (con diferencias de 10 gramos, lo cual es bastante insignificante). Y destaca el caso de Máximo con una media de 149 gramos siendo, como decíamos en la tabla 10, una con mayor rendimiento. Lo que nos da idea de la gran cantidad de frutos que ofrece esta variedad.

Tabla 16. Peso medio del total de frutos (en gramos) cosechados en cada una de las recolecciones realizadas durante la Campaña 2018/2019 en la finca de Vícar.

Variedades	Días después del trasplante			
	150	185	249	262
Adrianno	179,8	200,3	292,6	196,0
Máximo	188,3	234,3	205,4	149,0
Merkava	206,7	212,0	269,0	207,7
Mottala	197,7	266,7	259,2	201,5

En cambio, en la campaña 2019/2020, que se muestra en la tabla 17 y la tabla 18, la diferencia con la campaña anterior fue abismal. Se obtiene pesos en ambos casos casi del doble y que no se muestra ninguna regularidad y tendencia en los pesos obtenidos en las variedades. Por tanto, en la campaña siguiente hubo un menor número de frutos con un mayor peso.

Tabla 17. Peso medio del total de frutos (en gramos) cosechados en cada una de las recolecciones realizadas durante la Campaña 2019/2020 en la finca de Vícar.

Variedades	Días después del trasplante				
	134	153	175	201	229
Adrianno	153,1	169,4	207,5	192,2	334,5
Máximo	172,0	212,7	228,2	247,0	312,9
Merkava	197,9	206,5	226,9	279,6	253,9
Mottala	202,7	204,6	188,5	233,7	293,5

Tabla 18. Peso medio del total de frutos (en gramos) cosechados en cada una de las recolecciones realizadas durante la Campaña 2019/2020 en la finca de Balanegra.

Variedades	Días después del trasplante				
	108	150	172	201	231
Adrianno	189,6	210,3	213,6	227,4	260,4
Máximo	196,3	198,8	204,0	229,0	305,9
Merkava	221,8	227,1	249,1	272,3	281,1
Mottala	203,4	218,8	221,2	253,6	253,2

Por eso, aunque no se haya visto una tendencia en el peso medio total de los frutos, nos da una idea del rendimiento. Por lo que se elabora los gráficos en las figuras 47, 48 y 49, donde podemos observar cuales son las variedades con mayor peso medio de los frutos y tener una idea general de lo anteriormente descrito.

Y es que, en resumen, en la campaña 2018/2019 se pueden obtener resultados interesantes. En la recolección 249, se obtuvo el pico en la variedad de Adrianno lo que puede indicar que es una variedad de maduración tardía, mientras que Mottala obtuve el pico el DDT 185, es decir, una maduración más temprana.

En cambio, Máximo va sufriendo pérdidas a lo largo del ciclo. Merkava es la que más regular parece, pero ocurre, aunque menos destacable que Adrianno, la misma tendencia que en su caso.

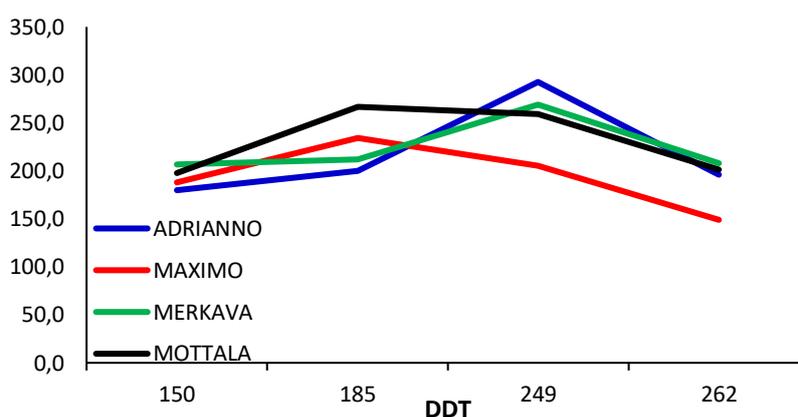


Figura 47. Peso medio del total de frutos cosechados en cada una de las recolecciones realizadas durante la Campaña 2018/2019 en la finca de Vícar.

Y ahora, en las campañas 2019/2020 no hay mucho que destacar, ya que todas las variedades tienen una tendencia bastante parecida. En ambas localizaciones, aunque diferentes pesos en las variedades, tienen la tendencia de ir aumentando el peso medio de los frutos a lo largo del ciclo, debido al aumento de tamaño del fruto.

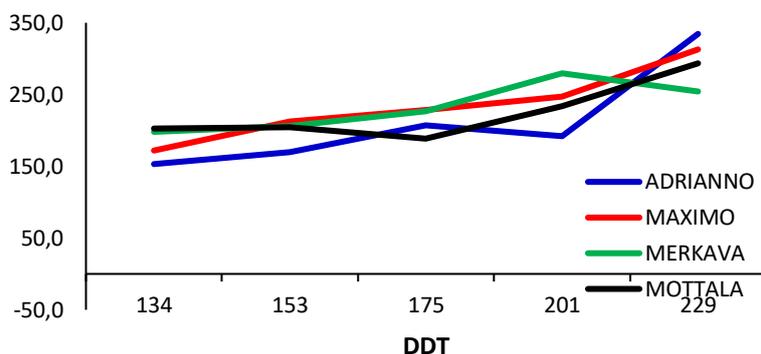


Figura 48. Peso medio del total de frutos cosechados en cada una de las recolecciones realizadas durante la Campaña 2019/2020 en la finca de VÍCAR.

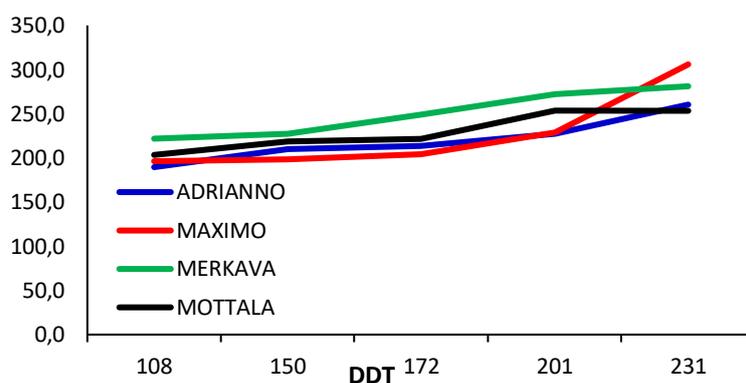


Figura 49. Peso medio del total de frutos cosechados en cada una de las recolecciones realizadas durante la Campaña 2019/2020 en la finca de Balanegra.

4.1.3.2. Evolución calibre del fruto

La evolución del calibre del fruto se refiere a el tamaño del fruto en función del peso del mismo. En este apartado se comparan los datos obtenidos del peso de todos los frutos de las diferentes variedades de pimiento que se están estudiando y que se han cosechado. Dichos datos se han utilizado para estimar a que calibre pertenece cada uno de los frutos, y se ha obtenido la proporción de cada una de las variedades.

Los pesos medios que se han utilizado para poder dividir los frutos en las diferentes categorías, se exponen a continuación.

M → Peso menor a 135 gramos.

G → Peso situado entre 135 gramos hasta 210 gramos.

GG → Peso situado entre 210 gramos hasta 249 gramos.

GGG → Peso superior a 249 gramos.

Las figuras 50,51,52 y 53 muestran el porcentaje de la cantidad de frutos que poseen los diferentes calibres en la que los hemos dividido: M, G, GG y GGG. Estas figuras representan los resultados de la campaña 2018/2019 que se realizó en la finca situada en Vícar.

Podemos observar que en las figuras 50, 51, 52 y 53 se ha mantenido los mismos resultados, pero con algunas diferencias. En todas las variedades en las tres primeras recolecciones el fruto ha ido aumentando de tamaño y de calibre, y que en la última recolección hubo una caída del tamaño de los frutos.

