



**Universidad
de La Laguna**

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (E.P.S.I)

SECCIÓN DE INGENIERÍA AGRARIA

GRADO DE INGENIERÍA AGRÍCOLA Y DEL MEDIO RURAL

**Estudio comparativo de variedades de pimiento de color
(*Capsicum annuum* L.) en un invernadero de cristal en La Laguna**



Juan Diego Pérez Déniz

La Laguna, septiembre 2022

AUTORIZACIÓN DEL TRABAJO FIN DE GRADO POR SUS DIRECTORES
CURSO 2021/2022

TUTOR – COORDINADOR: D. Isidoro Jesús Rodríguez Hernández

TUTORA: Dña. Nuria Esther Álvarez Regalado

Como Director/es del alumno/a **Juan Diego Pérez Déniz** en el TFG con título:
**“Estudio comparativo de tres variedades de pimiento de color (*Capsicum
annuum L.*) en un invernadero de cristal en La Laguna”**

nº de Ref 8

doy/damos mi/nuestra autorización para la presentación y defensa de dicho TFG,
a la vez que confirmo/confirmamos que el alumno ha cumplido con los objetivos
generales y particulares que lleva consigo la elaboración del mismo y las normas
del Reglamento de Trabajo Fin de Grado de la Escuela Politécnica Superior de
Ingeniería.

La Laguna, a 18 de febrero de 2022

Fdo:

(Firma de los directores)

SR. PRESIDENTE DE LA COMISIÓN DE TRABAJO FIN DE GRADO

IMPRESO P06

Este documento incorpora firma electrónica, y es copia auténtica de un documento electrónico archivado por la ULL según la Ley 39/2015.
La autenticidad de este documento puede ser comprobada en la dirección: <https://sede.ull.es/validacion/>

Identificador del documento: 4198752

Código de verificación: dKyS5PKN

Firmado por: Isidoro Jesús Rodríguez Hernández
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Fecha: 18/02/2022 18:53:26

Nuria Esther Álvarez Regalado
UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

18/02/2022 22:00:44

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer por haberme ayudado con este proyecto a mi tutor coordinador D. Isidoro Jesús Rodríguez Hernández y a mi tutora Dña. Nuria Esther Álvarez Regalado, por su ayuda con la parte estadística del trabajo.

Agradecer a mis padres, Juan Felipe e Isabel, por su paciencia y para que esto haya sido posible.

Y, por último, gracias a mi pareja, Juana Isabel por haberme brindado su apoyo.

ÍNDICE

1.-	INTRODUCCIÓN	12
2.-	OBJETIVO.....	14
3.-	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	16
3.1.-	GENERALIDADES	17
3.1.1.-	ORIGEN E HISTORIA.....	17
3.1.2.-	USO Y COMPOSICIÓN	17
3.1.3.-	OTROS COMPONENTES	19
3.1.4.-	USOS.....	19
3.2.-	IMPORTANCIA ECONÓMICA	21
3.2.1.-	ESTRUCTURA DE LA PRODUCCIÓN MUNDIAL	21
3.2.2.-	PAÍSES EXPORTADORES E IMPORTADORES	22
3.3.-	TAXONOMÍA.....	23
3.4.-	MORFOLOGÍA.....	25
3.4.1.-	PLANTA	25
3.4.2.-	RAÍZ	25
3.4.3.-	TALLO.....	25
3.4.4.-	HOJA.....	26
3.4.5.-	FLOR.....	26
3.4.6.-	FRUTO.....	27
3.4.7.-	SEMILLA	27
3.5.-	FISIOLOGÍA VEGETAL	28
3.5.1.-	GERMINACIÓN	28
3.5.2.-	CRECIMIENTO VEGETATIVO	28
3.5.3.-	FLORACIÓN	29
3.5.4.-	FOTOPERIODO	29
3.5.5.-	FRUCTIFICACIÓN Y MADURACIÓN	30

3.6.-	MATERIAL VEGETAL	30
3.7.-	MEJORA GENÉTICA	34
3.8.-	CLIMA Y SUELO.....	35
3.8.1.-	TEMPERATURA	35
3.8.2.-	HUMEDAD	36
3.8.3.-	LUMINOSIDAD.....	37
3.8.4.-	FOTOPERIODICIDAD	37
3.8.5.-	SUELO	38
3.9.-	CICLOS DE CULTIVO	38
3.10.-	SIEMBRA	39
3.11.-	PREPARACIÓN DEL TERRENO	41
3.12.-	TRASPLANTE.....	41
3.13.-	FERTILIZACIÓN Y FERTIRRIGACIÓN	42
3.14.-	LABORES DE CULTIVO	43
3.14.1.-	ACLAREO	43
3.14.2.-	REPOSICIÓN DE MARRAS	43
3.14.3.-	APORCADO.....	43
3.14.4.-	ESCARDAS	44
3.14.5.-	ENTUTORADO	44
3.14.6.-	DESHOJADO	45
3.14.7.-	PODA	45
3.14.8.-	RIEGO.....	46
3.14.9.-	INJERTO.....	46
3.15.-	RECOLECCIÓN Y POSTCOSECHA	47
3.15.1.-	RECOLECCIÓN.....	47
3.15.2.-	POSTCOSECHA	47
3.16.-	FISIOPATÍAS, CARENCIAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES	50

3.16.1.-	FISIOPATÍAS	50
3.16.2.-	DEFICIENCIAS NUTRICIONALES	51
3.16.3.-	PLAGAS	52
3.16.4.-	ENFERMEDADES FÚNGICAS	54
3.16.5.-	ENFERMEDADES BACTERIANAS	54
3.16.6.-	ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS	55
4.-	PARTE EXPERIMENTAL	57
4.1.-	MATERIAL Y MÉTODOS	58
4.1.1.-	LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO	58
4.1.2.-	TIPO DE INVERNADERO	58
4.1.3.-	MATERIAL VEGETAL	59
4.1.4.-	AGUA Y SUELO	59
4.1.5.-	CONDICIONES AMBIENTALES	61
4.1.6.-	SIEMBRA Y TRASPLANTE	61
4.2.-	RIEGO Y FERTILIZACIÓN	64
4.3.-	LABORES CULTURALES	65
4.3.1.-	REPOSICIÓN DE MARRAS	65
4.3.2.-	TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS	66
4.3.3.-	APORCADO	66
4.3.4.-	ESCARDAS	67
4.3.5.-	ENTUTORADO	67
4.3.6.-	ACLAREO DE FRUTOS	68
4.3.7.-	DESHOJADO	70
4.3.8.-	PODA	70
4.4.-	RECOLECCIÓN	70
4.5.-	ACCIDENTES, FISIOPATÍAS PLAGAS Y ENFERMEDADES	71
4.6.-	COLOR	73

4.7.-	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	74
5.-	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	76
5.1.-	GERMINACIÓN.....	77
5.2.-	PESO	78
5.3.-	DIÁMETRO	79
5.4.-	LONGITUD.....	81
5.5.-	RENDIMIENTO	83
5.6.-	PRECOCIDAD.....	85
5.7.-	NÚMERO DE FRUTOS	86
5.8.-	DESTRÍO	87
5.9.-	COLOR.....	88
5.9.1.-	LUMINOSIDAD.....	88
5.9.2.-	COORDENADAS ROJO/VERDE	89
5.9.3.-	COORDENADAS AMARILLO/AZUL.....	90
6.-	CONCLUSIONES	91
7.-	BIBLIOGRAFÍA.....	97
8.-	ANEJOS	101
8.1.-	ANEJO ESTADÍSTICO	102

Estudio comparativo de variedades de Pimiento de color (*Capsicum annuum* L.) en un invernadero en La Laguna

AUTOR: Pérez Déniz, J.D.

PALABRAS CLAVE: *Amarelo d'asti*, *Yolo wonder*, *Quadrato d'asti giallo*

RESUMEN:

En este estudio se compara dos variedades de pimiento amarillo, *Amarelo d'asti* y *Quadrato d'asti giallo*, con una variedad tradicional, *Yolo wonder*, de color rojo. El ensayo se llevó a cabo, en las instalaciones de la Sección de Ingeniería Agraria de la Escuela Superior de Ingeniería, de la Universidad de La Laguna en Tenerife, Islas Canarias. Primero se evaluó la germinación, para ello se hicieron semilleros en bandejas de poliestireno expandido, utilizando como sustrato una mezcla de turba y perlita, a razón 1:1. El mayor porcentaje de germinación se obtuvo con *Amarelo d'asti* con un 87,50%, seguido de *Yolo Wonder* con un 41,35% y finalmente la variedad *Quadrato d'asti giallo*, con un valor de 29,81%. Transcurrida la fase de semillero, las plantas se trasplantaron a un invernadero de cristal siguiendo un diseño estadístico de bloques al azar, a un marco de plantación de 0,5 x 1 m². A lo largo del cultivo se hicieron las labores oportunas y al llegar la recolección, se procedió a tomar datos de los parámetros que permiten evaluar la producción, peso, longitud, diámetro de los frutos, rendimiento por planta y por unidad de superficie y precocidad, además del grado de madurez mediante el estudio del color. En referencia al peso medio de los frutos, se observaron diferencias significativas entre cultivares, obteniéndose 160,1 g con *Amarelo d'asti*, 158,2 g con *Yolo wonder* y 152,3 g con *Quadrato d'asti giallo*. Respecto al diámetro de los frutos, hubo también diferencias significativas entre variedades, *Yolo Wonder* (8,3 cm), *Amarelo d'asti* (8,1 cm) y *Quadrato d'asti giallo* (7,8 cm). En cuanto a la longitud de los frutos, existieron diferencias significativas entre variedades. *Yolo Wonder* presentó el mayor promedio (9,1 cm), seguido de *Amarelo d'asti* (8,8 cm) y, por último, *Quadrato d'asti giallo* (8,4 cm). En referencia al rendimiento por planta hubo diferencias significativas entre todas las variedades. La precocidad fue similar en todas, apareciendo los primeros frutos entre los 50-60 días, siendo la primera en emerger *Yolo wonder*.

Respecto al número de frutos por variedad, podemos observar diferencias significativas en cada una de las variedades del estudio. La variedad con un mayor porcentaje de destrío fue *Yolo wonder* con 20,92% seguido de *Amarelo d'asti*, con 19,42%, y *Quadrato d'asti giallo* con un 17,54%. Como se puede observar, no existen diferencias significativas entre los porcentajes de los cultivares. Respecto a la postcosecha, el parámetro (L*) tiene dos grupos homólogos: por un lado, la variedad roja "2", que es la que obtiene el menor valor medio (32,21) y, por otro, el grupo homólogo formado por las variedades amarillas "1" y "3", obteniendo los mayores resultados para la "1" con 52,20. En el parámetro (a*) se encuentran diferencias significativas entre variedades: la variedad "1" y la "3" forman un grupo homólogo, como cabía esperar ya que son las variedades amarillas y la variedad roja mantiene diferencias significativas con el resto y, además, es la que tiene mayor valor de a* (29.52). Y, por último, respecto al parámetro (b*) no existen diferencias significativas entre las variedades amarillas "1" y "3" (con valores de 46,84 y 42,39, respectivamente), pero sí entre éstas y la variedad roja "2" con 16,86. Las variedades del estudio se adaptaron a las condiciones del invernadero, salvo la *Quadrato d'asti giallo*, que no obtuvo los resultados esperados, con un rendimiento muy por debajo de la media comercial.

**Comparative study of varieties of colored pepper (*Capsicum annuum* L.)
in a glass greenhouse in La laguna.**

AUTHOR: Pérez Déniz, J.D.

KEY WORDS: *Amarelo d'asti*, *Yolo wonder*, *Quadrato d'asti giallo*

ABSTRACT:

This study compares two varieties of yellow pepper, *Amarelo d'asti* and *Quadrato d'asti giallo*, with a traditional variety, Yolo wonder, red in color. The test was carried out in the facilities of the Agricultural Engineering Section of the Higher School of Engineering, of the University of La Laguna in Tenerife, Canary Islands. First, germination was evaluated, for which seedbeds were made in expanded polystyrene trays, using a mixture of peat and perlite as a substrate, at a ratio of 1:1. The highest percentage of germination was obtained with *Amarelo d'asti* with 87.50%, followed by Yolo Wonder with 41.35% and finally the *Quadrato d'asti giallo* variety, with a value of 29.81%. After the seedbed phase, the plants were transplanted to a glass greenhouse following a random block statistical design, to a planting frame of 0.5 x 1 m². Throughout the crop, the appropriate tasks were carried out and when the harvest arrived, data was taken on the parameters that allow evaluating the production, weight, length, diameter of the fruits, yield per plant and per unit area and earliness. In addition to the degree of maturity through the study of color. In reference to the average weight of the fruits, significant differences were observed between cultivars, obtaining 160.1 g with *Amarelo d'asti*, 158.2 g with Yolo wonder and 152.3 g with *Quadrato d'asti giallo*. Regarding the diameter of the fruits, there were also significant differences between varieties, Yolo Wonder (8.3 cm), *Amarelo d'asti* (8.1 cm) and *Quadrato d'asti giallo* (7.8 cm). Regarding the length of the fruits, there were significant differences between varieties. Yolo Wonder presented the highest average (9.1 cm), followed by the cultivar *Amarelo d'asti* (8.8 cm) and, finally, the cultivar *Quadrato d'asti giallo* (8.4 cm). In reference to yield per plant there were significant differences between all varieties. Earliness was similar in all of them, with the first fruits appearing between 50-60 days, Yolo wonder being the first cultivar to emerge.

Regarding the number of fruits to be cultivated, we can observe significant differences in each of the varieties of the study. The variety with the highest percentage of destruction was Yolo wonder with 20.92% followed by *Amarelo d'asti*, with 19.42%, and the cultivar *Quadrato d'asti giallo* with 17.54%. As can be seen, there are no significant differences between the percentages of the cultivars? Regarding the post-harvest, the parameter (L*) has two homologous groups: on the one hand, the red variety "2", which is the one that obtains the lowest average value (32.21) and, on the other, the homologous group formed for the yellow varieties "1" and "3", obtaining the highest results for "1" with 52.20. In the parameter (a*) there are significant differences between varieties: variety "1" and "3" form a homologous group, as expected since they are the yellow varieties and the red variety maintains significant differences with the rest and, furthermore, it is the one with the highest value of a* (29.52). And, finally, regarding the parameter (b*) there are no significant differences between the yellow varieties "1" and "3" (with values of 46.84 and 42.39, respectively), but there are between them and the red variety. "2" with 16.86. The varieties in the study were adapted to greenhouse conditions, except for the *Quadrato d'asti giallo*, which did not obtain the expected results, with a yield well below the commercial average.

1.- INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annum L.*) es una especie originaria de América del Sur, cultivada por sus frutos. Fue traída por Colon en su primer viaje en 1493 a España, desde donde se extendió por el resto del Mundo a partir del siglo XVI.

Actualmente tiene una gran importancia comercial, en el Mundo y en España, como se deduce de los datos de la FAO (FAOSTAT, 2019), que cifra la producción en nuestro país en 1.402.380 toneladas.

En Canarias, en 2020, se cultivó una superficie de unas 234,6 ha, repartidas entre las provincias de Santa Cruz de Tenerife (109,6 ha) y Las Palmas de Gran Canaria (125,0 ha), (ISTAC), 2020). Es un cultivo tradicional, cuya producción ha ido fluctuando a lo largo de las últimas décadas. Se cultiva para exportación y para el mercado local.

En este periodo, se han cultivado variedades rojas de pimientos tipo California Wonder y Lamuyo principalmente. En los últimos años la oferta en el mercado mundial y nacional se está diversificando bastante, con la aparición de variedades de color, amarillo o naranja que ya se encuentran en los mercados nacionales y en los canarios. Son variedades poco consumidas y poco experimentadas, que es necesario ensayar para conocer sus requerimientos y adaptabilidad a nuestras condiciones.

Por esta razón, en diversos lugares de nuestra geografía se han realizado algunos ensayos con la finalidad antes citada, como es el caso del ensayo de tres variedades de pimiento (*Capsicum annum L.*) de tipo Lamuyo en dos tipos de invernaderos y en distintos sistemas de cultivo (Rodríguez Pérez, 2017), o el ensayo agronómico comparativo de siete cultivares de pimiento (*Capsicum annum L.*) de diferentes colores de tipo California Wonder (Jurado Bello, 2020).

De acuerdo con lo planteado anteriormente, se ha establecido este ensayo que tiene por objetivo la comparación de varios parámetros agronómicos cuantitativos, tales como, la longitud de los frutos, el diámetro, el peso, el rendimiento y precocidad, además de estudiar la germinación de las semillas con la finalidad de evaluar la producción de estas variedades en las condiciones de Canarias, en invernadero.

2.- OBJETIVO

El objetivo de este ensayo fue estudiar dos variedades de pimiento de color (*Capsicum annum* L.) comparándolo con una variedad roja tradicional, con la finalidad de analizar su comportamiento agronómico, en invernadero y en las condiciones climáticas de la isla de Tenerife, Islas Canarias.

3.- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

3.1.- GENERALIDADES

3.1.1.- ORIGEN E HISTORIA

El pimiento (*Capsicum annum L.*) es una planta originaria de América del Sur, en concreto del área de Perú-Bolivia. El género *Capsicum* se extendió por toda América, desde la zona meridional de EE.UU. hacia la zona templada cálida de Sudamérica.

El continente donde más se cultiva el pimiento es Asia, y los principales países productores son China, México, Turquía, Indonesia y España. En el año 2012, los principales exportadores fueron España y México, y Estados Unidos y Europa los grandes importadores de pimiento (FAOSTAT 2015).

Respecto a su origen, se han encontrado restos de frijoles y pimientos de 8500 a.C., en la parte central de Perú en la cueva Pachamachay, a unos 4000 m de altitud lo cual indica que las plantas de los géneros *Capsicum*, *Phaseolus*, y *Cucurbita* son de las primeras domesticadas en Sudamérica.

En Mesoamérica, y concretamente en México, se inició la domesticación de plantas en el 7500-5000 a.C., en yacimientos como el del Valle de Tehuacán en Puebla y en la cueva Guila Naquitz de Oaxaca, se han encontrado evidencias del cultivo de calabazas, chile y amaranto, entre otros.

Posteriormente su cultivo se ha expandido con gran rapidez debido a su gran valor económico y su gran importancia en transacciones mercantiles, como valor de cambio. De forma que actualmente el pimiento se ha expandido universalmente, no existiendo prácticamente casi ningún lugar del mundo donde no se encuentre este cultivo.

3.1.2.- USO Y COMPOSICIÓN

El contenido nutricional del pimiento es elevado en comparación con otros cultivos.

Somos (1984) divide en dos grupos el valor nutricional de los componentes del pimiento. En un grupo abarca los que determinan un valor biológico, sabor específico color y uso como condimento. Dentro de este grupo están:

- Las vitaminas (A, C, B1, B2, y P) cabe destacar el alto contenido de vitamina A y C.
- La capsaicina, responsable del sabor picante del pimiento.
- Los pigmentos que se engloban dentro del grupo de los carotenoides estos son los pigmentos amarillos, rojo-anaranjados o rojos.
- Varios aceites volátiles.

En el segundo grupo se encuentran los azúcares, la fibra, proteínas, minerales y algunos ácidos orgánicos.

3.1.2.1.- VITAMINAS

El contenido en vitamina A es elevado, pudiendo estimarse unos 3-4 g por 100 g en los pimientos rojos, cubriendo así los requerimientos diarios de vitamina A de un adulto.

También se puede destacar su alto contenido en vitamina C, estimando unos 70-300 mg/100 g de peso fresco, aunque hay diferencias significativas entre variedades. También hay que destacar la diferencia en contenido de vitamina C dependiendo de factores agronómicos, tales como, cultivo realizado al aire libre o en invernadero, marco de plantación, riego, estado de madurez, etc.

3.1.2.2.- CAPSAICINA

Es un alcaloide, (8-metil-N-vanilil-6 nonenamida), responsable del picor, estando ausente en variedades dulces.

Es de origen protoalcaloide, cuya fórmula científica es $C_{18}H_{27}O_3N$, siendo un producto de la condensación del ácido decilénico y de la 3-hidroxi-4metoxi benzilamida.

3.1.2.3.- PIGMENTOS

Se incluyen dentro del grupo de los carotenoides, los cuáles son, pigmentos amarillos, rojo-anaranjados o rojos, que pueden estar en las hojas, junto con la clorofila, o en raíces, frutos, etc.

Se dividen en tres grupos:

- Pigmentos principales: capsantina y capsorrubina, que dan el color rojo.
- Pigmentos con efecto de provitamina: criptoxantina y β -caroteno-
- Zeaxantina y luteína.

El contenido en pigmentos depende de la variedad y la fertilización aplicada. En dosis mayores de 50 kg/ha de N el contenido en pigmentos disminuye.

3.1.2.4.- CARBOHIDRATOS

La mayor parte de los azúcares sencillos es glucosa, en un 90-98%, y el resto es sacarosa. La pectina se encuentra en un 3-7%.

3.1.2.5.- FIBRA

El contenido de fibra es un 20-24% de la materia seca.

3.1.3.- OTROS COMPONENTES

Se encuentran aceites volátiles, lípidos, aminoácidos, proteínas, ácidos orgánicos y minerales.

El contenido en agua del pimiento dulce varía entre un 82-92%, mientras que en los picantes está en torno al 70%.

3.1.4.- USOS

El pimiento tiene uso principalmente culinario, que puede emplearse como condimento, especia, colorante o como hortaliza.

El pimiento dulce es utilizado como hortaliza cruda o cocinada, en ensaladas y muchos platos, siendo una de las hortalizas más utilizadas en Europa.

Tabla 1. Composición Nutritiva de distintas variedades de pimiento (Por 100 g de producto comestible).

	Pimiento dulce verde	Pimiento dulce maduro (rojo)	Pimiento picante verde	Pimiento picante maduro (rojo)
Agua (%)	93,4	90,7	88,8	80,3
Prótidos (g)	1,2	1,4	2,3	2,3
Grasas	0,2	0,3	0,2	0,4
Hidratos de carbono (g)	4,8	7,1	9,1	15,8
Fibra (g)	1,4	1,7	1,8	2,3
Cenizas (g)	0,4	0,5	0,6	1,2
Calcio (mg)	9	13	10	16
Fósforo (mg)	22	30	25	49
Hierro (mg)	0,7	0,6	0,7	1,4
Sodio (mg)	13	-	-	25
Potasio (mg)	213	-	-	564
Vitamina A (UI)	420	4.450	770	21.600
Tiamina (mg)	0,08	0,08	0,09	0,10
Riboflavina (mg)	0,08	0,08	0,06	0,20
Niacina (mg)	0,5	0,5	1,7	2,9
Ácido ascórbico (mg)	128	204	235	369
Valor energético	22	31	37	65

Fuente: Watt et al, 1975.

Tabla 2. Composición química y valor nutritivo de pimientos dulces y picantes por 100 g de producto fresco comestible.

Composición	Pimiento dulce	Pimiento picante
Materia seca (%)	8,00	34,60
Energía (Kcal)	26	116,00
Proteína (gr)	1,30	6,30

Fibra (gr)	1,40	15,00
Calcio (mg)	12,00	86,00
Hierro (mg)	0,90	3,60
Caroteno (mg)	1,80	6,60
Taimina (mg)	0,07	0,37
Riboflavina (mg)	0,08	2,50
Niacina (mg)	0,80	2,50
Vitamina C (mg)	103,00	96,00
Valor nutritivo medio (ANV)	6,61	27,91
ANV por 100 gr materia seca	82,60	80,70

Fuente: Grubben, 1977

3.2.- IMPORTANCIA ECONÓMICA

3.2.1.- ESTRUCTURA DE LA PRODUCCIÓN MUNDIAL

Analizando la estructura geográfica mundial, se deduce que el 43,9% de la producción mundial de pimiento se recoge de la zona mediterránea.

Turquía es el principal productor del Mediterráneo, con un 24,6% de la producción. España junto con Italia, forman el segundo centro productor del mediterráneo, con el 29,6% de la región. Las principales zonas españolas de producción se localizan en Andalucía, Murcia, Comunidad Valenciana, Extremadura, Castilla-La Mancha y Aragón (Abak, 1994).

En España, la superficie total en el año 2021 fue de 22.070 ha y la producción de 1.508.168 kg/ha (Datos obtenidos del Ministerio de Agricultura, pesca y alimentación, Gobierno de España).

La superficie italiana de la zona sur se concentra en las regiones de Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Cerdeña y Sicilia. En la zona norte de Italia, existen al aire libre en Turín, Cosenza, Foggia y Perugia (Siviero y Gallerani, 1992).

La región en el mundo más importante es China, que aporta un 23,9% de la producción mundial. Se distribuye la producción por todo el territorio, aunque

se concentra más en las áreas próximas a las grandes ciudades del norte, noreste y este (Yang, 1989).

La tercera región en cuanto a importancia va desde México hasta EEUU, que producen respectivamente el 8,7% y el 3,0%, es decir, el 11,7% del total mundial (Laborde y Rendón Poblete, 1989).

En México, se puede diferenciar cuatro zonas de cultivo, siendo la costa oeste, costa este, península de Yucatán y meseta central (Laborde y Rendón Poblete, 1989). La costa oeste produce la mayor parte del pimiento que se exporta a EEUU. La cosecha va desde diciembre a junio principalmente. La costa oeste sureña tiene baja importancia nacional en producción de pimiento.

Otras regiones productoras a nivel mundial son Nigeria, con el 9,1% del total mundial, e Indonesia con un 4,9%. La mayor parte de la producción en Nigeria se obtiene en las sabanas del norte del país y en menor medida las del suroeste (Enrile, 1989).

En Indonesia el 70% de la producción se obtiene en Java, mientras que Sumatra y Sulawesi producen el 20 y el 4% respectivamente (Permadi, 1989).

3.2.2.- PAÍSES EXPORTADORES E IMPORTADORES

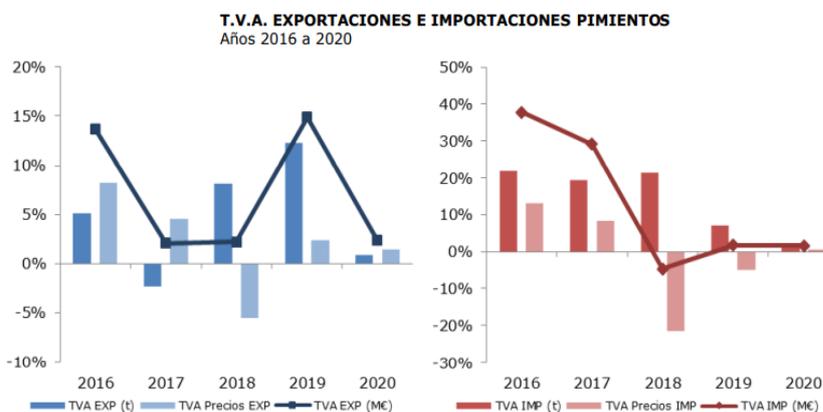
El pimiento es un fruto perecedero con alta relación volumen/peso, encareciendo así las transacciones entre países de diferentes hemisferios, pudiendo así tener una demanda continua en los mercados mundiales. Las exportaciones a largas distancias tienen altos costos de transporte aéreo con alta relación volumen/peso. Sin embargo, el transporte por barco es más económico que el aéreo, pero hace que el producto se pueda deteriorar por su carácter perecedero. No ocurre lo mismo con el producto deshidratado, que son conservas vegetales que aguantan bastante tiempo enlatados.

Volviendo a la importación de pimientos frescos, las principales importadoras son, la Unión Europea y los EEUU. La mayor parte de las aportaciones son de España e Italia. España exporta un 25% de su producción total, siendo el principal exportador mundial de pimiento fresco (Durand, 1993).

Tabla 3. Fuente Informe anual 2020 español, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Gobierno de España.

EVOLUCIÓN DEL COMERCIO EXTERIOR PIMIENTOS
Años 2016 a 2020.

	2016	2017	2018	2019	2020	Var. 20/19
EXP (M€)	989,93	1.010,24	1.032,64	1.186,44	1.214,44	2,4%
IMP (M€)	57,44	74,15	70,70	71,91	73,05	1,6%
Saldo	932,49	936,09	961,95	1.114,53	1.141,39	2,4%
EXP (t)	734.168	716.940	775.468	870.363	878.032	0,9%
IMP (t)	45.866	54.720	66.489	71.155	71.977	1,2%
Precios EXP	1,35	1,41	1,33	1,36	1,38	1,5%
Precios IMP	1,25	1,36	1,06	1,01	1,01	0,4%



El valor de las exportaciones se ha ido incrementando a lo largo del periodo 2016-2020, alcanzando el máximo de la serie en 2020 con 1.214,44 M€, lo que supone un aumento del 2,4% con respecto a 2019. El valor de 2020 es un 22,7% mayor que el de 2016.

El incremento del valor de las exportaciones en 2020 se ha debido tanto al incremento del volumen exportado (0,9%) como del precio medio de exportación (1,5%).

Las importaciones son significativamente inferiores que las exportaciones, si bien también han seguido un patrón ascendente a lo largo del periodo analizado hasta alcanzar los 73,05 M€ en 2020.

3.3.- TAXONOMÍA

El pimiento taxonómicamente se clasifica como:

Reino: Vegetal

Clase: Angiosperma

Subclase: *Dicotyledoneae*

Orden: *Tubifloreae*

Familia: *Solanaceae*

Género: *Capsicum*

Especie: *Anuum*

Nombre común: Pimiento

Nombre científico de la especie más cultivada: *Capsicum annuum* L.

Todas las formas de pimiento utilizadas por el ser humano pertenecen al género *Capsicum*. El nombre científico del género viene del griego: kapso (picar), kapsakes (cápsula). Este género se incluye dentro de la familia de las Solanáceas.

En la actualidad, la familia está formada por unos 90 géneros, en los que se encuentran divididos entre dos subfamilias: *Solanoideae* y *Cestroideae*. La diferencia entre ellas se basa en el desarrollo del embrión. En *Solanoideae*, el embrión se encuentra enrollado y con un diámetro vagamente uniforme. En las *Cestroideae*, el embrión puede ser recto o curvado ligeramente.

La taxonomía en el género *Capsicum* es bastante compleja, ya que existe gran variabilidad de formas en las especies cultivadas y una gran diversidad en la forma de clasificación.

Las cinco especies principales de *Capsicum* domesticadas son las siguientes:

1. *C. annuum* L.
2. *C. frutescens* L. (ajíes)
3. *C. bacatum* Willd
4. *C. chinensi* Jacq
5. *C. pubescens* Ruiz & Pav

Algunas de las especies más importantes de *Capsicum* estrictamente silvestre son las siguientes:

- *C. buforum*

- *C. campylopodium*
- *C. ciliatum*
- *C. galapagoensis*
- *C. parvifolium*
- *C. chacoense*

Hunziker (1956)

3.4.- MORFOLOGÍA

3.4.1.- PLANTA

El pimiento es una planta herbácea anual, de crecimiento determinado. Su aspecto es liso, con tallos erguidos y altura variable dependiendo del cultivar y las condiciones de cultivo.

En invernadero suelen alcanzar alturas que oscilan entre los 0,70 y 2 metros según la variedad. Esto obliga a realizar entutorado para evitar que se partan las plantas, ya que son sumamente frágiles.

3.4.2.- RAÍZ

La raíz es axonomorfa de la cual se ramifican varias raíces laterales. La ramificación adopta forma de flecha, con el ápice en el extremo del eje de crecimiento. La profundidad de la raíz se extiende hasta unos 30-60 cm, con mayor densidad en la parte superficial. El crecimiento horizontal se da hasta unos 30-50 cm del eje.