Y como se observó en la tabla 16 que hubo una caída del peso medio del fruto drástica aquí podemos observar el incremento de 4,3% el día 249 a 42,8% el día 262 de frutos de tamaño M, es decir, se obtuvo en ese día una gran cantidad de piezas de pequeño tamaño.

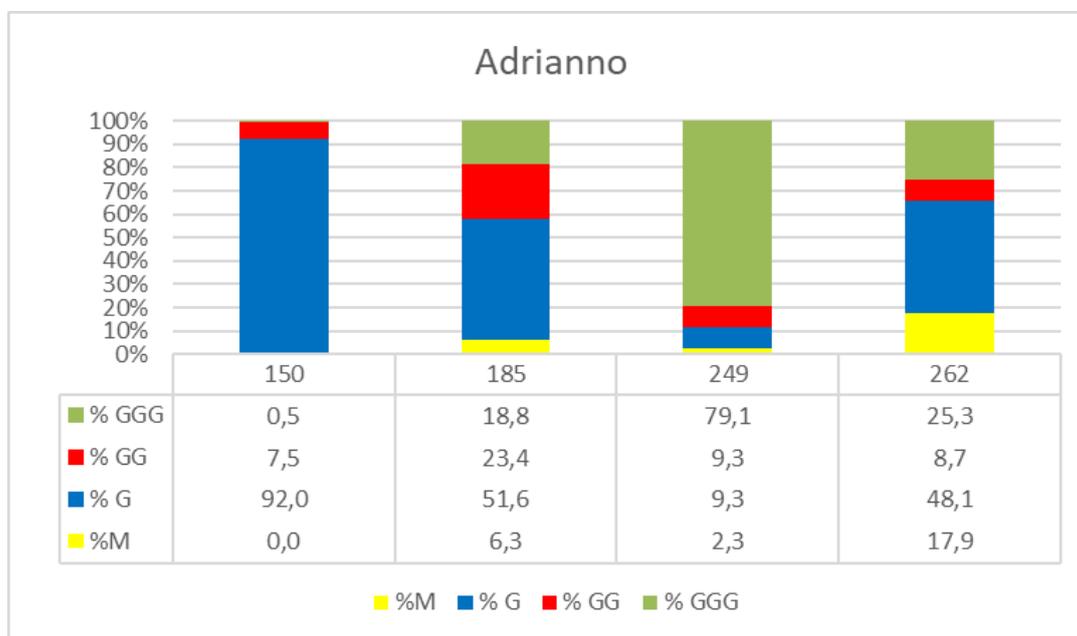


Figura 50. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Adrianno recolectadas en los días 150, 185, 249 y 262 después del trasplante durante la campaña 2018/2019 en la zona de Vícar, Almería.

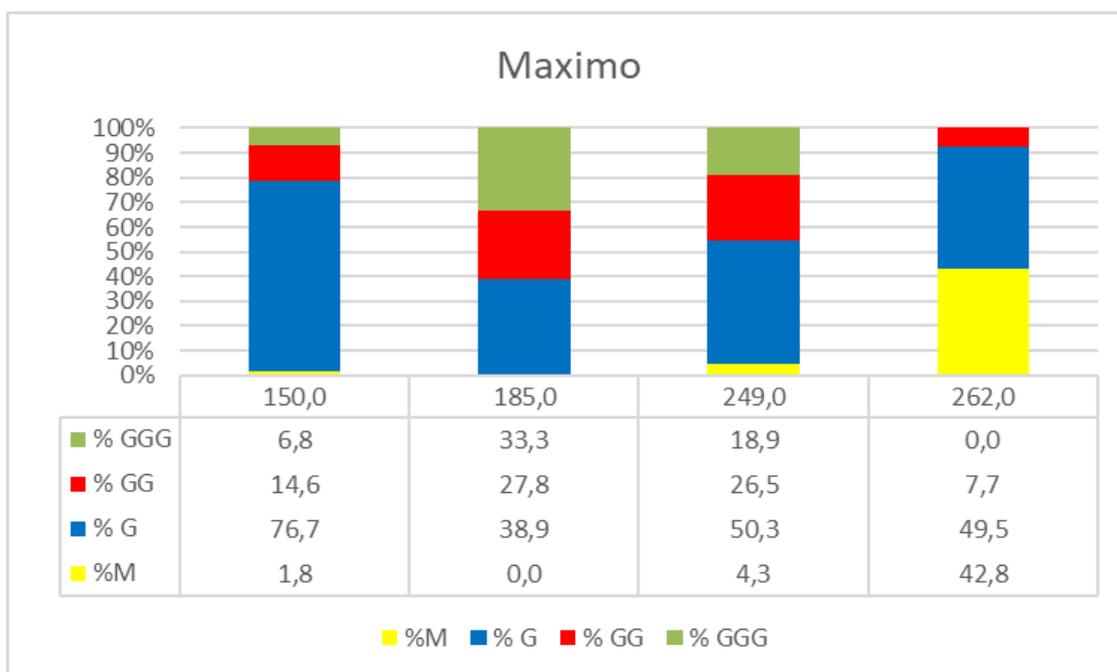


Figura 51. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Máximo recolectadas en los días 150, 185, 249 y 262 después del trasplante durante la campaña 2018/2019 en la zona de Vícar, Almería.

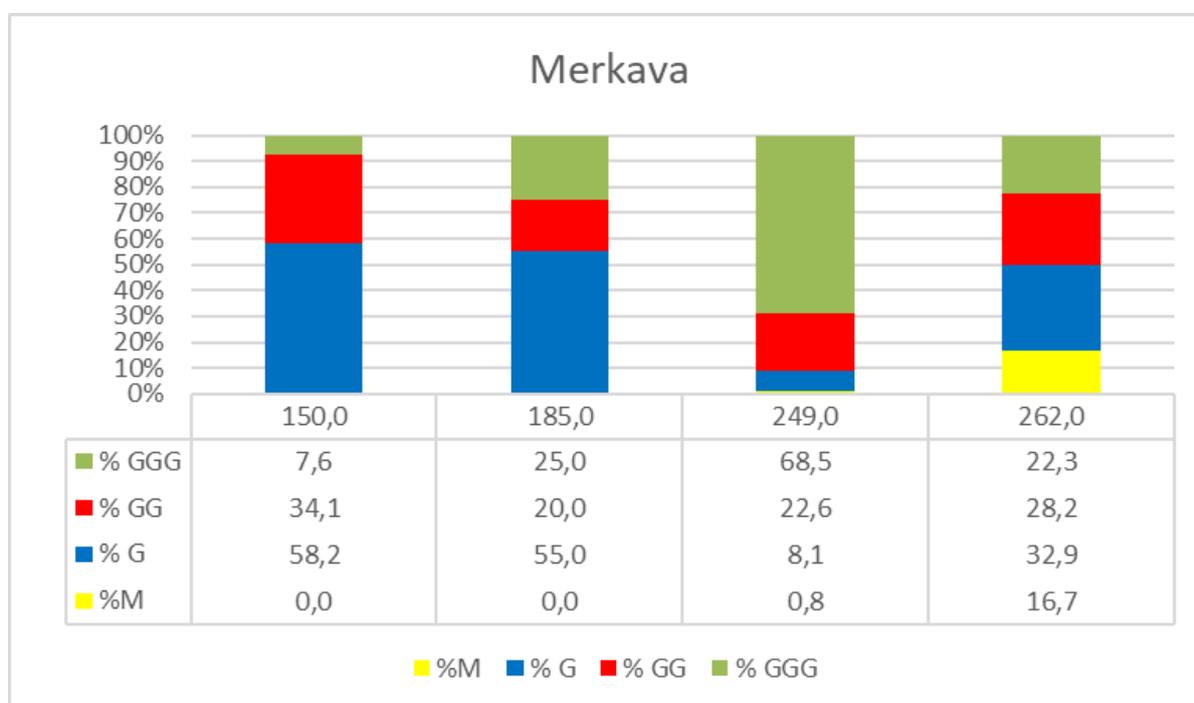


Figura 52. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Merkava recolectadas en los días 150, 185, 249 y 262 después del trasplante durante la campaña 2018/2019 en la zona de Vícar, Almería.