3.4.3.- TALLO

El tallo principal se comienza a desarrollar a partir de la plúmula del embrión. Se puede distinguir el epicótilo y el meristemo apical. Aquí se desarrollan los primordios foliares. Por debajo del meristemo apical se encuentran la epidermis, el córtex caulinar y el cilindro vascular. Los tejidos vasculares se organizan en

un anillo de bandas denominados haces vasculares. Los haces contienen el floema en el exterior, y el xilema en el interior, hacia dentro del tallo.

La fase de desarrollo se inicia en los tejidos secundarios. El punto de partida es la ramificación del tallo, cuando la plántula tiene una altura de 15 y 20 cm.

3.4.4.- HOJA

Las hojas del pimiento son simples, de forma lanceolada o aovada, formadas por un peciolo alargado. Los tejidos del peciolo son semejantes a los del tallo. Las láminas foliares tienen tres tejidos: el dérmico, el vascular y el parenquimático. En el pimiento no existen vainas parenquimáticas, es decir, anillos de células parenquimáticas que rodean los haces de vasos en las plantas.

El pimiento pertenece al grupo de plantas con ciclo C3 en la fijación metabólica del carbono. El dióxido de carbono es fijado en las células del mesófilo por la enzima ribulosa-1,5-bisfosfato carboxilasa/oxigenasa a 3-fosfoglicerato, compuesto con 3 carbonos.

3.4.5.- FLOR

La flor está unida al tallo por un pedúnculo pedicelo de 10 a 20 mm de longitud, con 5 a 8 costillas. Cada flor está constituida por un receptáculo y apéndices foliares que constituyen las partes florales. El cáliz está constituido por 5-8 sépalos, la corola formada por 5-8 pétalos, el androceo por 5-8 estambres y el gineceo por 2-4 carpelos.

Esta estructura se representa de manera abreviada por la fórmula floral típica de la familia Solanácea:

3.1.17.5.1 K (5-8), [C (5-8), A (5-8)]G (2-4)

(F. Nuez, R. Gil y J. Costa, 1996).

Las flores son actinomorfas, hermafroditas al tener androceo y gineceo. Las flores son regulares y de corola tubulosa; monoica por poseer los dos sexos en la misma flor, solitarias, pequeñas y de color blanco y pétalos puntiagudos de 1 cm de longitud desde la base y 4 mm de ancho. Se desarrollan a partir de botones

florales y normalmente aparece una flor en la cruz del tallo que origina frutos gruesos. También se sitúan en el ápice de las ramificaciones y en la base de las axilas de las hojas, principalmente en el tallo principal y en las bifurcaciones de las dicotomías. La floración se inicia, dependiendo, entre otros, de la climatología y del desarrollo de la planta, cuando esta tiene formadas entre 10 a 15 hojas verdaderas, pudiendo transcurrir entre 25 a 30 días desde la plantación hasta inicio de la floración. Las flores permanecen receptivas 1- 3 días desde su apertura o antesis, dependiendo de las condiciones de humedad y temperatura. El número de flores está influido por las condiciones ambientales.

3.4.6.- FRUTO

El fruto del pimiento se define como una baya. Esta baya es hueca, llena de aire y con forma de cápsula. La baya está constituida por el pericarpio y el tejido placentario, en el cuál, se unen las semillas. El pericarpio tiene una estructura en la pared del ovario antes de la antesis, formada por un conjunto de 8-10 capas de células poco diferenciadas. Después de la fertilización, el número de capas aumenta hasta 20-25 y la estructura se vuelve más compleja.

El fruto se desarrolla a partir del gineceo de la flor, y más concretamente, a partir del ovario fecundado. Cuando el fruto alcanza la forma y tamaño definitivos la mayoría del crecimiento celular cesa. Al alcanzar el viraje de color, aparecen los cromoplastos portadores de los pigmentos, primero en células que rodean los vasos, y luego en las capas externas del epicarpio.

El cuerpo del fruto presenta una superficie suave, asurcada y con depresiones. La sección transversal puede ser circular o poligonal. La sección longitudinal presenta una gran variedad de formas, desde rectangulares, triangulares o circulares a espirales e irregulares (F. Nuez, R. Gil y J. Costa, 1996).

3.4.7.- SEMILLA

La semilla se desarrolla a partir del primordio seminal. Las semillas están separadas de la carne, concentradas en la parte más gruesa del fruto, insertas en una placenta cónica en forma de huso, unidas a una expansión o prolongación del pedúnculo (Reche, 2010).

Tiene una forma aplastada hemidiscoidal. La superficie es lisa, sin aspecto pubescente o tomentoso, y la mayoría se sitúan en la región de la placenta central.

Todas las semillas de *Capsicum* son de color amarillento, a excepción de las de *C. pubescens* que son bastante oscuras. El peso y tamaño de la semilla están correlacionados con el tamaño del fruto.

3.5.- FISIOLOGÍA VEGETAL

3.5.1.- GERMINACIÓN

Bajo condiciones de almacenamiento normales, las semillas son viables durante 5-8 años, dependiendo del cultivar. La humedad óptima para conservación de la semilla se encuentra entre 4-6%, y temperaturas entre -10°C y 20°C, permitiendo así mantener la viabilidad al 85% durante 40-150 años (IBPGR, 1983).

La germinación de la semilla es un proceso complejo, en el cual se distinguen tres fases: la hidratación, en la que el agua empapa el tejido de la testa y penetra con mayor facilidad por el hilo, hasta que se expande al resto de tejidos de la semilla. A continuación, se produce la germinación estricta, en la cual se reduce la absorción y se incrementa la actividad enzimática. Por último, el crecimiento, en el que se produce un incremento de la absorción de agua y la actividad respiratoria. Se rompe la testa y emerge la radícula.

3.5.2.- CRECIMIENTO VEGETATIVO

La duración del ciclo puede variar, en función de si el cultivo se desarrolla en invernadero (2.5-3 meses) o aire libre (3-4 meses).

También intervienen sobre el crecimiento y el desarrollo de la planta factores climáticos, edáficos o genéticos.

También una buena nutrición es factor esencial en el crecimiento y desarrollo del tallo y la planta. Es necesario un suministro adecuado de agua y nutrientes

minerales. En su defecto se produce un desarrollo subóptimo e incluso reducciones importantes de la producción (Beevers, 1969).

3.5.3.- FLORACIÓN

Las flores se desarrollan a partir de ápices reproductores y se requiere una cierta madurez de la planta con la presencia de 8-12 hojas.

El factor exógeno más importante es la temperatura, sobre todo la temperatura nocturna. La permanencia de la plántula a bajas temperaturas nocturnas (6-12°C) durante 2-4 semanas, favorece la formación de gran número de flores.

Por otro lado, las bajas temperaturas nocturnas (8-10°C) reducen la viabilidad del polen. (Serrano, 2011).

La formación del polen se ve afectada por temperaturas altas, superiores a 30°C. Las divisiones de las células madre del polen se vuelven irregulares, produciéndose esterilidad de las micrósporas.

3.5.4.- FOTOPERIODO

La duración del fotoperíodo influye sobre la vegetación y fructificación del pimiento, de manera que se presentan mayores problemas en la estación de días cortos (otoño), que en la de días largos (primavera).

La floración, sin embargo, está más condicionada por la temperatura y la cantidad de luz recibida que por la duración del fotoperíodo, aunque en otoño, en condiciones de temperatura y luz favorables, existe una mayor caída de flores que en primavera.

Para que la inducción floral sea normal, la iluminancia recibida por la planta tiene que estar por encima de los 3000 lux. (Quagliotti, 1979).

Se ha visto que la temperatura debe ser relativamente elevada, durante esta fase hasta la ántesis, para así, poder obtener un mayor porcentaje de frutos. Luego debe tener un descenso de (8-10 °C).

3.5.5.- FRUCTIFICACIÓN Y MADURACIÓN

No todas las flores desarrollan frutos. El cuajado indica que se ha iniciado el desarrollo del fruto frente a la caída de la flor. En cuanto a la proporción de cuajado depende en mayor medida del genotipo, la temperatura, la radiación solar y la acción hormonal. La temperatura debe ser elevada hasta la antesis, para así, poder obtener un mayor porcentaje de frutos. Luego la temperatura debe tener un descenso (8-10 °C).

Hay factores que también intervienen sobre el crecimiento y el desarrollo de la planta como (climáticos, genéticos, suelos, etc.).

La proporción de cuajado depende del genotipo. Los tipos de fruto pequeño suelen cuajar mucho más que los de fruto grueso. En estos el porcentaje de cuajado puede ser muy bajo.

El porcentaje de cuajado fue bajo en el pico de la producción y alto cuando descendió el número de frutos (Kato y Tanaka, 1971).

Durante la maduración del fruto se producen cambios cuantitativos en su composición asociados a cambios cualitativos del color, sabor, textura y olor.

3.6.- MATERIAL VEGETAL

El pimiento cultivado se caracteriza por la gran heterogeneidad que presenta manifestándose en formas, tamaños y colores del fruto diferentes. Por otro lado, en función del país y del destino de la producción, mercado interno, exportación o transformación industrial, se cultivan unos tipos u otros. Existiendo variedades de invernadero o aire libre y con maduración agrupada o escalonada.

Dada esta complejidad taxonómica, es difícil establecer una clasificación homogénea que agrupe las distintas variedades. Existen diversas clasificaciones

establecidas a lo largo de la historia que se han ido modificando a lo largo del tiempo.

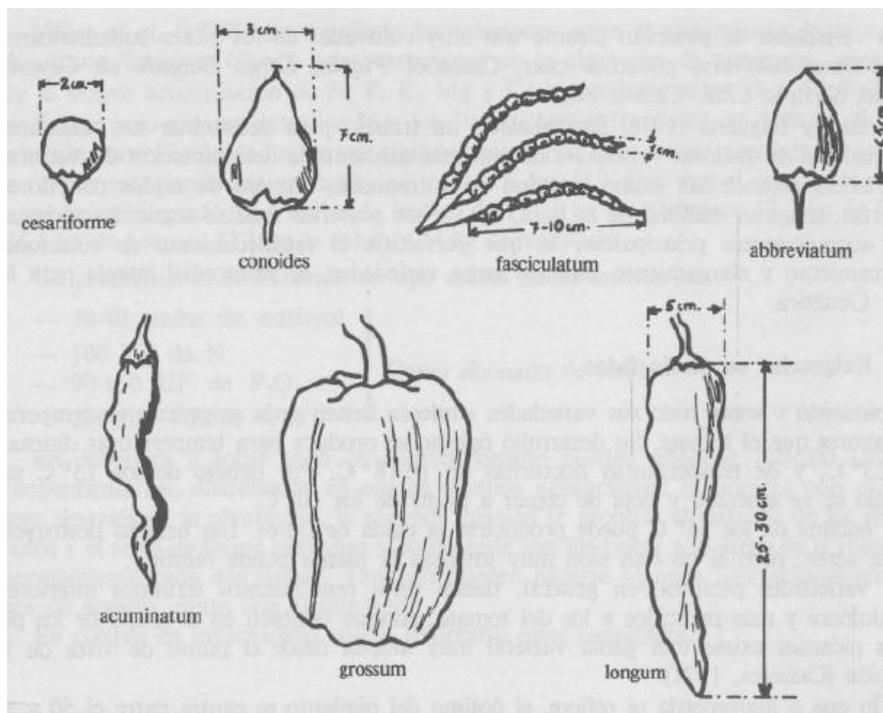


Imagen 1; fuente: Maroto, 2002.

En la **Imagen 1**, podemos observar las variedades botánicas de pimiento según Redgrove y Chittenden, citada por Purseglove (1974), basado principalmente en la forma y tamaño de los frutos:

- Var. *cesariforme*: Frutos globosos de color rojo púrpura o amarillo, de carne firme, muy picantes y de 1,2-2,5 cm de diámetro (Cherry, Pico paloma).
- Var. *conoides*: Frutos erectos, cónicos, muy picantes y de unos 3 cm de longitud (Cascabella, Tabasco)
- Var. *fasiculatum*: Frutos arracimados, erectos, delgados, muy picantes y de unos 7,5 cm de longitud (Chiles, Bitets)
- Var. *abbreviatum*: Frutos aovados, arrugados, de unos 5 cm, de carne dulce (Vilmorín, 1952).
- Var. *acuminatum*: Frutos oblongos, puntiagudos, picantes y de más de 9 cm de longitud (Guindilla, Padrón, Cayena)

- *Var. grossum*: Frutos grandes, de color rojo o amarillo de carne gruesa y dulce la especie, de forma globoso más o menos largas y pueden sobrepasar los 12cm. Suelen ser lobulados en el extremo opuesto al pedúnculo. (Morro de vaca, Ñora, Largo de Reus, California Wonder etc.)

- *Var. longum*: Los pimientos son el doble de largos que, de anchos, de forma prismática, ápice no lobulado, carnosos y de sabor dulce.

Actualmente la clasificación de *Redgrove* y *Chittenden* no se utiliza, usándose la clasificación de Pochard (1966). Tabla 4.

Tabla 4. Clasificación de cultivares de fruto grande y dulce de pimiento (Pochard, 1966).

A	Sección longitudinal cuadrangular	Variedad tipo
A1	Superficie lisa, pedúnculo no hundido, muy caroso.	California Wonder
A2	Pedúnculo hundido, bastante caroso, lóbulos marcados.	Quadrato d'Asti
A3	Pedúnculo hundido, medianamente caroso, superficie asurcada.	Carré Doux
A4	Peso menor de 100 gr, carne fina	
B	Sección longitudinal rectangular	Variedad tipo
B1	Relación longitud/anchura (l/a) inferior a 2	Morro de vaca
B2	Relación l/a superior a 2	Dulce de España
B3	Troncocónico, peso aproximado 100 gr	Ruby King
B4	Peso inferior a 100gr	Doux Aurore, Jade
C	Sección longitudinal triangular	Variedad tipo
C1	Muy largo, puntiagudo	Cuerno de toro
C2	Muy largo, obtuso	Doux d'Alger
C3	Alargamiento medio, hombros largos	Nagerano, Infantes
C4	Fruto corto, frecuentemente erecto	Pico de Mendavia

Fuente: Nuez (1996)

Costa (1978) añadió tres tipos de variedades con diferentes características respecto al fruto a la clasificación de Pochard (1966).

- **F**: Fruto aplastado tipo tomate. Topep-Paprika
- **N**: Fruto subesférico. Ñora, Bolas de Murcia
- **P**: Fruto cordiforme. Morrón de conserva.

Pueden considerarse tres grupos de variedades:

- **Cultivares dulces:** Variedades de fruto grande, cultivadas en invernadero para su consumo en fresco y para la industria conservera.

- **Variedades tradicionales:** Cultivadas desde hace tiempo por sus buenas aptitudes y perfectamente arraigadas y aclimatadas a nuestras condiciones. Dulce de España, Grueso Cuadrado Dulce, Largo de Reus, Valenciano, etc.

- **Variedades en las últimas décadas de siglo XX:** pueden ser no híbridas o híbridas.

- o **No híbridas:** California Wonder, Dulce Italiano, Dulce de Argelia, Piquillo, Culinar, etc.

- o **Híbridas:** Tornado, Estima, Clovis, etc.

Dentro de las variedades de fruto dulce se pueden distinguir tres tipos de pimiento:

- **Tipo Lamuyo:** Frutos largos y sección cuadrada y rectangular de carne gruesa. Los cultivares en general son de vegetación frondosa y vigorosa. Son menos sensible al frío que los Tipo California. Por lo tanto, suelen cultivarse más tardíos. Pueden ser de color verde oscuro antes de su madurez fisiológica, rojo intenso al madurar y algunos amarillos.

- **Tipo California:** Frutos cortos y anchos de sección cuadrada con tres o cuatro cascos bien marcados de carne gruesa con hombros muy marcados y pronunciados. Los cultivares son más exigentes en temperatura por lo que la plantación se realiza más temprano. Presenta un color verde, rojo y amarillo.