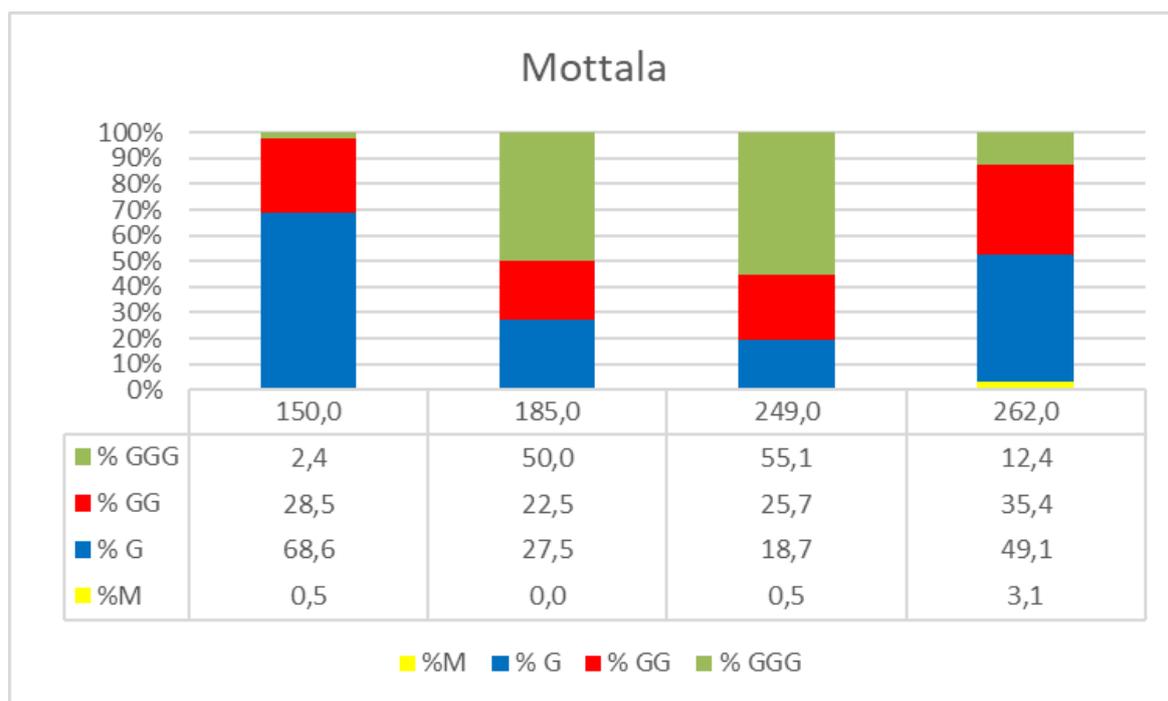


Figura 53. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Mottala recolectadas en los días 150, 185, 249 y 262 después del trasplante durante la campaña 2018/2019 en la zona de Vícar, Almería.

Las figuras 54, 55, 56 y 57 se muestra el porcentaje de la cantidad de frutos que poseen los diferentes calibres en la que los hemos dividido: M, G, GG y GGG. Estas figuras representan los resultados de la campaña 2019/2020 que se realizó en la finca situada en Vícar, Almería.

Estos resultados ocurren lo mismo que en la campaña 2018/2019, a medida que avanza el ciclo de cultivo y el clima, los frutos cada vez van aumentando de tamaño hacia GG y GGG.

La única variedad que, aunque en poco grado, mantiene el tamaño de las piezas en G sería la variedad Merkava.

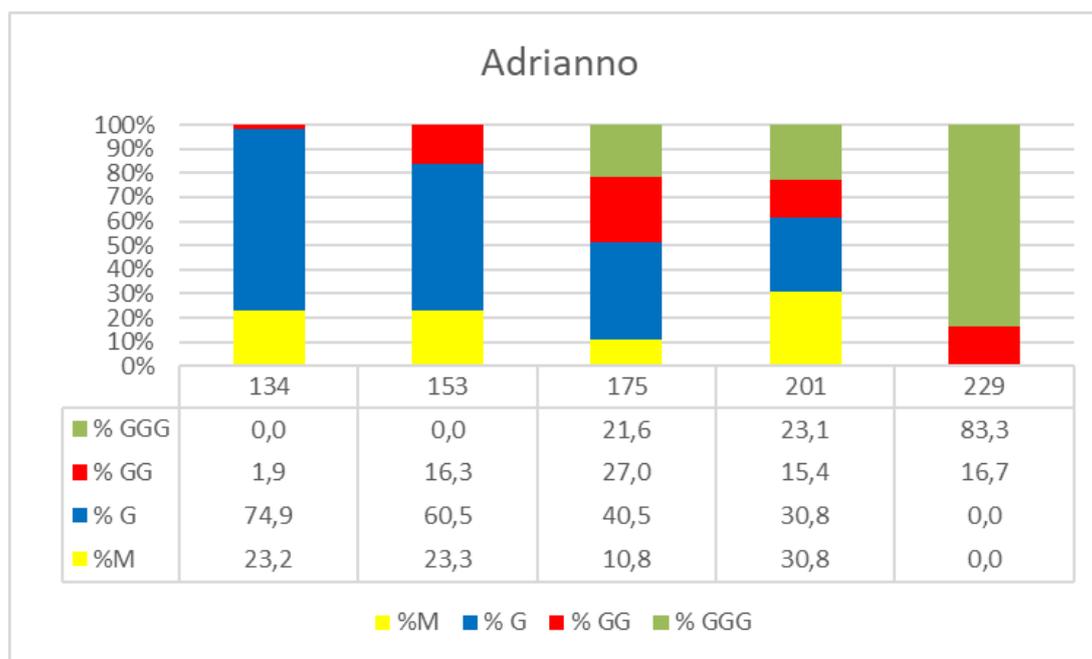


Figura 54. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Adrianno recolectadas en los días 134, 153, 175, 201 y 229 después del trasplante durante la campaña 2019/2020 en la zona de Vícar, Almería.

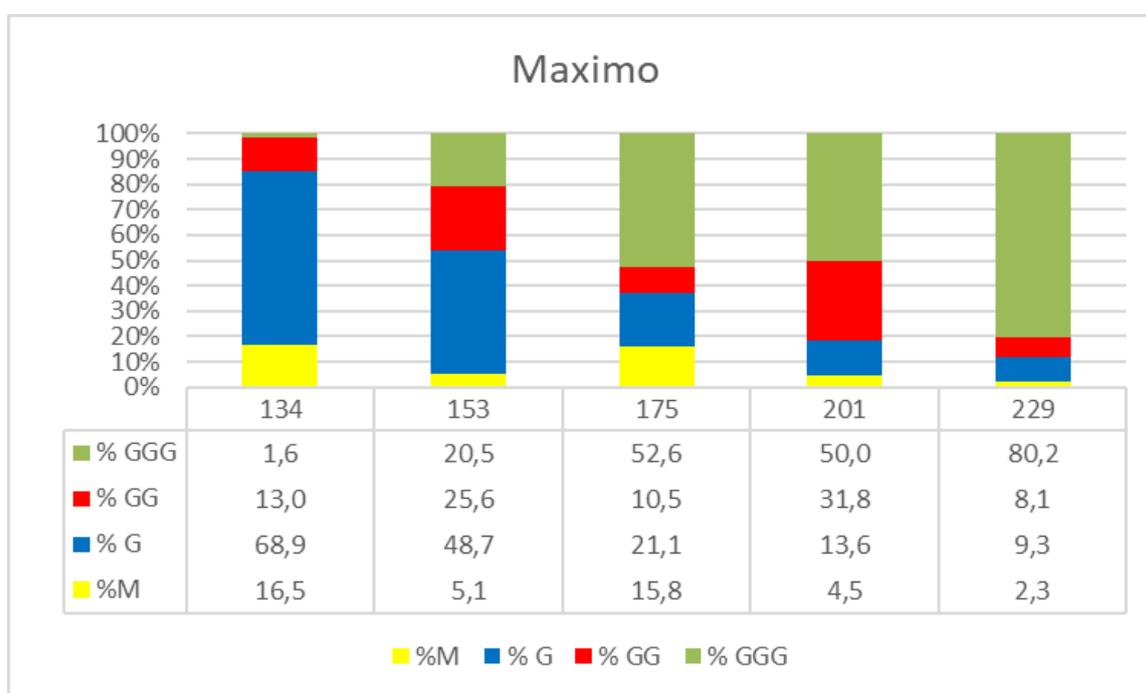


Figura 55. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Máximo recolectadas en los días 134, 153, 175, 201 y 229 después del trasplante durante la campaña 2019/2020 en la zona de Vícar, Almería.

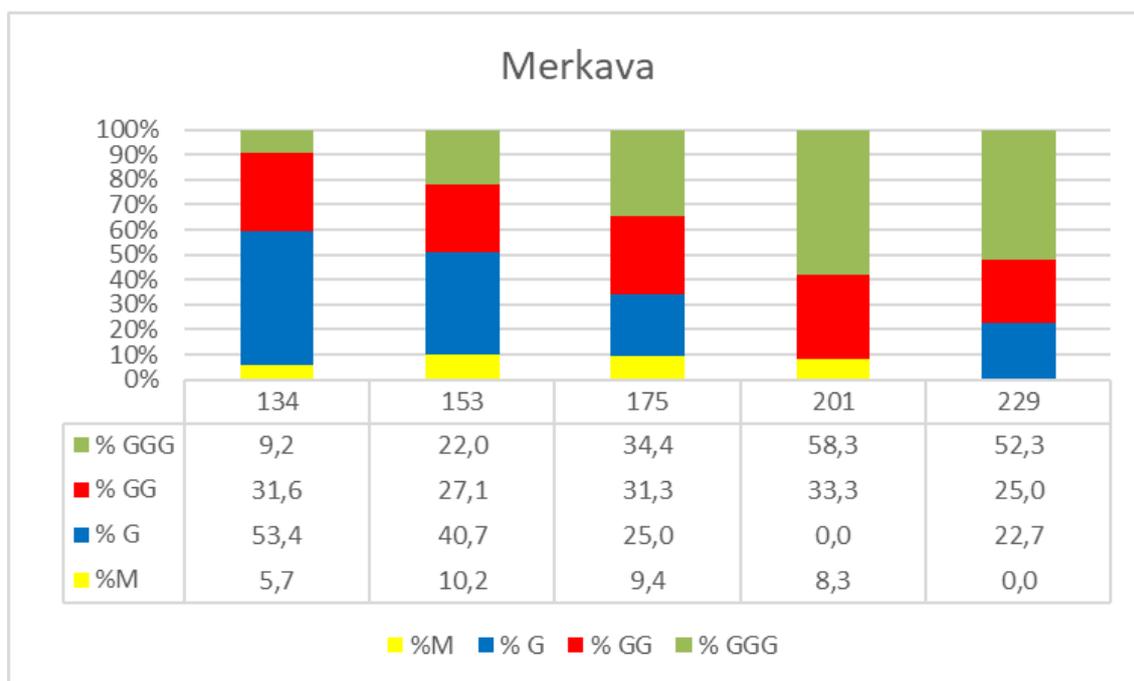


Figura 56. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Merkava recolectadas en los días 134, 153, 175, 201 y 229 después del trasplante durante la campaña 2019/2020 en la zona de Vícar, Almería.

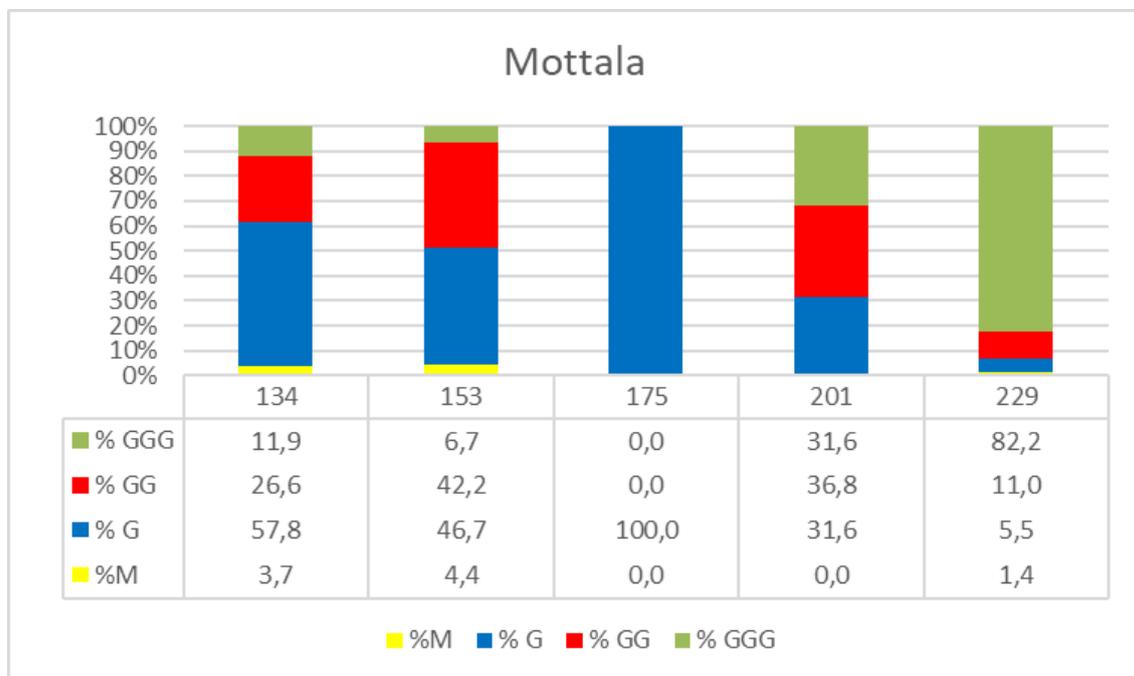


Figura 57. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Mottala recolectadas en los días 134, 153, 175, 201 y 229 después del trasplante durante la campaña 2019/2020 en la zona de Vícar, Almería.

Las figuras 58, 59, 60 y 61 se muestra el porcentaje de la cantidad de frutos que poseen los diferentes calibres en la que los hemos dividido: M, G, GG y GGG. Estas figuras representan los resultados de la campaña 2019/2020 que se realizó en la finca situada en Balanegra, Almería. Y es que se mantiene otra vez la misma tendencia que en los otros dos casos. A medida que van avanzando los días los frutos van aumentando de tamaño.