- **Tipo Dulce Italiano:** Frutos alargados, estrechos, puntiagudos de sección triangular de carne fina. Tolerantes al frío. Su piel es de un color verde brillante que se toma rojo conforme madura. Se suelen plantar desde junio a octubre.

- **Cultivares picantes:** Generalmente tienen frutos largos y delgados, muy apreciados en México, Sudamérica y en algunas regiones españolas. Como son los ajíes, chiles, tabasco, guindillas, etc.

- **Cultivares para pimentón:** Corresponde a un pequeño grupo de variedades dulces principalmente cultivadas en España, recae en dos grandes zonas, Murcia y Cáceres.

- **Variedades cultivadas en las últimas décadas del siglo XX:** pueden ser no híbridas o híbridas.

- **No híbridas:** Son variedades tradicionales de autopolinización como California Wonder, Dulce Italiano, Dulce de Argelia, Piquillo, Culinar, etc.
- **Híbridas:** Lamuyo, Carisma, Toledo, Latino, Zarco, Argos, Tornado, Estima, Clovis, etc.

3.7.- MEJORA GENÉTICA

El pimiento tiene un gran valor genético debido a la gran variabilidad y diversidad que poseen las especies domesticadas, lo cual es bastante útil a la hora de su mejora. El objetivo de esta es conseguir variedades con una gran calidad y una buena producción tratando para ello de resolver los problemas que se van detectando en el cultivo. Por ello, las principales líneas de trabajo son obtener: Cultivos más precoces, mayores rendimientos, variedades de los tipos A, pimientos de sección cuadrada y B, pimientos de sección rectangular, de la clasificación de Pochard (1966), frutos de pulpa más gruesa, así como plantas más resistentes a las enfermedades más importantes que sufre, especialmente a hongos y a virus. Actualmente la ingeniería genética ha estudiado en las plantas la alteración de la secuencia cromosómica con la aportación o inhibiendo la expresión de ciertos genes, con ellos se ha conseguido mejorar la calidad de los frutos y su diversidad de sabores, formas, grosor de la carne y colores

La hibridación es una práctica bastante común en los programas de mejora genética, sin embargo, existen incompatibilidades unilaterales entre algunas especies (Pickersgill, 1997).

Para realizar una mejora genética de un producto precisa y correcta es importante realizar una correlación de los componentes bioquímicos de un producto con los atributos sensoriales a los que afectan, es decir, relacionar un

sabor concreto con los compuestos que se encargan de producir dicho sabor (Eggink, 2012).

Es importante saber que cuando se comparan datos de diferentes artículos, es imprescindible conocer la forma de obtención de los valores, ya que varía mucho el resultado final del contenido de compuestos del fruto dependiendo de este factor, además de cómo se realiza la medición de dicho compuesto (Bae, 2012).

Según Costa (1970) en referencia a pimientos para producir pimentón, los objetivos para su mejora son:

- Máxima intensidad de color en el fruto.
- Mínima velocidad específica de autooxidación.
- Aumento de los rendimientos.
- Maduración agrupada.
- Posibilidad de recolección mecánica.
- Resistencia a enfermedades criptogámicas y virales

En definitiva, la mejora genética es importante para obtener híbridos con características agronómicas deseables y buen comportamiento en campo, es decir, mayor productividad y adaptabilidad.

3.8.- CLIMA Y SUELO

3.8.1.- TEMPERATURA

El pimiento debido a su origen, es una especie de clima cálido, con unas exigencias mayores que el tomate, lo cual obliga a cultivarlo bajo protección en invierno, en gran parte de España. Por esta razón, el cultivo al aire libre se realiza en las regiones mediterráneas, plantándose en abril o mayo y terminando el cultivo en octubre o noviembre. Gracias a la protección del invernadero, y a la obtención de híbridos de menores exigencias en temperatura, es posible el cultivo en invierno y primavera. Se estima necesaria una temperatura media mensual comprendida entre 18 y 22°C, aunque la más favorable oscila entre los

20 y 25°C por el día y de 16 a 18°C por la noche, siendo importante que las diferencias entre el día y la noche no sean grandes, para evitar desarreglos vegetativos con endurecimientos de la planta y caída de flores.

Dependiendo de la fase vegetativa en la que se encuentre, las plantas de pimiento tienen distintas exigencias de temperatura:

Tabla 5: Temperaturas críticas para pimiento en las distintas fases de desarrollo.

FASES CULTIVO	DEL	TEMPERATURA (°C)		
		ÓPTIMA	MÍNIMA	MÁXIMA
Germinación		20-25	13	40
Crecimiento vegetativo		20-25 (día) 16-18 (noche)	15	32
Floración y fructificación	y	26-28 (día) 18-20 (noche)	18	35

(Citado: FFLUGSA, El cultivo del pimiento).

Las exigencias de temperatura varían según el tipo de variedad, siendo las picantes las menos exigentes.

Por debajo de 15°C la planta retrasa su crecimiento, que se paraliza al llegar a los 10°C. Con temperaturas superiores a 35°C, la fecundación es muy deficiente, sobre todo si el ambiente es seco. Sin embargo, la planta tolera temperaturas muy elevadas, superiores a los 40°C, a condición de que exista una elevada humedad ambiente (Maroto, 2002).

3.8.2.- HUMEDAD

El pimiento se adapta bien al ambiente confinado tanto de los túneles como de los invernaderos, donde frecuentemente hay una humedad relativa muy elevada, a condición de que no se produzcan cambios bruscos o desajustes entre la humedad y la temperatura. La humedad óptima se sitúa entre el 50% y 70%. Con una humedad relativa superior al 70% se producen situaciones favorables para el desarrollo de enfermedades criptogámicas (Nuez, 1996).

En condiciones de baja humedad ambiental y alta temperatura, situación bastante frecuente bajo invernadero pueden aparecer problemas de polinización

y cuajado de los frutos provocando la caída de flores y frutos y por lo tanto afectando de forma grave a la producción. Al igual que con la temperatura existe variabilidad, entre variedades, de forma que las utilizadas para pimentón tienen menores requerimientos,

En la cámara de germinación se debe mantener una humedad relativa del 85-90% (Condés, 2017).

3.8.3.- LUMINOSIDAD

El pimiento es una planta muy exigente en luz durante todo su ciclo vegetativo, especialmente en la floración. La falta de luz provoca un cierto ahilamiento de la planta, con alargamiento de los entrenudos y de los tallos, que al quedar más débiles no podrán soportar una cosecha abundante. (Nuez, 1996).

Por el contrario, durante la fase del desarrollo del fruto, la exposición a niveles altos de radiación, durante la etapa de madurez puede producir particiones de frutos, golpes de sol y coloración irregular. Fenómeno muy frecuente en pimiento y que se conoce con el nombre común de planchado de los frutos (Condés, 2017).

3.8.4.- FOTOPERIODICIDAD

La duración del fotoperiodo parece tener cierta influencia sobre la vegetación y sobre la fructificación del pimiento, pues es evidente que su cultivo presenta mayores problemas en la estación de días cortos (otoño), que en la de días largos (primavera). No obstante, los problemas que se han presentado en el cultivo del pimiento en otoño están influenciados por las condiciones de humedad y temperatura del suelo y del aire que, en esa época, van evolucionando inversamente, disminuyendo la temperatura y elevándose la humedad conforme se van acortando los días. La floración parece estar más condicionada por la temperatura y por la luz que por la duración del fotoperiodo. Aun así, también en otoño, en condiciones de temperatura y luz totalmente favorables, parece haber mayor propensión a la caída flores que en primavera. Por esta razón tiende a considerarse una planta de día neutro.

3.8.5.- SUELO

El pimiento prefiere suelos de textura franca, con una estructura adecuada, sin ser arcillosa ni excesivamente arenosa.

Las variedades de carne gruesa, destinadas al consumo en fresco, son generalmente más exigentes que las variedades de carne fina, sobre todo en cuanto a la textura del suelo, la salinidad y el contenido de materia orgánica de estos.

Los suelos arcillosos no son aptos para el pimiento, ya que provocan asfixia radicular y favorecen el desarrollo de ciertas enfermedades del suelo. La arcilla es un factor que reduce el tamaño medio de los frutos con la consiguiente influencia en los precios. Los suelos salinos tampoco son aptos para este cultivo por retrasar considerablemente el desarrollo y afectar desfavorablemente al tamaño de los frutos y a la calidad de la cosecha.

En general, los suelos, al ser cultivados con la intensidad que requiere el invernadero mejoran notablemente en pocos años, siendo normal el aumento de las producciones de pimiento conforme el terreno se va enriqueciendo en materia orgánica y aumentan los niveles de nutrientes durante los primeros años. En general requiere suelos ricos en materia orgánica, profundos, bien aireados y con buen drenaje.

En referencia al pH los suelos más apropiados para el pimiento rondan un pH óptimo 6,5-7 y en suelos enarenados pueden llegar a pH entre 7-7,5. Si los pH son mayores de 7,5 son altos (Rivera., 2005).

3.9.- CICLOS DE CULTIVO

Los ciclos de cultivo del pimiento más habituales en España son los siguientes (Maroto, 2002):

Ciclo extratemprano: El semillero se realiza a partir de septiembre, para trasplantar en invernadero a partir de finales de noviembre e iniciar la recolección, con variedades precoces, a partir de mediados de febrero.

Este ciclo es típico en la producción de pimientos forzados en invernaderos destinados principalmente a la exportación.

Ciclo temprano: Se siembra en semilleros protegidos a finales de noviembre. Se trasplantan a partir de febrero, protegiendo las plantas con túneles bajos de semiforzado. La recolección se inicia a partir de finales de mayo. Este ciclo es típico en el área litoral valenciana.

Ciclo normal-tardío: Se realizan las siembras en distintas épocas, con el fin de que el trasplante pueda ser efectuado al aire libre sin protecciones especiales y la recolección se escalone a lo largo del verano. Este ciclo es el que se efectúa para el pimiento destinado a la industria conservera y para el pimiento pimentonero.

A veces en invernadero se intenta obtener cosechas más tempranas o más tardías que las indicadas anteriormente, aunque la falta de luz, entre otras circunstancias, hace que puedan no resultar altamente productivas. A esto respecto, en Almería, Murcia, Alicante y Canarias, para recolecciones otoñales-invernales, se hacen plantaciones entre julio y agosto (Rico, 1983).

3.10.- SIEMBRA

La siembra del pimiento puede realizarse de diferentes formas, en función de la zona, época del año y destino de la producción. Por lo tanto, puede ser una siembra directa, al aire libre o una siembra en semilleros con posterior trasplante al terreno definitivo.

Antes de la siembra se procederá a desinfectar las semillas, la cual consiste en sumergirlas en una solución acuosa de tiram (TMTD) al 0,2% durante 24 horas a 30°C. De esta manera conseguimos desinfectar un amplio espectro de hongos y asegurar la protección posterior de la plantita contra los hongos en la nascencia.

La siembra de las semillas a voleo requiere una gran técnica para que se distribuya de manera uniforme. La cantidad de semilla empleada en la siembra a voleo es de unos 10 g por m², es decir, aproximadamente el doble número de semillas que plantas para obtener, suponiendo lotes de semillas con un 85% de

viabilidad germinativa y en los que 1000 semillas pesen entre 5 y 7 g (140 a 200 semillas/g).

La siembra en líneas o surcos es más aconsejable que a voleo, ya que, si bien requiere más cuidado y más tiempo de realización, después significa comodidad y más rendimiento en los trabajos posteriores. Se suele sembrar a 10 cm entre líneas y a 1 cm entre semillas y puede ser mecanizada mediante sembradoras de precisión.

Antes de sembrar es conveniente dar un riego para que el suelo mantenga una humedad alta y se pueda realizar la germinación en buenas condiciones. Después de la siembra, se recomienda cubrir la semilla con un material poroso y textura suelta. Esto favorece la aireación y la absorción uniforme del agua, y finalmente la nascencia.

Una vez nacidas las primeras plantitas, se darán riegos muy frecuentes y con dosis bajas (6 l/m²) cada dos días aproximadamente. A medida que las plantitas vayan desarrollándose se disminuirá la frecuencia y se aumentarán las dotaciones de riego.

En España, las fechas de siembra más frecuentes son de febrero a abril, con trasplantes en abril a junio, para empezar a cosechar en verano hasta que llegan las primeras heladas otoñales.

En zonas de clima subtropical y tropical, el cultivo del pimiento al aire libre puede realizarse en cualquier época del año.

Actualmente, existe la técnica “priming” con la que se ha logrado mejorar y uniformizar la nascencia del pimiento, utilizada en diversos ensayos o trabajos realizados. Además, se han estado utilizando macetas de turba (jiffys), cubitos de arena, turba y tierra, etc. donde se emplea la siembra de precisión, con lo que conjuntamente de trasplantar con cepellón, se consigue una mayor uniformidad en las plantaciones, evitando así, la “parada” que se suele producir al sembrar a raíz desnuda.

3.11.- PREPARACIÓN DEL TERRENO

Lo primero que tenemos que hacer antes de realizar la preparación del terreno, es asegurarse de que no se presentan problemas graves de suelo. El suelo debe ser profundo y que no compacte con facilidad. El pimiento es una especie con un sistema radicular muy sensible a la asfixia, por ello se debe realizar el subsolado y nivelación de la parcela.

El subsolado es una labor en la cual se realizan galerías en el suelo, a unos 50-70 cm de profundidad, para así romper las capas profundas endurecidas. Así facilitamos el drenaje y se evitan encharcamientos.

También, se tiene que nivelar el terreno para evitar posibles acumulaciones de agua que puedan producir inundaciones en el cultivo. Esto no solo evita que el suelo quede afectado, sino que puede dar pie a muchas enfermedades y accidentes que afectan al pimiento.

Con estas labores se suele incorporar el estiércol y el abonado de fondo.

Las necesidades de fertilizantes tienen que ser calculadas en función de varios factores:

- Las características químicas del suelo,
- La disponibilidad en que se encuentren los elementos nutrientes del suelo,
- El tipo de riego,
- La cosecha esperada.

Después de realizar la preparación del terreno, se efectúa el trasplante, seguido de la fertilización. Cuando el cultivo ya se encuentra trasplantado, comienzan las labores de cultivo.

3.12.- TRASPLANTE

En referencia a la forma de plantación se tiene:

- Aire libre: El trasplante se suele hacer en surcos simples separados de

0,75-0,90 m. También se hace en líneas pareadas, con distancia entre sí 0,60 m, dejando un pasillo de unos 0,9-1 m entre cada par de líneas. La distancia entre planta de 0,40-0,50 m.

- Invernadero: Suele ser en líneas pareadas, con separación entre ellas de 0,60 m y entre plantas de 0,50 m. Dejando pasillos de 1,20-1,40 m.

La densidad es de 2-2,5 plantas/m².

3.13.- FERTILIZACIÓN Y FERTIRRIGACIÓN

Existen diferentes recomendaciones para el abonado de las plantas, en función de la variedad, del tipo de cultivo, estado de desarrollo de la planta, época del año, etc.

Según Maroto (1995), una fertilización de tipo medio, en cultivo tradicional al aire libre, por ha:

En abonado de fondo: - 30/40 t/ha de estiércol. - 100 UF de N. - 90-150 UF de P₂O₅. - 200-300 UF de K₂O.

En abonado de cobertera: - 150-200 UF de N. Distribuido en 4 o 5 aplicaciones. La primera tras plantar, la segunda una vez aparezcan los primeros frutos y el resto de forma periódica. - Además se puede añadir 100-200 SO₄K₂.

Rincón et al. (1993) en pimiento híbrido de fruto grueso bajo invernadero en la provincia de Murcia, para un rendimiento de 10 kg/m², cuantificaron las extracciones por ha en 293 Kg de N, 76 kg de P₂O₅, 460 kg de K₂O, 121 kg de Ca y 63 kg de Mg, efectuándose las máximas absorciones del cultivo desde la primera recolección al final del ciclo (70% de N, 79% kg de P₂O₅, 62% kg de K₂O, 54% kg de Ca y 65% kg de Mg).