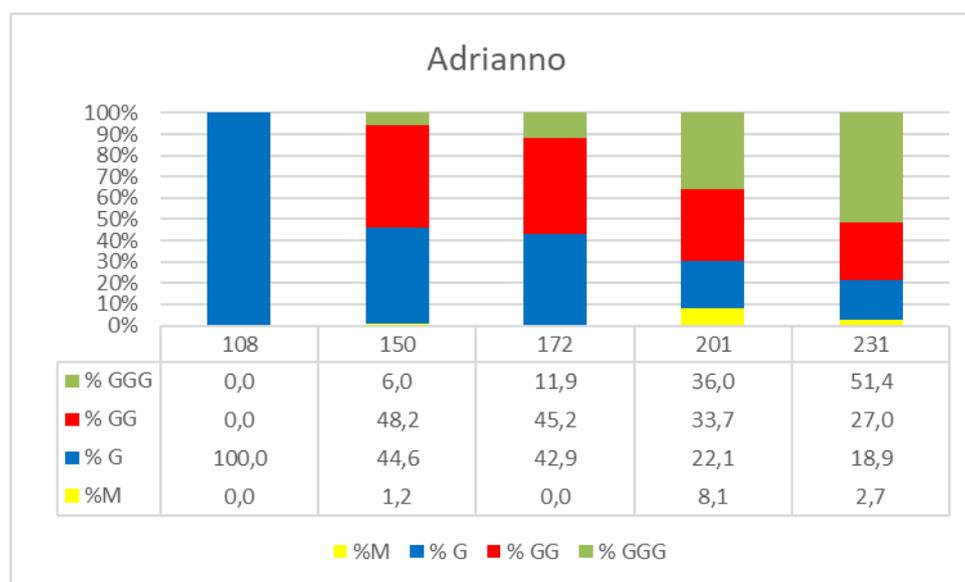


Figura 58. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Adrianno recolectadas en los días 108, 150, 172, 201 y 231 después del trasplante durante la campaña 2019/2020 en la zona de Balanegra, Almería.

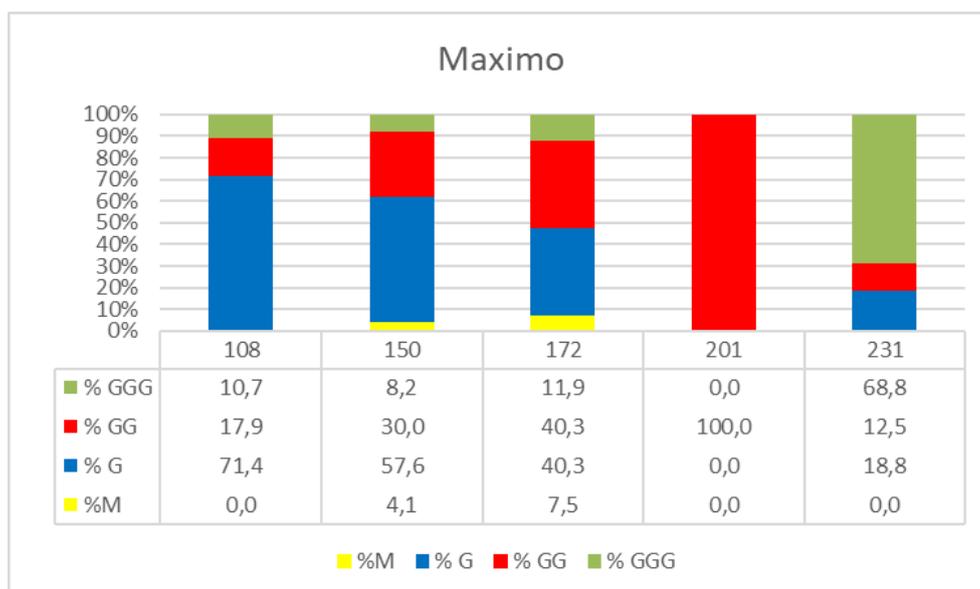


Figura 59. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Máximo recolectadas en los días 108, 150, 172, 201 y 231 después del trasplante durante la campaña 2019/2020 en la zona de Balanegra, Almería.

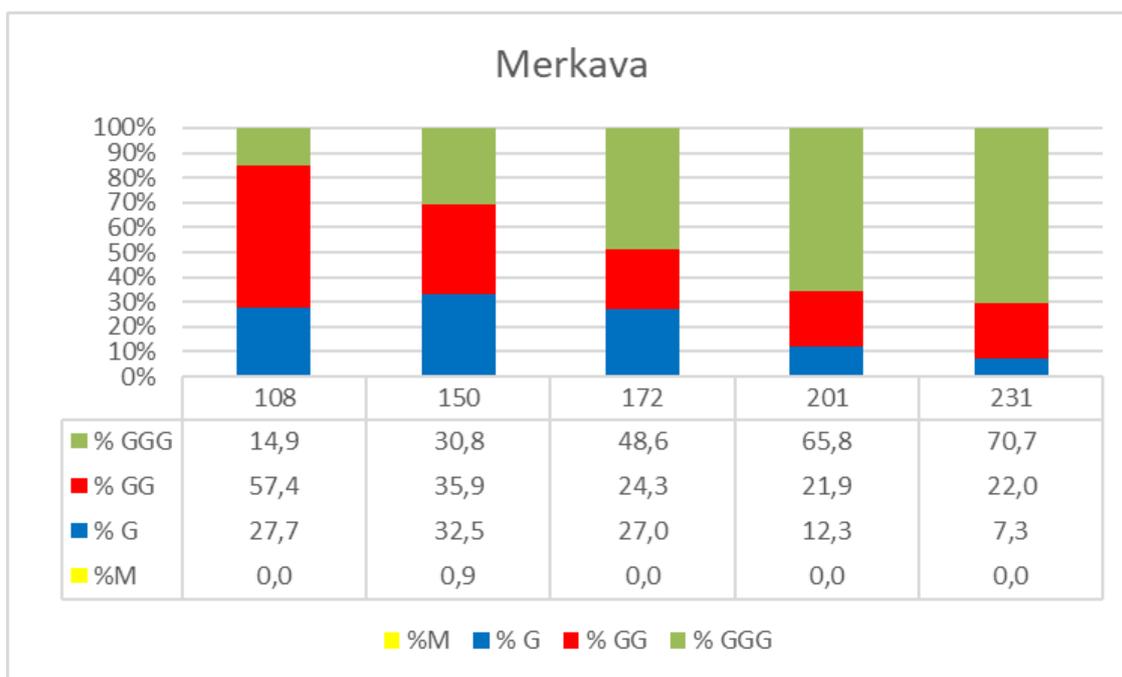


Figura 60. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Merkava recolectadas en los días 108, 150, 172, 201 y 231 después del trasplante durante la campaña 2019/2020 en la zona de Balanegra, Almería.

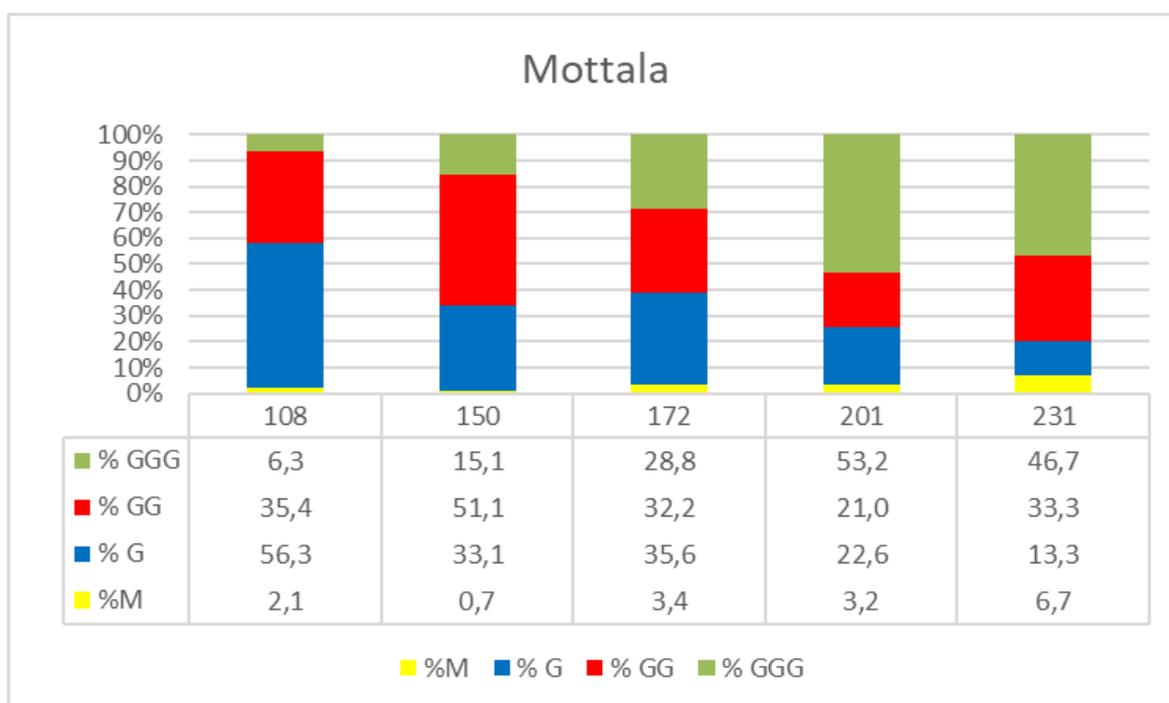


Figura 61. Porcentaje del calibre de la variedad de pimiento Mottala recolectadas en los días 108, 150, 172, 201 y 231 después del trasplante durante la campaña 2019/2020 en la zona de Balanegra, Almería.