Según Rincón (1993), el equipo básico de fertirrigación se compone de las soluciones nutritivas, como fuente de nutrientes, los tanques de disolución, el equipo de inyección y los diferentes automatismos. Las sales fertilizantes utilizadas han de ser altamente solubles y con bajos contenidos de impurezas.

Las soluciones nutritivas de riego deben ser conseguidas a partir de soluciones madre concentradas, que serán diluidas en el momento de su utilización, siendo renovadas frecuentemente, con un intervalo medio entre 5 y 7 días.

En cultivos intensivos, aprovechando la alta eficacia de la técnica de la fertirrigación, es necesario conocer las necesidades de agua de riego del cultivo y las extracciones de nutrientes, que la cosecha de pimientos realiza a lo largo de su ciclo. La aportación de nutrientes deberá estar fundamentada en los parámetros biológicos de la planta y en las características del medio de cultivo.

3.14.- LABORES DE CULTIVO

Son varias las labores que se realizan durante el cultivo del pimiento.

3.14.1.- ACLAREO

Normalmente es recomendable eliminar el fruto que se forma en la primera "cruz" con el fin, de obtener frutos de mayor calibre, uniformidad y precocidad, así como mayores rendimientos. En plantas con escaso vigor o endurecidas por el frío, una elevada salinidad o condiciones ambientales desfavorables en general, se producen frutos muy pequeños y de mala calidad que deben ser eliminados mediante aclareo (Maroto, 2002).

3.14.2.- REPOSICIÓN DE MARRAS

Si se comprueba que a los 7-10 días después del trasplante las plantas no han prendido o están muertas debido a otros factores, se sustituyen por otras nuevas. Por lo tanto, hay que contar siempre un 5-7% más de plantas según la superficie cultivada (Nuez, 1996).

3.14.3.- APORCADO

Las labores de aporcado consisten en pasadas sucesivas manuales o mecánicas, en las que se aporta tierra al cuello de la planta, a medida que ésta va creciendo. De esta forma, la planta queda centrada en la cumbre del caballón.

El aporcado, mejora la sujeción de la planta al terreno, facilitando la emisión de raíces adventicias y evitando que los tallos estén en contacto con el agua de

riego, lo que disminuye las probabilidades de sufrir ataques de *Phytophthora capsici* o cualquier otra enfermedad en el cuello de la planta. Esta labor varía según el tipo de trasplante y riego que se utilice.

En un cultivo al aire libre tradicional, en que se utilice riego por aspersión, se suele plantar en llano, y bastaría con dos labores sucesivas de aporcado para que se forme el caballón a medida que la planta crezca.

El otro caso, riego por inundación, se realiza antes del trasplante un alomado y corte del terreno, para poder manejar el riego. La plantación quedaría a media altura del caballón.

Normalmente el aporcado se efectúa a las 3-4 semanas del trasplante, tras el segundo riego. La operación se debe realizar por la mañana, temprano o al atardecer (Reche, 2010).

3.14.4.- ESCARDAS

Tienen por finalidad la eliminación de las malas hierbas y puede hacerse de forma manual o con herbicidas, dentro y fuera del invernadero. Esta labor es fundamental para evitar que estas sean reservorio de plagas como los insectos vectores de virosis, además de evitar la competencia por el agua y los nutrientes que estas ejercen con la planta cultivada. En terrenos desnudos, sin acolchado, las malas hierbas proliferan fácilmente por lo que la supresión de esta vegetación hay que hacerla bien manualmente o con la utilización de herbicidas adecuados (Reche, 2010).

3.14.5.- ENTUTORADO

Esta práctica se utiliza con la finalidad de mantener las plantas erguidas debido al elevado porte que pueden alcanzar las plantas de pimiento sobre todo en invernadero y a las elevadas producciones que soportan junto a la fragilidad de sus tallos. Esto hace que sea necesario el entutorado para evitar pérdidas por rotura de plantas y el roce de los frutos más bajos con el suelo.

Las ventajas son varias, y van desde una mayor solidez y uniformidad en la producción a un ahorro considerable de mano de obra, pasando por una mejor sanidad y calidad de los frutos obtenidos.

También se consigue una mejor ventilación y un manejo más cómodo en la aplicación de tratamientos o en la recolección.

3.14.6.- DESHOJADO

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de infección (Maroto, 2002). Es frecuente la eliminación de las hojas situadas en la parte baja de la planta para facilitar la ventilación e iluminación de la misma, en invernadero.

3.14.7.- PODA

La poda en el pimiento no es tan severa e importante como en otros cultivos como el tomate:

Dentro de las operaciones de poda se puede realizar:

- Limpieza de tallos del tronco.
- Aclareo de la planta para favorecer la ventilación y la lucha contra la Botrytis.
- Despunte para provocar la formación y adelantar la maduración de los frutos.
- Poda final del cultivo para obtener una segunda cosecha.

La poda, también ayuda al aumento de la ventilación en las partes bajas de la planta, evitando así el exceso de humedad que puede favorecer la incidencia de enfermedades (Condés, 2017).

3.14.8.- RIEGO

La racionalización del riego del pimiento en invernadero implica el conocimiento de las exigencias específicas del cultivo y el tipo de agua con el que se riega.

Se estima una dosis media para invernadero de 2 o 3 mm/día dependiendo de los parámetros anteriormente dichos. Según Serrano (1982), la dosis debe oscilar entre 2-2,5-3,5 l/m² y día.

Respecto al sistema de riego se pueden usar varias formas de aplicación, por ejemplo, por aspersión, por surcos, por manta etc. Pero el sistema más empleado es por goteo que consiste en aplicar poco caudal y muy frecuente con ello se consigue mojar la zona radicular sin que se acumule agua en el suelo, reduciendo la evapotranspiración y manteniendo de forma continua las necesidades hídricas de la planta.

3.14.9.- INJERTO

Durante los últimos años se ha implementado la obtención y utilización de nuevos materiales vegetales resistentes como alternativa al control químico. El injerto es una técnica que permite inducir la resistencia o tolerancia de las plantas a determinados patógenos del suelo incrementando el crecimiento y rendimiento de las plantas injertadas.

El tipo de injerto que se recomienda en el cultivo del pimiento es el siguiente (Anónimo, 1973):

1. Siembra del portainjerto y la variedad se realizan al mismo tiempo.
2. Repicado: El portainjerto se repica en macetas de 8x8 cm.
3. El injerto que se efectúa es de tipo hendidura. El portainjerto se corta por debajo de la quinta o sexta hoja. Luego se introduce en la hendidura del portainjerto y se ata a la estaquilla con una banda de papel de aluminio.
4. Nada más realizar el injerto, las plantas deben disponer de una cama de turba ligeramente húmeda, y protegida por un túnel bajo de plástico. Tras quince días del injerto se retira el túnel de plástico y se cuidan las plantas normalmente.

El uso de portainjertos posee otras propiedades interés agronómico como son el aumento de la producción de la variedad y la mejora de la calidad de los frutos, la tolerancia a estreses abióticos, la precocidad, etc. (Fernández, 2006).

3.15.- RECOLECCIÓN Y POSTCOSECHA

3.15.1.- RECOLECCIÓN

La recolección del pimiento se realiza manualmente y suele comenzar a los 70-90 días después del trasplante dependiendo de la época del año, la variedad y las condiciones del cultivo. Debiéndose realizar varias recolecciones entre 7-12 días de diferencia de una recolección a la siguiente. El momento adecuado para recolectar los pimientos es cuando alcancen su madurez fisiológica tanto en verde, en rojo (20-30% de su color), amarillo o morado (Vallejo Cabrera, 2004).

En el caso de pimientos destinados a conserva pueden recolectarse en los estadios verde-maduro o rojo maduro y los destinados a pimentón se hace cuando el pimiento está totalmente rojo.

Según Maroto (2002) cuando el pimiento está maduro, la carne de la baya está tersa y consistente y posee un color verde provisto de una tonalidad metálica. En general, los pimientos dulces que maduran en amarillo se deben recolectar un poco antes que los que maduran en rojo, porque sus frutos se reblandecen más.

Respecto al número de frutos por planta depende según la variedad, donde se cultiva aire libre o invernadero, el ciclo de cultivo, etc. Según Maroto (2002) en variedades de frutos grandes y gruesos en cultivo de aire libre, una planta puede producir 6-7 frutos y en variedades de frutos largos y poco pesados, hasta 40-50 frutos.

3.15.2.- POSTCOSECHA

En esta fase, se adecua el fruto para su posterior venta. Consta de varias operaciones, hasta su llegada al mercado de destino. Lo normal es que el productor este asociado a una cooperativa, donde llevará el producto para su acondicionamiento.

3.15.2.1.- LAVADO

El lavado tiene por finalidad eliminar la tierra y residuos de productos fitosanitarios existentes en el fruto. El agua empleada en la limpieza debe estar clorada con una concentración de 80-100 ppm de cloro libre que ayuda a eliminar cualquier microorganismo de los frutos.

3.15.2.2.- PREENFRIAMIENTO

A veces previo a cualquier otra operación, tiene lugar este preenfriamiento, que consiste en reducir la temperatura después de la recolección, para disminuir la respiración de los frutos y ralentizar los procesos de senescencia que ya están teniendo lugar en los mismos. Es aconsejable que la prerrefrigeración esté a 8-10°C, así se mantiene la frescura de los frutos antes de llegar a la cámara de almacenamiento y el fruto no sufre al colocarse en esta.

3.15.2.3.- SECADO Y ENCERADO

Los frutos antes de ser almacenados deben estar secos, por medio de ventilación natural o por ventiladores para retirar la humedad excesiva que provoca la presencia de hongos y bacterias.

En cuanto al encerado, algunas veces se utiliza esta técnica que consiste en aplicar ceras con el consiguiente objetivo de reducir la deshidratación y el ataque de microorganismos.

3.15.2.4.- CLASIFICACIÓN Y CALIBRADO

Dentro de la clasificación del pimiento de carne gruesa son los criterios morfológicos los más habituales, tales como el tamaño, color y aspecto físico.

Los pimientos se clasifican en dos categorías:

- La categoría I: En ella se encuentran los frutos firmes con coloración y formas normales de la variedad También deben estar libres de manchas y de productos químicos.

- La categoría II: Entran los frutos que no son escogidos en la categoría I, pero cumplen requisitos mínimos (limpios, exentos de plagas, aspecto fresco...). En

esta categoría pueden hallarse frutos con ligeras heridas cicatrizadas, pequeñas grietas que no sumen más de 3 cm.

El calibre del pimiento se establece por la anchura que corresponde al diámetro máximo perpendicular al eje. En los tipos tomate el diámetro máximo viene determinado por la sección ecuatorial.

3.15.2.5.- CONSERVACIÓN

La conservación óptima se obtiene a una temperatura entre 7 y 10°C y una humedad de 90- 95%. Con esta temperatura puede durar de 2 a 3 semanas, teniendo en cuenta el estado de madurez y la variedad. Si se dispone a vender a los 5 o 6 días de la recolección y manipulación, la conserva se puede hacer a los 6-8°C y durante el transporte entre 4 y 8°C.

3.15.2.6.- ENVASADO

El producto debe tener una protección suficiente para que no sufra daños, sobre todo cuando va destinado a mercados externos. Los materiales empleados deben ser nuevos, limpios y de una calidad que no causen alteraciones internas o extremos a los frutos contenidos.

En la actualidad se está utilizando cajas de cartón de 6 kg o plástico reutilizables. También se utilizan mallas o pequeñas bandejas de poliestireno en las que se colocan dos o tres piezas, frecuentemente de diferentes colores.

3.15.2.7.- TRANSPORTE

Para el transporte terrestre se utilizan camiones que llevan el producto al mercado de destino o al puerto o aeropuerto desde el que se conduce la mercancía hasta el país destinatario. Si el transporte dura menos de 15 horas se emplea camiones con ventilación. Pero a partir de abril suben las temperaturas y se utilizan camiones frigoríficos.

3.15.2.8.- OTROS FACTORES A ANALIZAR EN LA POSTCOSECHA

Durante la postcosecha también se puede realizar estudios sobre la maduración del fruto, tales como grado de acidez y medición de la consistencia de la pulpa.

También se puede realizar un estudio del color de cada uno de los pimientos mediante un colorímetro. Este utensilio expresa su medida mediante las coordenadas L^* , a^* , b^* , C^* y h^* , donde:

- L^* es luminosidad de color, valor que desarrolla un plano de 0 a 100 vertical, siendo 100 el color más claro.
- a^* es un eje horizontal donde se representan rojos en positivo y verdes en negativos.
- b^* es otro eje horizontal donde se desarrollan amarillos en positivo y azul los negativos.
- C^* indica el croma/saturación, es decir, indica que a medida que se aleja del eje el color será más intenso (saturado).
- h^* es el tono/matiz, son los grados desde donde se ubica el eje a^* .

3.16.- FISIOPATÍAS, CARENCIAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES

3.16.1.- FISIOPATÍAS

Son alteraciones producidas por factores nutricionales o culturales, sin tener que ver con algún tipo de patógeno. Las más importantes son:

3.16.1.1.- RAJADO DEL FRUTO

Es causado por aportes irregulares de agua al cultivo. Se produce en frutos maduros, generalmente en cultivos al aire libre, cuando se producen humedades excesivas, generalmente causadas por lluvias.

El exceso de agua en el fruto causa un hinchamiento del mesocarpio que, presionando sobre la epidermis, y debido su poca elasticidad, termina partiéndola y formando grietas.

3.16.1.2.- ASFIXIA RADICAL

Los síntomas de esta fisiopatía consisten en un amarilleamiento de las hojas, seguido de marchitez e incluso la muerte de la planta, debido a un exceso de humedad en el suelo.

3.16.1.3.- PODREDUMBRE APICAL O NECROSIS

Causada por la deficiencia en calcio durante el desarrollo del fruto en suelos con bajos niveles de calcio. También se han observado en suelos ricos en calcio, y con altos niveles de fertilización nitrogenada amoniacal y altos niveles de potasio o magnesio.

3.16.1.4.- STIP

Se manifiesta a través de manchas cromáticas en el pericarpo. y se debe a un desequilibrio metabólico en los niveles de calcio y magnesio. Se incrementa en condiciones de escasa luminosidad y baja temperatura.

3.16.2.- DEFICIENCIAS NUTRICIONALES

Los trastornos nutricionales más frecuentes del pimiento son los siguientes.

3.16.2.1.- NITRÓGENO

Las plantas afectadas por una deficiencia en nitrógeno son más pequeñas de lo normal y en general tienen un color verde claro, especialmente en las hojas más bajas. Los frutos son pequeños y con paredes delgadas. El exceso de fertilizante de nitrógeno puede causar quemaduras en las hojas y los frutos, especialmente si es aplicado como una formulación de amonio.

3.16.2.2.- POTASIO

Los síntomas de la deficiencia de K empiezan en las hojas más viejas y avanzan hacia las más jóvenes. El follaje desarrolla un color pardo y/o se aprecian los bordes de las hojas quemados y pueden desarrollar clorosis. Las plantas son más pequeñas de lo normal y producen menos frutos.

3.16.2.3.- CALCIO

Produce clorosis intravenosa y necrosis al borde de las hojas ocurren en los puntos de crecimiento en las plantas deficientes en calcio. Después, los puntos de crecimiento mueren. Las hojas pueden estar deformes. El fruto puede desarrollar podredumbre apical. El exceso de calcio puede causar puntos blancos por debajo del fruto del pimiento.

3.16.2.4.- MAGNESIO

Las plantas con deficiencia de magnesio desarrollan clorosis intravenosa en las hojas más viejas y luego avanza a hojas más jóvenes. El tejido intravenoso puede tornarse necrótico.

3.16.2.5.- HIERRO

Las hojas jóvenes de las plantas deficientes en Fe desarrollan clorosis intravenosa, seguida de una decoloración amarilla general. La nervadura central de la hoja generalmente se mantiene verde.

3.16.3.- PLAGAS

3.16.3.1.- ÁCAROS

Los ácaros que producen daños en el cultivo del pimiento pertenecen a las familias *Tetranychidae* y *Tarsonemidae*.

3.16.3.1.1 ARAÑA ROJA. *Tetranychus urticae* (Koch).

Los primeros daños se manifiestan en el envés de las hojas, apareciendo en el haz zonas enrojecidas o amarillentas en las hojas adultas o abombadas en hojas en crecimiento.

3.16.3.2.- HOMÓPTEROS

3.16.3.2.1 PULGONES

Las principales especies que atacan al pimiento son: *Myzus persicae* (Suizer), *Aphis gossypii* (Glover) y *Aphis cracciovora*.

Los pulgones pueden causar daños directos al alimentarse de los tejidos vegetales provocándoles reducciones en el crecimiento, abarquillamiento de las hojas y pérdidas de la calidad de los frutos por la melaza que segregan. De forma indirecta son vectores de la transmisión de virosis.

3.16.3.2.2 MOSCA BLANCA

En los cultivos de pimiento se pueden encontrar dos especies: mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) y mosca del tabaco, *Bemisia tabaci* (Gennadius).

Los daños son ocasionados a toda la planta. Los adultos realizan la puesta en el envés de las hojas jóvenes donde se forman las larvas, ahí comienza todo el ciclo de esta plaga, provocando debilitamiento de las plantas, clorosis y muerte de las hojas por desecamiento.

3.16.3.3.- TISANÓPTEROS

3.16.3.3.1 TRIPS

El que causa mayores daños es el denominado *Frankliniella occidentalis* (Pergande). Los adultos realizan el mayor nivel de puestas en las flores, también en las hojas y frutos. Al picar los tejidos de la planta la zona afectada alcanza un color plateado que posteriormente se necrosa.

3.16.3.4.- LEPIDÓPTEROS

Las principales especies que atacan a los pimientos son: *Spodoptera exigua* (Hübner), rosquilla verde, *Spodoptera littoralis* (Boisduval), rosquilla, etc.

3.16.3.5.- NEMÁTODOS

3.16.3.5.1 DEL GÉNERO *Meloydogine*

Perforan las células vegetales de las raíces para obtener los jugos celulares además de inocularles sustancias tóxicas que les causan hipertrofia y deformaciones a las raíces. Los ataques inducen a las plantas a ser infectadas por hongos y bacterias por las heridas.

3.16.4.- ENFERMEDADES FÚNGICAS

3.16.4.1.- OÍDIO O CENIZO

Producido por el hongo *Leveillula taurica* Arnaud.

Los síntomas causados por oídio se observan en el haz con decoloraciones circulares amarillentas derivándole a una rápida necrosis. La enfermedad comienza por las hojas viejas hasta las jóvenes, si el ataque es muy grave terminan defoliándose las hojas.

3.16.4.2.- BOTRITIS O PODREDUMBRE GRIS

La botritis o podredumbre gris (*Botrytis cinerea* pers.) se refleja en hojas y flores causando lesiones pardas húmedas. En los frutos se llega a observar un micelio gris del hongo. Tiene lugar una podredumbre blanda más o menos acuosa.

3.16.4.3.- ANTRACNOSIS

Las sintomatologías de *Colletotrichum spp. Penz* suelen aparecer en los frutos maduros en forma de manchas circulares que penetran en el interior del fruto y definitivamente toman a necrosis blandas.

3.16.4.4.- PODREDUMBRE BLANCA

Producidas por Ascomicetos (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) de Bary). El hongo, que se desarrolla a nivel del suelo, puede afectar a cualquier parte de la planta en contacto con el mismo (Agrios, 1988).

3.16.5.- ENFERMEDADES BACTERIANAS

3.16.5.1.- MANCHA BACTERIANA

Es causada por la bacteria *Xanthomonas campestris pv. vesicatoria*. Esta bacteria puede infectar la planta en cualquier etapa de su desarrollo. Los síntomas iniciales en las hojas son manchas de forma irregular, de apariencia acuosa y de color verde oscuro, las cuales eventualmente se tornan color café con márgenes púrpura. A medida que la enfermedad progresa las hojas se tornan

amarillas y ocurre defoliación. En los tallos, peciolo y frutas las lesiones son oblongas y se manifiestan en forma de pústulas de color café, ásperas al tacto. La infección ocurre por aperturas naturales o heridas. Esta enfermedad ocurre mayormente durante periodos cálidos y de lluvia.

3.16.5.2.- MARCHITEZ BACTERIANA

La marchitez bacteriana en pimiento es causada por la bacteria *Ralstonia solanacearum* sin. *Pseudomonas solanacearum*. Los pimientos se consideran menos susceptibles a esta enfermedad que otros cultivos como tomate, berenjena, papa, tabaco y plátano.

El síntoma inicial de esta enfermedad en plantas adultas es una marchitez leve en las hojas más bajas de la planta, mientras que en las plantas jóvenes la marchitez se observa en las hojas de la parte más alta de la planta. Después de varios días, las plantas afectadas pueden presentar un marchitamiento súbito, total y permanente, y no necesariamente en todos los casos muestran amarillamiento de las hojas antes de su muerte.

3.16.6.- ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

3.16.6.1.- VIRUS DEL MOSAICO DEL PEPINO (CMV)

Este virus causa mosaicos severos en el follaje de la planta de pimiento. En ocasiones las hojas adultas presentan áreas muertas en forma de anillos, algunas veces las plantas adyacentes a éstas manifiestan mosaicos que van desde leves hasta moderados. Este virus puede ocasionar la deformación de la fruta.

3.16.6.2.- VIRUS DEL MOSAICO DEL TABACO (TMV)

El follaje de las plantas infectadas por este virus muestra mosaicos pronunciados acompañados de arrugamiento y reducción en el tamaño de la hoja. En las hojas jóvenes se observa un amarillamiento pronunciado de las venas; las hojas adultas se caen prematuramente. Se reduce la producción, ya que pocas frutas llegan a formarse y las que se forman se quedan pequeñas o se deforman.

3.16.6.3.- VIRUS DEL GRABADO DEL PIMIENTO (TEV)

El follaje infectado por este virus presenta un leve moteado clorótico y distorsión foliar. En las hojas y las frutas se pueden producir grandes anillos concéntricos y diferentes patrones de líneas. Frecuentemente las frutas se deforman. Este virus, también ocasiona necrosis en las raíces causando marchitez, las plantas con este síntoma se pueden recuperar, pero usualmente se quedan enanas y frondosas.

4.- PARTE EXPERIMENTAL

4.1.- MATERIAL Y MÉTODOS

4.1.1.- LOCALIZACIÓN DEL ENSAYO

El estudio se realizó en los invernaderos de cristal, destinados para el cultivo de Hortalizas en Hidroponía e Intensivos en la EPSI (Sección de Ingeniería Agraria) de la Universidad de La Laguna. Se encuentra en la provincia de Santa Cruz de Tenerife, municipio de La Laguna, en el número 2 de la carretera general de Geneto. Con unas coordenadas de latitud 28°28'42,36" y longitud 16°19'5,72" 16 a una altitud de 550 m.s.n.m.



Imagen 2. Invernadero desde el visor Grafcan (21/01/2022).

4.1.2.- TIPO DE INVERNADERO

El cultivo se llevó a cabo en un invernadero holandés multicapilla, con cubierta de vidrio y ventanas cenitales de unos 500 m² de superficie de los cuales se usaron 180 m² para esta experiencia. En concreto se realizó en el invernadero conocido como “Cultivos Intensivos”.



Imagen 3: Invernadero de cristal de la EPSI.

4.1.3.- MATERIAL VEGETAL

Las semillas del ensayo son de tres variedades diferentes de tipo California Wonder:

- La primera, de color amarillo, la variedad *Amarelo d'asti*.
- La segunda, de color rojo, *Yolo wonder*.
- Y la tercera y última variedad, de color amarillo, *Quadrato d'asti giallo*.

Cada sobre de semillas contenía unas 300 semillas aproximadamente.

4.1.4.- AGUA Y SUELO

Antes de proceder a la preparación del terreno donde se realizó el ensayo, se tomaron muestras de suelo y agua para su posterior análisis. Estas muestras fueron analizadas por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), y se observan los resultados en las tablas 6 y 7.

En el análisis de suelo del ensayo (tabla 6) se superaron los valores recomendados (60-80 %), siendo un inconveniente, debido a que pueden formarse precipitados insolubles para las plantas (fosfato tricálcico). Respecto al pH, 7,2 es un pH ligeramente alcalino para el cultivo del pimiento. El valor óptimo fluctúa entre 6-6,5 (ligeramente ácido). Un pH inadecuado puede ocasionar fitotoxicidad generando amarillamiento en las hojas.

Parámetro	Unidad	Valor	%CIC	Interpretación
Materia orgánica	%	4		Correcto (> 2.0)
Fósforo	ppm	118,7		Muy alto (60-80)
Sodio	meq/100g	4,6	15,70	Alto (< 5%)
Potasio	meq/100g	3,2	10,80	Correcto (2-12%)
Calcio	meq/100g	13,2	45,10	Bajo (50-60%)
Magnesio	meq/100g	8,4	28,50	Alto (10-20%)
Suma cationes	meq/100g	29,3		
C. int. catiónico	meq/100g	29,3		Correcto (>10)
pH		7,2		Correcto (5-7)
C. eléctrica	dS/cm	9,7		Muy alta (< 2.0)

Tabla 6. Análisis de suelo realizado por el CSIC.

En el análisis de agua (Tabla 7), observamos un valor de pH 8,4 bastante básico debido a la alta presencia de carbonatos y bicarbonatos. Se debe eliminar el exceso de bicarbonato empleando ácido nítrico o fosfórico para eliminar su exceso hasta alcanzar un pH óptimo para el cultivo. Los iones de carbonato y bicarbonato se combinan con Ca y Mg precipitando en forma de carbonato cálcico (CaCO_3) o carbonato magnésico (MgCO_3) cuando la solución del suelo se concentra bajo condiciones secas, obstruyendo las tuberías y afectando la uniformidad del riego.

Parámetro	Unidad	Valor	Interpretación
pH		8,4	Alto (6,5-8)
C. eléctrica	dS/m	0,912	Correcta (0-2)
Nitrato	ppm	4	Correcto (0-10)
Carbonato	meq/l	0,67	Alto (0-0,1)
Bicarbonato	meq/l	5,5	Alto (1,5-4,5)
Sulfato	meq/l	1,5	Correcto (0-20)

Cloruro	meq/l	1,5	Correcto (0-30)
Calcio	meq/l	0,79	Correcto (0-20)
Magnesio	meq/l	3,9	Correcto (0-5)
Sodio	meq/l	4,1	Correcto (0-40)
Potasio	meq/l	0,54	Correcto (0-2)
pH equilibrio		6,84	

Tabla 7. Análisis de agua realizado por el CSIC.

4.1.5.- CONDICIONES AMBIENTALES

La temperatura óptima en la cámara de germinación se debe mantener a 25°C y a una humedad entorno al 85-90%. A temperaturas inferiores a 10°C y superiores a 40°C no germinan las plántulas. Durante la fase de semilleros se cumplieron estas condiciones.

La fase de cultivo en el invernadero de cristal se desarrolló con temperaturas medias diarias de 22-33°C que se consideran un poco elevadas, pero se encuentran dentro del margen óptimo del cultivo (15-35°C). Durante los meses de verano de 2021 (junio, julio y agosto) hubo temperaturas críticas en la fase de fructificación, superando los 40°C en repetidas ocasiones provocando daños por golpe de sol, manchas por desecación en fruto, como consecuencia de la exposición directa a una fuerte insolación.

4.1.6.- SIEMBRA Y TRASPLANTE

4.1.6.1.- SIEMBRA

El día de siembra en los semilleros fue el 28/04/2021, en el invernadero de cristal tipo capilla, en el sector de hidroponía.

Se utilizaron semillas de tres variedades (*Amarelo d'asti*, *Yolo wonder* y *Quadrato d'asti giallo*) para el ensayo y la variedad "*Amarelo d'asti*" para las plantas "borde".

Se realizaron los semilleros de forma manual, en bandejas de poliestireno, de 250 alveolos. Se utilizaron dos bandejas de 250 alveolos para el estudio,

introduciendo una semilla por alveolo. En total se plantaron 104 semillas por variedad.

Se utilizó el sustrato turba-perlita en relación 1:1 para los semilleros. Al acabar de realizar la siembra se regaron los semilleros. El riego permaneció constante realizándose a primeras horas de la mañana cada día hasta el día del trasplante.

El día 18/05/2021 comenzaron a germinar las primeras plántulas.

Germinación días	Día 21	Día 27	Día 34	Día 40
Variedad				
A: <i>Amarelo d'asti</i>	37	41	87	91
B: <i>Yolo Wonder</i>	26	31	42	43
C: <i>Quadrato d'asti giallo</i>	3	11	11	31

Tabla 8. Días de germinación de las plántulas de pimiento.



Imagen 4. Semilleros de poliestireno bajo invernadero de la EPSI.



Imagen 5. Germinación de semillas de pimiento en semilleros de poliestireno.

4.1.6.2.- DISEÑO EXPERIMENTAL

Se ha realizado un experimento de bloques al azar con tres variedades, dos bloques y dos repeticiones, con un marco de plantación de 0,5 x 1 m². Cada bloque disponía 36 plántulas, 12 plántulas para cada cultivar. En cada línea se colocó un cultivar con 12 plantas y se pusieron dos líneas de plantas “borde”. El diseño experimental se muestra a continuación en el esquema 4.1.

	Bloque 1				Bloque 2		
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X

<i>Quadrato d'asti giallo</i>
<i>Yolo wonder</i>
<i>Amarelo d'asti</i>
Plantas Borde

Esquema 4.1. Diseño experimental del ensayo en el invernadero de cristal de la EPSI.

En total se plantaron 72 plántulas entre las diferentes variedades:

- 24 plantas de “*Amarelo d’asti*” (Variedad A).
- 24 plantas de “*Yolo wonder*” (Variedad B).
- 24 plantas de “*Quadrato d’asti giallo*” (Variedad C).
- 24 plantas “borde” de la variedad *Amarelo d’asti*.

4.1.6.3.- TRASPLANTE

El día del trasplante fue el 13/07/2021, siguiendo el diseño experimental y respetando las plantas bordes. Luego se aplicó un riego abundante durante unos 15 minutos.



Imagen 6. Planta de pimiento en crecimiento.

4.2.- RIEGO Y FERTILIZACIÓN

Se empleó un sistema de riego por goteo, suministrando cada gotero un caudal de 3 l/h. La fertilización se realizó a través de un sistema Venturi que se acopló

al sistema de riego. El riego y la fertilización se modificaron a medida de las demandas del cultivo.

Se diferenciaron dos fases.

- Fase vegetativa. La fase vegetativa duró dos meses aproximadamente. Se efectuaron riegos diarios en función del desarrollo vegetativo de las plantas. Se modificó el tiempo de riego cada dos semanas aproximadamente hasta terminar la fase vegetativa. - 5 min (0,25 mm/día). - 15 min (0,75 mm/día) - 25 min (1,25 mm/día) - 30 min (1,5 mm/día).
- Floración y fructificación. Se aumentó la dosis de riego hasta 40 min (2 mm/día) desde la floración hasta finalizar la plantación. Los días muy calurosos se regaron hasta 1 h los cultivos (3 mm/día).

Se utilizaron H_3PO_4 y HNO_3 para neutralizar los bicarbonatos. No se utilizó ácido sulfúrico a costa de mantener los niveles de nitratos, potasio y calcio correctos en la solución.

El agua de riego aportada tenía una CE de 0,912 dS/cm, por lo tanto, el aporte de fertilizante debe de ser menor a 1,09 dS/Cm. Se añade 1378,22 mg/L de dosis de fertilizante total al agua de riego. La cantidad de sólidos totales disueltos, dividida entre un factor nos da la CE final de la solución nutritiva, en mS/cm. Este factor es variable, yendo de 0.7 en aguas poco salinas a 0.9 cuando la CE es alta. Normalmente se usa el factor 0.85. (Santos Coello y Ríos Mesa, 2017).