4.1.3.3. Número de frutos por planta.

En este apartado se describe la cantidad total de frutos por planta que han sido cosechadas en cada una de las variedades. El número total de plantas por cada una de las variedades por bloque fue 20 plantas.

Los resultados de la evolución del número de frutos por planta para las campañas 2018/2019 y 2019/2020 se muestran en las tablas 19, 20 y 21. En la campaña 2018/2019 (tabla 19) se ve una cantidad superior a 22 frutos por planta al final del ciclo de cultivo, siendo mayor en Máximo y Mottala con 29 y 27 frutos por planta respectivamente. Este pico en Máximo se observó en la figura 51 donde se ve un gran aumento en el número de frutos de tamaño M.

En las tablas 20 y 21 se ve una disminución de la cantidad de frutos por planta en la campaña 2019/2020 en ambas localizaciones estudiadas con datos de Merkava y Mottala siempre con mayor producción y mayor número de frutos.

También es destacable la caída que sufre la variedad de Adrianno en la finca de Balanegra en la tabla 20, donde produjo un total de 13 frutos/planta de media a lo largo del ciclo con frutos de gran tamaño, tipo GGG y GG, como se ve en la figura 58 donde la segunda recolección ocupa más del 50% de la producción.

El número de frutos por planta obtenidos en nuestro estudio durante la campaña 2019/2020 en ambas localizaciones, son similares a los obtenidos por otros autores en condiciones de estudio similares (Rodríguez et al, 2007; Urrestarazu et al, 1998).

Tabla 19. Número de frutos en planta (20 plantas por variedad) cosechados y acumulados en cada una de las recolecciones durante la Campaña 2018/2019 en la finca de Vícar

Variedades	Días después del trasplante			
	150	185	249	262
Adrianno	11,1	15,0	17,6	23,6
Máximo	14,6	16,0	27,4	29,0
Merkava	10,6	12,2	18,8	22,6
Mottala	11,7	14,4	24,9	27,2

Tabla 20. Número de frutos en planta (20 plantas por variedad) cosechados y acumulados en cada una de las recolecciones durante la Campaña 2019/2020 en la finca de Vícar

Variedades	Días después del trasplante				
	134	153	175	201	229
Adrianno	10,8	13,1	15,0	15,9	16,6
Máximo	14,4	16,4	17,4	18,6	23,3
Merkava	9,1	12,2	14,0	14,6	17,1
Mottala	11,1	13,4	13,6	14,5	18,2

Tabla 21. Número de frutos en planta (20 plantas por variedad) cosechados y acumulados en cada una de las recolecciones durante la Campaña 2019/2020 en la finca de Balanegra

Variedades	Días después del trasplante				
	108	150	172	201	231
Adrianno	0,3	4,5	6,6	11,1	13,0
Máximo	1,5	10,7	14,3	14,4	15,3
Merkava	2,5	8,5	10,4	14,1	16,3
Mottala	2,5	9,8	13,0	16,2	17,2

Todos los resultados mostrados en las tablas 19, 20 y 21 se representan gráficamente en las figuras 62, 63 y 64. En estas figuras, en la campaña 2018/2019 y en la campaña 2019/2020 en la finca de Vícar (figuras 62 y 63) se puede observar gran homogeneidad a lo largo del ciclo, no hay grandes pendientes en las gráficas y se ve un incremento en el número de frutos madurados a lo largo del tiempo.

En cambio, en la finca de Balanegra (figura 64, tabla 21), los frutos si mostraron un mayor incremento desde la primera recolección hasta el final del cultivo. En la primera recolección (108 DDT) el número de frutos/planta fue inferior a 3 frutos/planta, llegando en la última recolección (231 DDT) hasta 17 frutos/planta en el caso de Mottala.

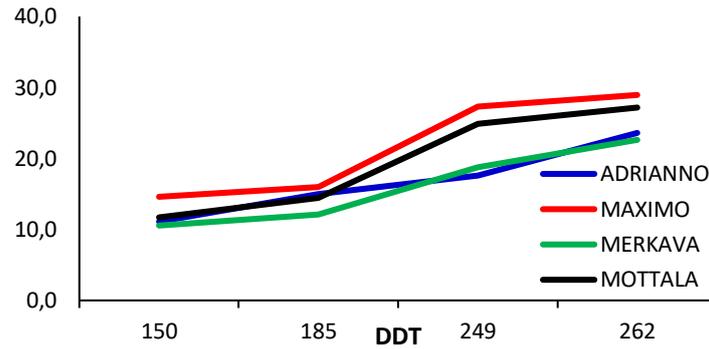


Figura 62. Número de frutos en planta (20 plantas por variedad) cosechados y acumulados en cada una de las recolecciones durante la Campaña 2018/2019 en la finca de Vúcar.

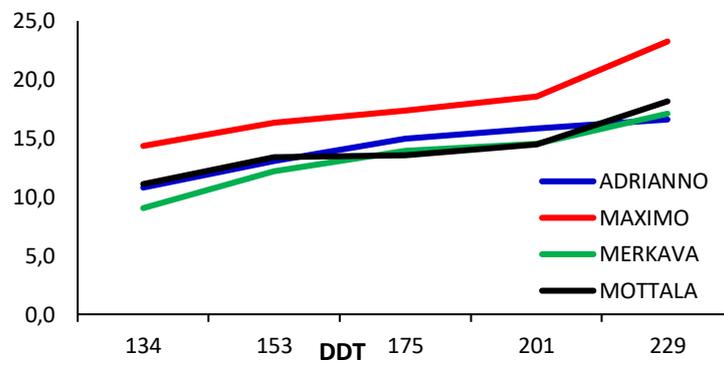


Figura 63. Número de frutos en planta (20 plantas por variedad) cosechados y acumulados en cada una de las recolecciones durante la Campaña 2019/2020 en la finca de Vúcar.

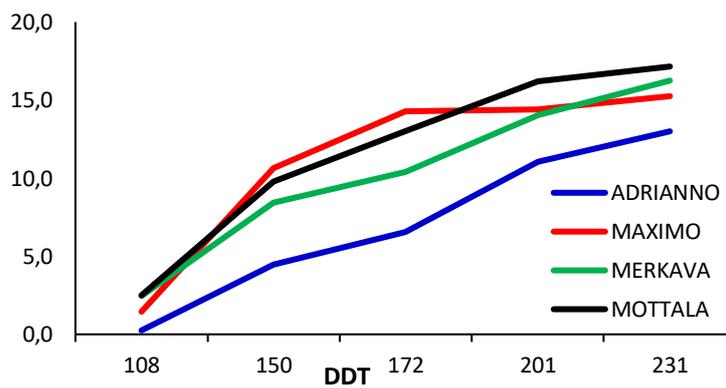


Figura 64. Número de frutos en planta (20 plantas por variedad) cosechados y acumulados en cada una de las recolecciones durante la Campaña 2019/2020 en la finca de Balanegra.