4.3.- LABORES CULTURALES

4.3.1.- REPOSICIÓN DE MARRAS

Se realizó el día 02/08/2021 con las plantas sobrantes de los semilleros. Se regaron las plantas justo después de la reposición para favorecer su arraigo en el suelo.



Imagen 7. Reposición de marras del cultivo del pimiento bajo el invernadero de la EPSI.

4.3.2.- TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS

A todas las variedades se le aplicaron los siguientes productos fitosanitarios:

- Calcio, magnesio y jabón potásico (10 cc/l)
- Azufre: 3kg/h
- Pirimicarb 50%: El día 20/11/2021 se aplicó este producto con unas dosis de 1 g/l, porque hubo un ataque de pulgones.

Para el control de plagas y enfermedades se utilizaron principalmente azufre y jabón potásico para combatir hongos y ácaros. El azufre y el jabón potásico no fueron suficientes para controlar los pulgones. Se consiguió controlar después de aplicar la dosis de 1g/l de Pirimicarb 50%.

4.3.3.- APORCADO

El día 11/08/2021 se realizó esta labor, cuando la altura de las plantas estaba en torno a 20 cm, aumentando así la sujeción de la planta. Esta labor se realizó 4 semanas después del trasplante.



Imagen 8. Planta de pimiento en invernadero de la EPSI.

4.3.4.- ESCARDAS

Se eliminaron las malas hierbas a través de una labor superficial con escardador o de forma manual.

4.3.5.- ENTUTORADO

Se realizó un entutorado horizontal con hasta tres niveles por líneas a medida que los pimientos iban creciendo. Luego fueron unidas verticalmente en tres puntos conformando un emparrillado de tal forma que sostengan a las plantas del peso de sus hojas y frutos evitando roturas. Es necesario realizar un entutorado para evitar la rotura del pimiento, ya que los tallos son muy propensos a partirse. Además, se realizó un entutorado vertical como apoyo a los cultivares más altos.



Imagen 9. Entutorado horizontal de las plantas de pimienta.

4.3.6.- ACLAREO DE FRUTOS

Se eliminaron algunos con el fin de obtener frutos de mayor calibre, uniformidad y precocidad, así como mayores rendimientos. Se seleccionaron y eliminaron los excedentes de frutos para evitar roturas en la planta y aumentar el calibre de los frutos. Debido a la alta salinidad en el suelo, se produjeron frutos muy pequeños y de mala calidad que fueron eliminados mediante el aclareo.



Imagen 10. Flor del pimiento.



Imagen 11. Fruto del pimiento.

4.3.7.- DESHOJADO

Se eliminaron las hojas senescentes, para así poder facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos.

4.3.8.- PODA

Esta consistió en eliminar algunas ramificaciones secundarias que no benefician a la producción. Se eliminaron aquellas que entorpecían el crecimiento de la planta o el manejo del cultivo.

4.4.- RECOLECCIÓN

Los frutos se recolectaron en el mismo punto de maduración fisiológica llegando a madurar el fruto en planta alcanzando casi totalmente el color característico dependiendo de la variedad. Se empezó la recolección a partir del día 05/10/2021 y finalizó el 03/12/2021, siendo las fechas de las distintas recolecciones las siguientes:

1ª Recolección - 05/10/2021

2ª Recolección - 18/10/2021

3ª Recolección - 29/10/2021

4ª Recolección - 10/11/2021

5ª Recolección - 22/11/2021

6ª Recolección - 03/12/2021

Se efectuó de forma manual, con unas tijeras de podar cortando el pedúnculo. Cada fruto recolectado fue anotado (dependiendo del cultivar, fila y el bloque a que pertenecían) en una ficha con los siguientes parámetros:

- Peso.

- Diámetro.

- Longitud.

- Número de frutos.

- Destrío.

Se utilizó una báscula y un pie de rey para medir estos parámetros.



Imagen 12. Frutos de pimiento recolectados en la EPSI.

4.5.- ACCIDENTES, FISIOPATÍAS, PLAGAS Y ENFERMEDADES

Se produjeron en algunos frutos daños por golpes de sol, manchas blanquecinas en la epidermis de la piel debido a las altas temperaturas en el invernadero.

El cultivo fue afectado por una plaga de pulgones, de forma generalizada. Provocó numerosos daños directos debilitando la planta. La enfermedad tuvo lugar en la última recolección y se controló después del tratamiento.



Imagen 13. Pulgón con sus larvas en la hoja de pimiento.



Imagen 14. Daños por golpe de Sol.

4.6.- COLOR

En la postcosecha se efectuaron diferentes mediciones con un colorímetro PCE–CSM4 (PCE Instruments Chile SA, Santiago de Chile) cedido por el departamento de Zootecnia de la Universidad de La Laguna, para comparar los colores entre frutos.

Se midieron un total de 24 pimientos, 8 pimientos de cada variedad, haciendo 5 mediciones por pimiento, para así obtener una media.



Imagen 15. Colorímetro de laboratorio de la EPSI.

Dado que las mediciones se efectuaron en la sexta y última recolección, los resultados obtenidos son relativos.

No fue posible seguir con el control de calidad de postcosecha debido a que no hubo tiempo material, pero sería interesante para futuros proyectos desarrollar el apartado de calidad.

4.7.- ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Terminado el ensayo se procedió a procesar los datos de los parámetros establecidos estadísticamente, tanto de germinación de semilla como de la producción.

Se ha realizado un experimento de bloques al azar, para estudiar la influencia de los cultivares de pimiento con el mismo marco de plantación (0,5 x 1 m²) en función de las siguientes variables:

1. Germinación.
2. Peso.
3. Diámetro.
4. Longitud.
5. Rendimiento.
6. Precocidad.
7. Número de frutos.
8. Destrío.
9. Color.

Los datos obtenidos durante el ensayo en campo han sido procesados mediante el programa estadístico IBM® SPSS® Statistics versión 25 para Windows (IBM Corporation, Armonk, Nueva York, EE.UU.)

Para determinar si existían diferencias significativas entre los parámetros analizados o alguna interacción entre ellos que las generase, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) factorial. Mediante el Test de Duncan se resolvieron las posibles diferencias significativas, que fueron fijadas en un 5% de nivel crítico de significancia, esto es, un 95% de nivel de confianza.

En los casos que no fue posible realizar el ANOVA por no cumplir las dos premisas para el desarrollo del mismo (homocedasticidad y normalidad) de acuerdo a los test de Levene y Shapiro-Wilk, respectivamente), se llevó a cabo la prueba no paramétrica test H de Kruskal-Wallis para muestras independientes.

5.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

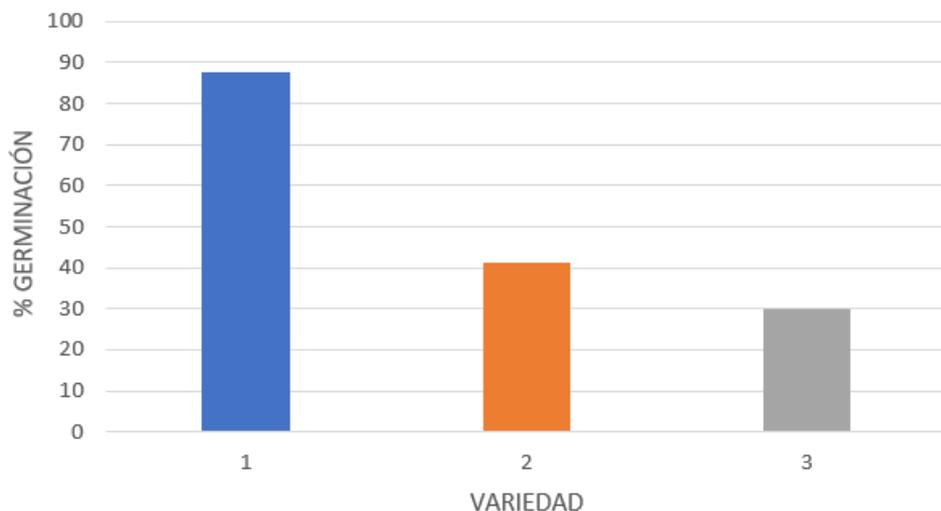
Para unificar criterios en los gráficos se toma un color diferente para cada variedad y, éste se repite a lo largo de todo el TFG. Siendo: azul (variedad *Amarelo d'asti "1"*), naranja (variedad *Yolo Wonder "2"*) y gris (variedad *Quadrato d'asti giallo "3"*).

5.1.- GERMINACIÓN

Se realizó un análisis de χ^2 , para comprobar la independencia del número de plantas germinadas y los días de la germinación.

Como se observa en la tabla 9 y Gráfico 1, la variedad que mejor respondió a la germinación fue la "1", con un porcentaje de 87,50, duplicando al de la variedad "2" y triplicando a la "3".

Gráfico 1. Porcentajes de germinación de cada variedad.



No obstante, los resultados del análisis mostraron que el porcentaje de germinación en los distintos días estudiados mostraba una fuerte dependencia según la variedad.

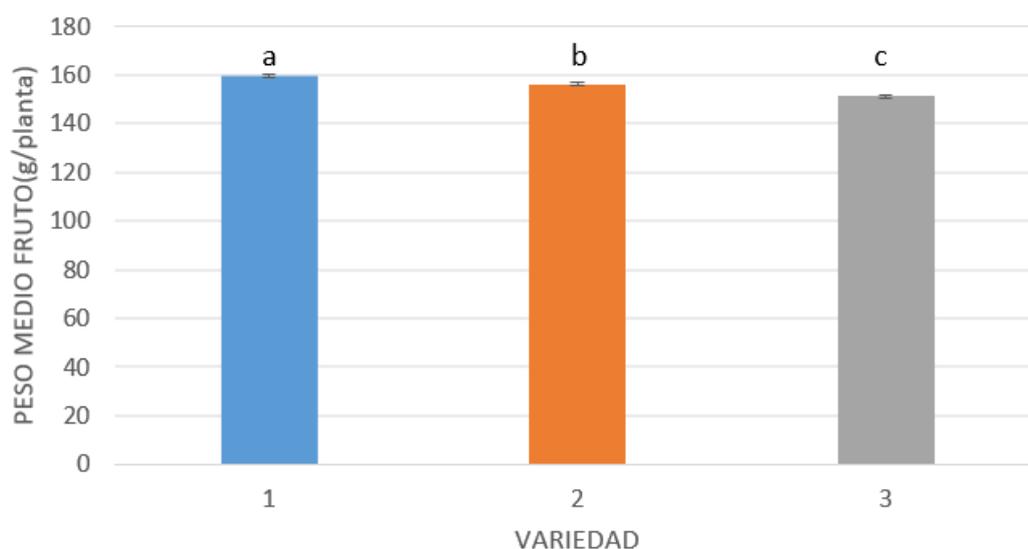
Tabla 9. Días de germinación de las variedades, comentando en dicha tabla el número de plántulas que emergieron, y sus respectivos porcentajes de germinación.

Germinación días	Variedad	Día 21	Día 27	Día 34	Día 40	% Germinación
1:	<i>Amarelo d'asti</i>	37	41	87	91	87,50
2:	<i>Yolo Wonder</i>	26	31	42	43	41,35
3:	<i>Quadrato d'asti giallo</i>	3	11	11	31	29,81

5.2.- PESO

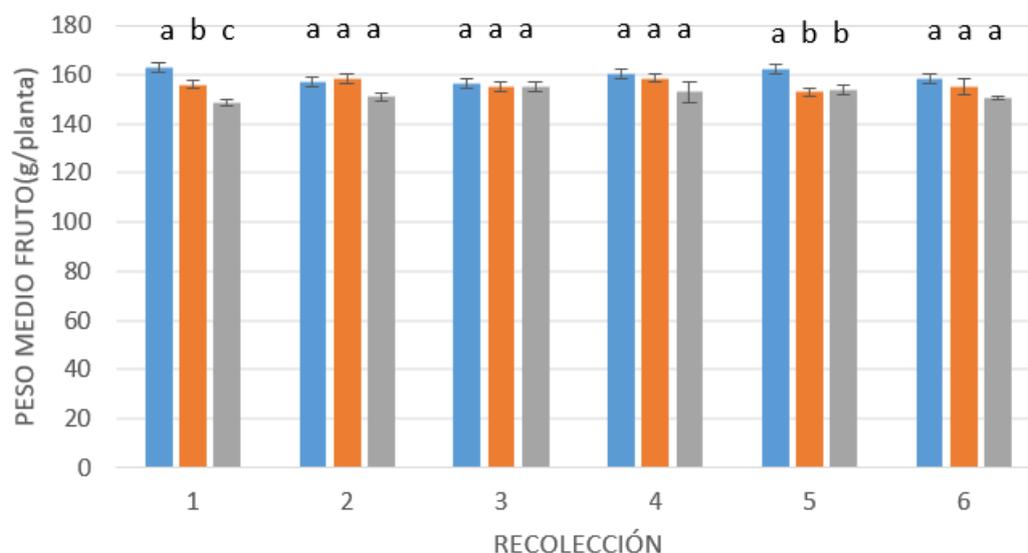
A continuación, se muestran los resultados de los pesos medios de los frutos obtenidos.

Gráfico 2. Peso medio de los frutos (g) obtenidos por variedad.



Como podemos observar en el gráfico 2, existen diferencias significativas para las tres variedades del ensayo para el parámetro de peso promedio, dando como resultado tres grupos independientes coincidentes con la variedad, siendo el de mayor peso promedio la variedad “1” con 160,1 g y el de menor la variedad “3” con 152,3 g.

Gráfico 3. Peso medio de los frutos (g) por cada recolección y variedad.



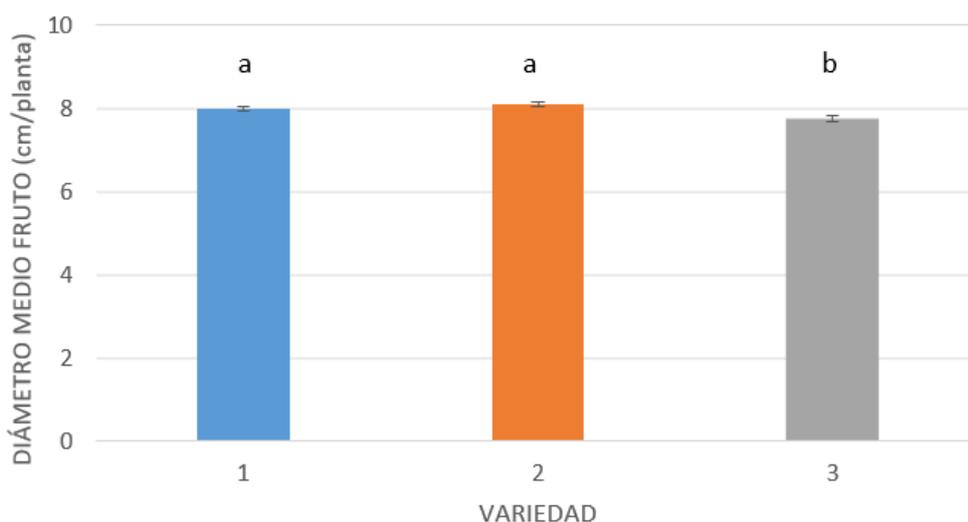
En el Gráfico 3, observamos los pesos promedio para cada una de las seis recolecciones y las distintas variedades. En la recolección 2,3,4 y 6 no existen diferencias significativas entre variedades para este parámetro, pero en la recolección 1 y 5 sí existen diferencias significativas: en la 1 las tres variedades son significativamente diferentes entre sí, mientras que en la recolección 5 se forman dos grupos homólogos (la variedad 1 por un lado y la 2 y 3, por otro).