4.2. Viabilidad comercial del fruto en planta tras su madurez fisiológica.

La viabilidad comercial del fruto en planta tras su madurez fisiológica se define como el número de días que el fruto puede permanecer en la planta tras alcanzar su madurez comercial y que es capaz de permanecer en la planta con calidad óptima para su comercialización.

En la figura 65 se muestra la probabilidad de comercialización del fruto en planta en función de los días transcurridos desde que el fruto alcanzó su madurez comercial. La madurez comercial y su evolución fisiológica considerada en el presente trabajo ya fue descrita por algunos autores (Dos-Santos et al., 2015; Martínez-González et al, 2017). El análisis estadístico utilizado durante este estudio se basa en regresión logística binaria y su aplicación en estudios de post cosecha en pimiento ya fue demostrada por Díaz-Pérez et al. (2019).

Con el presente estudio (figura 65) se demuestra que la regresión logística binaria también tiene aplicación en estudios de vida comercial en frutos que se mantiene en planta una vez que alcanzan su madurez comercial. De este modo se puede discriminar entre variedades que pueden mantener sus frutos en la planta una vez alcanzada su maduración un mayor tiempo y sin que se pierda calidad comercial. Esto permite al agricultor tener una mayor ventana temporal en la que puede comercializar los frutos, para comercializarlos en el momento de mejor precio de venta. De este modo se puede mejorar la rentabilidad de los cultivos de pimiento.

En la descripción de la figura 65, vamos a dividir el análisis en un primer periodo inicial (a 70 días después de alcanzar la madurez), un segundo periodo central (126 días) y un tercer periodo final (168 días).

A los 70 días observamos que Mottala y Máximo son las variedades con mayor probabilidad de comercialización del fruto en función del tiempo transcurrido desde que el fruto alcanza su madurez comercial. En cambio, Merkava y Adrianno muestran una menor probabilidad de comercialización del fruto. A medida que avanzan esos días, a los 126 días la tendencia cambia. Máximo va perdiendo la probabilidad de comercialización hasta ponerse a niveles de Merkava, la cual sigue en su tendencia más baja que el resto. En cambio, Adrianno sufre un repunte igualándose a Mottala (figura 65).

Finalmente, a partir de los últimos días (a partir de 168 días), podemos observar que, a lo largo del ciclo, las variedades con mayor aguante sería Mottala. En cambio, Máximo ofrece una mayor probabilidad al principio del ciclo y conforme avanza el tiempo, va perdiendo dicha capacidad, lo contrario que ocurre en Adrianno, que conforme avanza el tiempo va aumentando su probabilidad. En el caso de Merkava, esta fue la variedad que ofrece una menor probabilidad de comercialización en función de tiempo en el que el fruto es comercializable, tal y como se puede observar en su probabilidad de comercialización (figura 65).

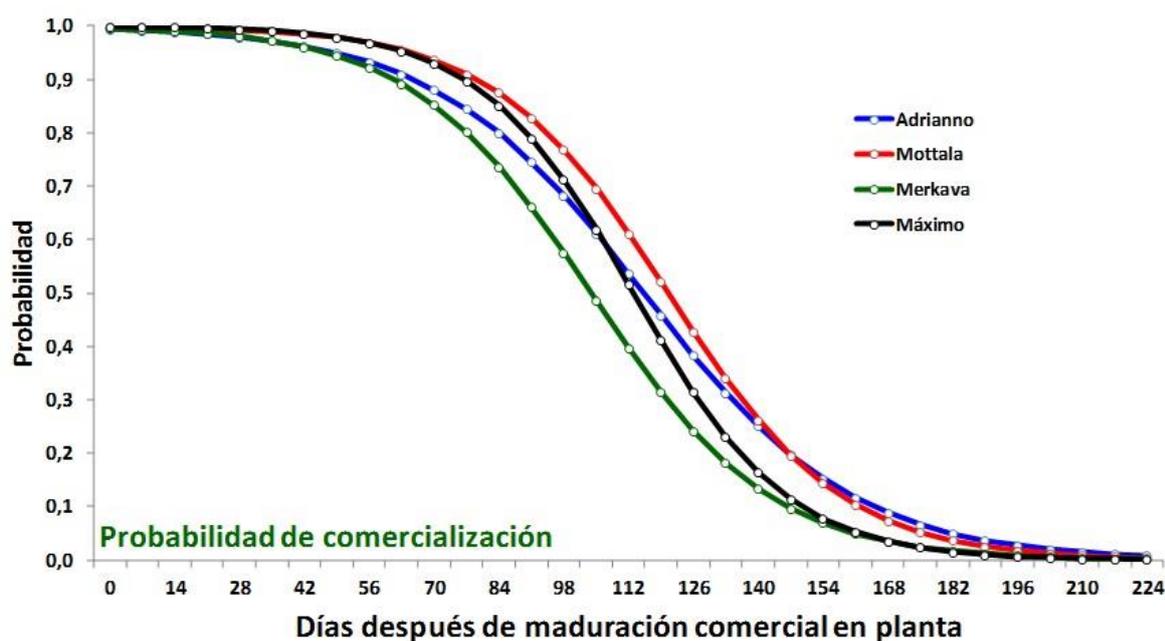


Figura 65. Probabilidad de comercialización del pimiento a lo largo del tiempo después de que haya obtenido el fruto un color rojo comercial (Fuente: Elaboración propia).

5. Conclusiones.

Las conclusiones obtenidas en el presente estudio son las siguientes:

1. Los rendimientos de los cultivos en nuestro estudio son los habituales en la zona de producción de este tipo de pimiento en cultivo bajo invernadero en el sureste español. Las variedades con mayor rendimiento comercial fueron Mottala y Máximo. La variedad menos productiva fue Adrianno, en cambio, Merkava produjo un rendimiento intermedio con respecto al resto de variedades.
2. El mayor calibre y peso medio del fruto se obtuvo en Mottala y Merkava. En cambio, Adrianno fue la variedad que arrojó frutos de menor tamaño.
3. El mayor número de frutos por planta se produjo en Máximo, mientras que la variedad con menor frutos por planta fue Adrianno. Mottala y Merkava produjeron un número de frutos por planta intermedio con respecto a las otras dos variedades.
4. El modelo de regresión logística permite estudiar e identificar variedades con buena aptitud para su comerciabilidad en frutos que se mantiene en planta una vez que alcanzan su madurez comercial.
5. Las variedades que mostraron mayor probabilidad de comercialización cuando los frutos comercializables se mantienen en la planta, fueron Mottala y Máximo. La que mostró menor probabilidad de comercialización fue Merkava. Finalmente, Adriano mostró una probabilidad de comercialización intermedia.

6. Bibliografía.

Agustí, M. (2010). *Fruticultura 2º edición*. Ediciones Mundi-Prensa Madrid.

Análisis de la campaña hortícola almeriense 2018/19. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. (2019). [En línea]. Disponible en: <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/observatorio/servlet/FrontController?action=RecordContent&table=11031&element=2986694&subsector=&> [acceso: 15 de julio de 2019].

Arias, L.A. and Fuentes, L.S. (2012). *Manual de producción del pimentón bajo invernadero*. Universidad de Bogotá. ISBN: 978-958-725-099-2. Páginas: 129 – 154.

Artés, F. and Escriche, A. (1983). *Physiological aspects on the maturation and ripening of “Lamuyo” pepper*. Acta Horticulture.

Bartley, G.E. and Scolnik, P.A. (1995). *Plant carotenoids: pigments for photoprotection visual attraction, and human health*. The plant cells.

Barry, C.S. and Giovannoni, J.J. (2007). *Ethylene and fruit ripening*. Journal of Plant Growth Regulation 26.

Biale, J.B. and Young, R.E. (1981). *Respiration and ripening in fruits-retrospect and prospect*. Recent Advances in the Biochemistry of Fruit and Vegetables, 1st ed. Academic Press, London.

Bouvier, F., Keller, Y., d' Harlingue, A., and Camara, B. (1998). *Xanthophyll biosynthesis: molecular and functional characterization of carotenoid hydroxylases from pepper fruits (*Capsicum annuum* L.)*. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Lipids and Lipid Metabolism, 1391(3), 320–328.

Bouzayen, M; Latché, A; Nath, P and Pech, J.C. (2010). *Mechanism of fruit ripening*. Plant developmental biology-biotechnological perspectives. Berlin, Alemania. Vol. 1.

Barz, W. and Hoesel, W. (1977). *Metabolism and degradation of phenolic compounds in plants*. Phytochemistry, 12, 339-369.

Brand, A., Borovsky, Y., Meir, S., Rogachev, I., Aharoni, A., and Paran, I. (2011). pc8.1, a major QTL for pigment content in pepper fruit, is associated with variation in plastid compartment size. Planta, 235(3), 579–588.

- Brummell D.A., Harpster M.H., Civello P.M., Palys J.M., Bennett A.B. and Dunsmuir P. (1999). *Modification of Expansin Protein Abundance in Tomato Fruit Alters Softening and Cell Wall Polymer Metabolism during Ripening*.
- Cajamar, (2019). *Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería. Campaña 2018/2019*, Fundación Cajamar, Almería. [En línea]. Available at: <https://www.publicacionescajamar.es/series-tematicas/informes-coyuntura-analisis-de-campana/analisis-de-la-campana-hortofruticola-de-almeria-campana-2018-2019> [acceso: 10 Diciembre 2019].
- Casilimas, H and Monsalve, O. (2012). *Manual de producción del pimentón bajo invernadero*. Universidad de Bogotá. ISBN: 978-958-725-099-2. Páginas: 19 – 40.
- D'Arcy, W. (1991). *The Solanaceae since 1976, with a review of its biogeography*. Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution (págs. 75-138).
- Díaz-Pérez, M., Carreño-Ortega, Á., Salinas-Andújar, J.-A., & Callejón-Ferre, Á.-J. (2019). Logistic Regression to Evaluate the Marketability of Pepper Cultivars. *Agronomy*, 9(3), 125.
- Dos Santos, R. S., Arge, L., Costa, S. and Costa de Oliveira, A. (2015). *Genetic regulation and the impact of omics in fruit ripening*. *Plant Omics*.
- FEGA. Fondo de Garantía Agraria [En línea]. Disponible en: <https://www.fega.es/>
- García, F.A., Camacho-Ferre, F, Diánez-Martínez, F.J. (2012). *Influencia sobre la producción y calidad del fruto de patrones comerciales de pimiento (Capsicum annuum L)*. Universidad de Almería.
- Gázquez J.C., López J.C., Baeza E., Sáez M. Sánchez-Guerrero, M.C., Medrano E. and Lorenzo P. (2006). *Yield response of a Sweet Pepper Crop to Different Methods of Greenhouse Coolin*. Estación Experimental de la Fundación de Cajamar. El Ejido (Almería):
- Howard, L. R., Talcott, S. T., Brenes, C. H., and Villalon, B. (2000). *Changes in Phytochemical and Antioxidant Activity of Selected Pepper Cultivars (CapsicumSpecies) As Influenced by Maturity*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(5)
- Jiménez, M. and García-Carmona, F. (1999). *Oxidation of the flavonol quercetin by polyphenol oxidase*. *J. Agric. Food Chem.* 47, 56-60.

- Jurado Ruiz, A and Nieto Quesada, M.N. (2003). *Técnicas de producción en cultivos protegidos*. Instituto de estudios de Cajamar. Madrid. ISBN: 84-95531-17-8. Páginas: 540 – 568.
- Laucirica Alonso, M. (1996). *Leveillula taurica (Lev.) Arnaud. Oidio del pimiento*. Fichas de diagnóstico en laboratorio de organismos nocivos de los vegetales.
- MAPA. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Gobierno de España. [En línea]. Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/>
- MAPS. Google Maps [En línea]. Disponible en: <https://www.google.es/maps/>
- Martí M.C., Camejo D., Vallejo F., et al. (2011). *Influence of fruit ripening stage and harvest period on the antioxidant content of sweet pepper cultivars*. Plant Foods and Human Nutrition 66: 416–423
- Martínez-González, M.E., Balois-Morales, R., Alia-Tejacal, I., Cortés-Cruz, M.A., PalominoHermosillo, Y.A. and López-Guzmán, G.G. (2017). *Postharvest fruits: maturation, softening and transcriptional control*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas.
- Mayfield and Terry Kelley. (2015). *Blossom-End Rot and Calcium Nutrition of Pepper and Tomato*. Universidad de Georgia.
- Miller, E. and Schreier, P. (1985). *Studies on flavonol degradation by peroxidase (donor: H₂O₂-oxidoreductase, EC 1.11.1.7)*. Kaempferol. Food Chem. 17, 143-154.
- Nuez F., Gil R. and Costa J. (1996). *El cultivo de pimientos, chiles y ajíes*. Mundiprensa.
- Observatorio de Precios de la Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. [En línea]. Disponible en: <http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/observatorio/>
- Orden de 12 de septiembre de 1983 por la que se aprueba la norma de calidad para pimientos frescos destinados al mercado interior, *Boletín Oficial del Estado*, 23 de septiembre de 1983, nº 228.
- Palma J.M., Jiménez A., Corpas F.J., et al., (2011). *Role of ascorbate on the fruit physiology of pepper (Capsicum annum L.)*. Functional Plant Science and Biotechnology 5. Pages: 56–61.

- Palma, J. M., Sevilla, F., Jiménez, A., del Río, L. A., Corpas, F. J., Álvarez de Morales, P., and Camejo, D. M. (2015). *Physiology of pepper fruit and the metabolism of antioxidants: chloroplasts, mitochondria and peroxisomes*. *Annals of Botany*, 116(4), 627–636.
- Pech, J.C., Purgato, E, Bouzaven, M and Latché, A. (2012). *Ethylene and fruit ripening*. *Annual Plant*.
- Pochard, E. (1996). *Données expérimentales sur la selection du piment (Capsicum annum L.)*.
- Reché Mármol, J. (2010). *Cultivo del pimiento dulce en invernadero*. Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación, Sevilla. ISBN: 978-84-8474-288-3
- Red de Alerta e Información Fitosanitaria. (2014). *Red de alerta e información fitosanitaria*. Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación, Sevilla.
- Rodríguez, R. Díaz-Pérez, M. Diánez, F and Camacho F. (2007). *Productividad y calidad del pimiento respuesta al sombreado mediante mallas de color en cultivo protegido*. Universidad de Almería
- Serrano Cermeño, Z. (2011). *Prontuario del cultivo del pimiento*. Serrano Cermeño, Z. Madrid. ISBN: 978-84-615-3521-7
- Urrestarazu, M., Castillo, J.E. and Salas, M.C. (1996). *Técnicas culturales y calidad del pimiento*. Departamento Producción vegetal. Universidad de Almería.
- Urrestarazu, M., Guzmán, M., Sánchez, A., Salas-San Juan, M.C., Quero, S, Carrasco, G. (1998). *A comparison of qualitative and quantitative productivity parameters between a sweet pepper crop growing on enarenado almeriense and on rockwool*. *International Symposium on Growing Media and Hydroponics, Vols I and II*. 481. 63-69.
- Watkins C.B. (2002). *Ethylene synthesis, mode of action, consequences and control*. Knee, Michael, ed. *Fruit Quality and its Biological Basis*. Sheffield, Reino Unido: Sheffield Academic Press. pp. 180-224. ISBN 1-84127-230-2.
- Zeraim Ibérica. Catálogo comercial de Zeraim Ibérica, (2020). [En línea]. Disponible en: <https://www.zeraim.es/>