Los pesos promedios de las variedades amarillas (“1” y “3”) se encuentran dentro de los parámetros dados por la casa comercial (140-180 g), al igual que el de los frutos rojos (“2”), que también se encuentran dentro de los parámetros de la casa comercial (150-240 g).

5.3.- DIÁMETRO

A continuación, se muestran los resultados de los diámetros medios de los frutos obtenidos.

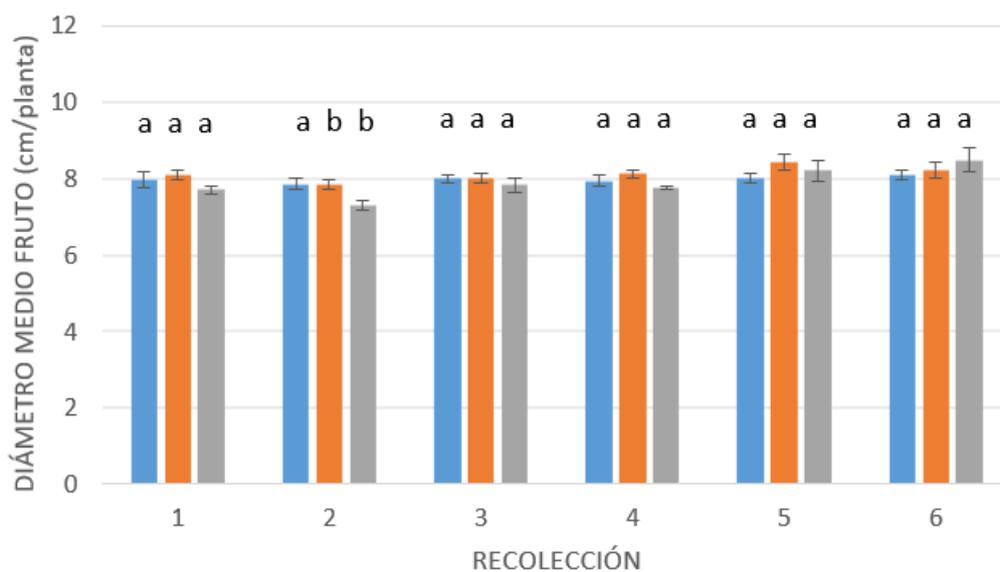
Gráfico 4. Diámetro medio de los frutos (cm) obtenidos por variedad.



Como se observa en el Gráfico 4, existen diferencias significativas entre las variedades estudiadas. Podemos observar que existen dos grupos homólogos diferenciados: por un lado, las variedades “1” y “2”, y por otro, la “3”. La variedad *Yolo wonder* (“2”) resultó tener el mayor promedio (8,1 cm), y el que obtuvo menor promedio, el cultivar *Quadrato d’asti giallo* (7,8 cm).

Según los parámetros de la casa comercial el diámetro de las variedades amarillas (“1” y “3”) debería ser próximo a 9 cm; obteniéndose en nuestro ensayo valores en torno a 8 cm.

Gráfico 5. Diámetro medio de los frutos (cm) obtenidos por recolección.

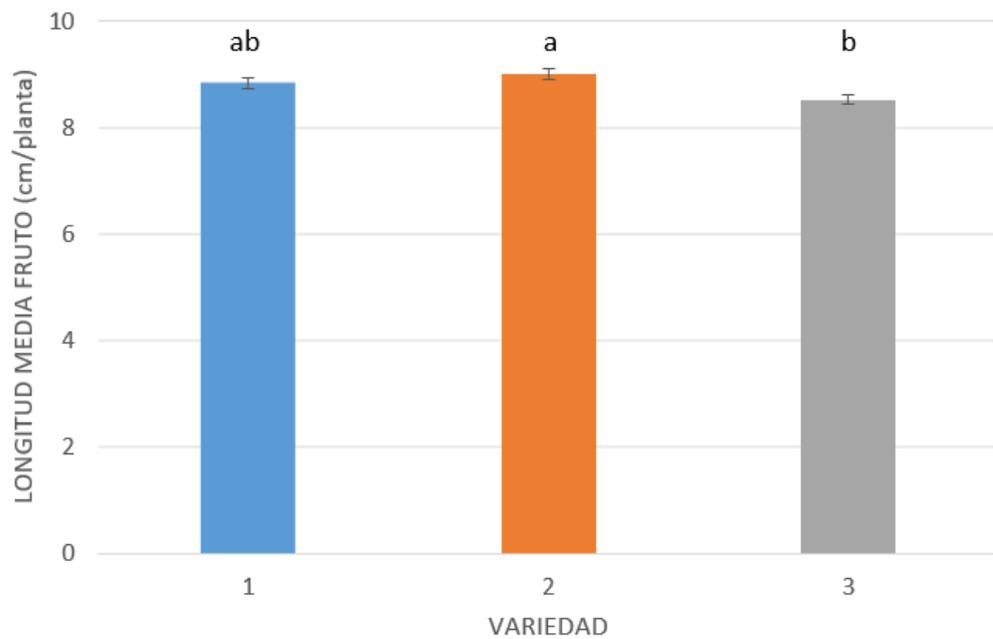


En el Gráfico 5, observamos los diámetros promedio en cada variedad para cada una de las recolecciones efectuadas. En las recolecciones 1, 3, 4, 5 y 6 podemos apreciar que no existen diferencias significativas; mientras que en la recolección 2, se aprecian dos grupos homogéneos, por un lado, las variedades “2” y “3” y, por otro lado, la variedad “1”.

5.4.- LONGITUD

A continuación, se muestran los resultados de las longitudes medias de los frutos obtenidos.

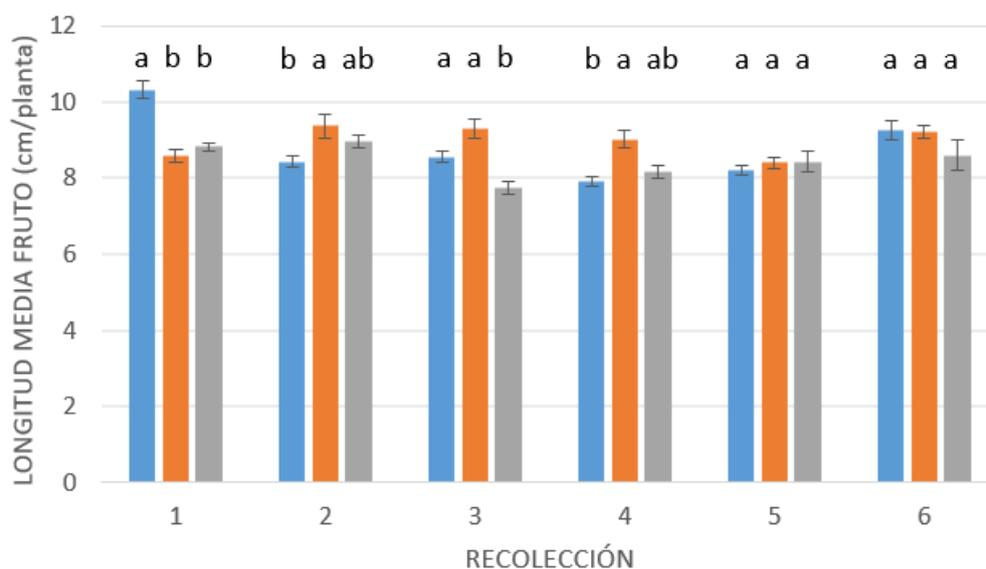
Gráfico 6. Longitud media de los frutos (cm) obtenidos por variedad.



Como se observa en el Gráfico 6 existen diferencias significativas entre variedades, siendo la variedad “2” significativamente diferente a la “3”, mientras que el valor intermedio mostrado por la variedad “1” se traduce en que estadísticamente no presenta diferencias respecto a las otras dos variedades.

Los frutos rojos tienen mayores longitudes que los frutos amarillos, según el Gráfico 6.

Gráfico 7. Longitud media de los frutos (cm) obtenidos por recolección.



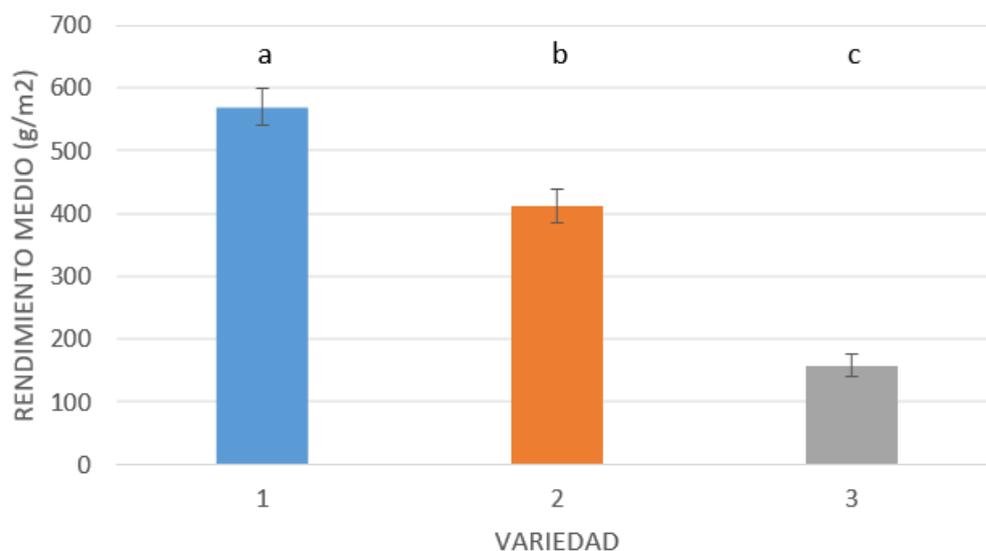
En el Gráfico 7 se muestra la longitud media de los frutos por variedad para cada una de las recolecciones realizadas, observándose una fuerte dependencia entre el comportamiento de las variedades y el número de recolección. Así, en la primera recolección se observan dos grupos significativamente diferentes: por un lado, la variedad “1” con mayores valores de longitud media y, por otro lado, las variedades “2” y “3”. Esta tendencia se invirtió en las recolecciones 2 y 4, en las que la variedad “1” mostró valores significativamente menores que los de la variedad roja “2”, no presentando la variedad “3” diferencias significativas respecto a las otras dos. Por su parte, en la recolección 3, nuevamente los mayores valores de longitud media los presentó la variedad roja “2”, aunque en este caso no presentó diferencias significativas con la variedad “1” pero sí con la variedad “3”. Finalmente, en las recolecciones 5 y 6 las tres variedades se comportaron de igual manera atendiendo al parámetro de la longitud media del fruto.

5.5.- RENDIMIENTO

El rendimiento es uno de los parámetros de los ensayos agrícolas con mayor importancia para estimar la producción.

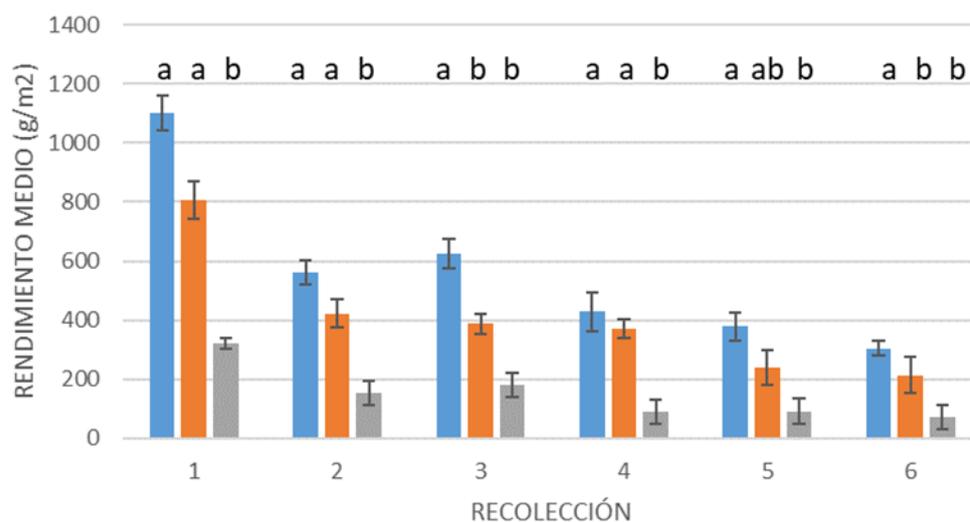
A continuación, se muestran los resultados de rendimiento medio de los frutos obtenidos por variedad y por recolección:

Gráfico 8. Rendimiento medio (g/planta) obtenidos por variedad



Como podemos observar en el gráfico 8, las tres variedades presentaron diferencias significativas entre todas ellas, siendo la más productiva la variedad *Amarelo d'asti* (580,1 g/m²), y la menos productiva *Quadrato d'asti giallo* (171,2 g/m²), estando este último muy por debajo de los rendimientos medios comerciales (400-800 g/m²). Esto es debido a la escasez de cosecha en las recolecciones 5 y 6 como se verá en el siguiente gráfico.

Gráfico 9. Rendimiento medio (g/planta) obtenidos por recolección.



En el gráfico 9, se recogen los rendimientos medios por variedad obtenidos para cada una de las recolecciones. En todas las recolecciones existen diferencias significativas entre dos variedades, siendo siempre el que mayor rendimiento obtuvo la variedad *Amarelo d'asti* ("1"), y la que menos, la variedad *Quadrato d'asti giallo* ("3"). Por su parte, la variedad roja *Yolo wonder* ("2") mostró siempre valores intermedios entre los presentados por las dos amarillas.

5.6.- PRECOCIDAD

Como podemos comprobar en la tabla 10, hubo pocos días de diferencia en cuanto a la aparición de los primeros frutos para las distintas variedades del ensayo, teniendo un comportamiento semejante.

Tabla 10. Precocidad (días) en la aparición de los frutos y en el comienzo de la recolección.

Variedad	Precocidad (Aparición frutos)	Precocidad (Primera recolección)
1: <i>Amarelo d'asti</i>	56	64
2: <i>Yolo Wonder</i>	63	75
3: <i>Quadrato d'asti giallo</i>	61	79

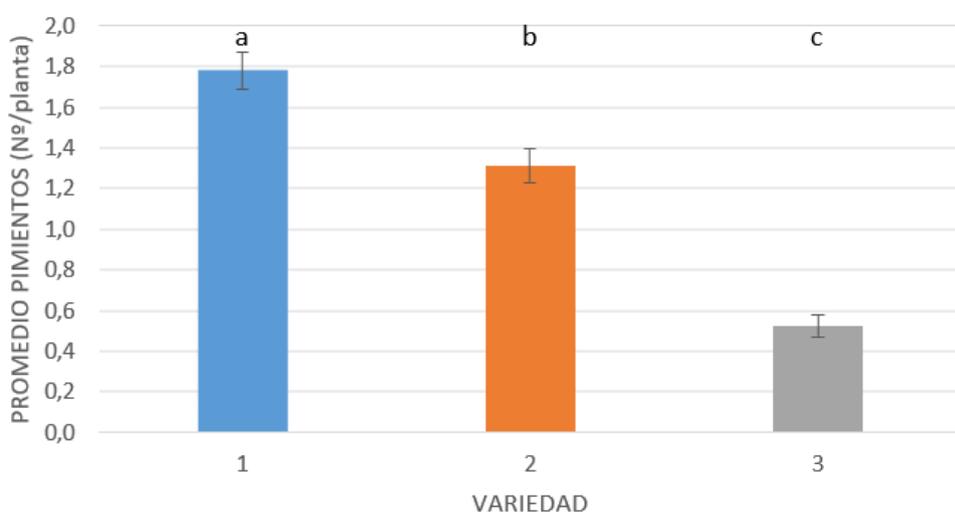
Respecto recolección de los primeros frutos, podemos observar que la variedad “3” fue la última en madurar y el “1” la primera, con dos semanas de diferencia.

El proceso de maduración fue más rápido de lo estipulado, esto se debió a la época de recolección que coincidió con el período estival, alcanzándose altas temperaturas dentro del invernadero.

5.7.- NÚMERO DE FRUTOS

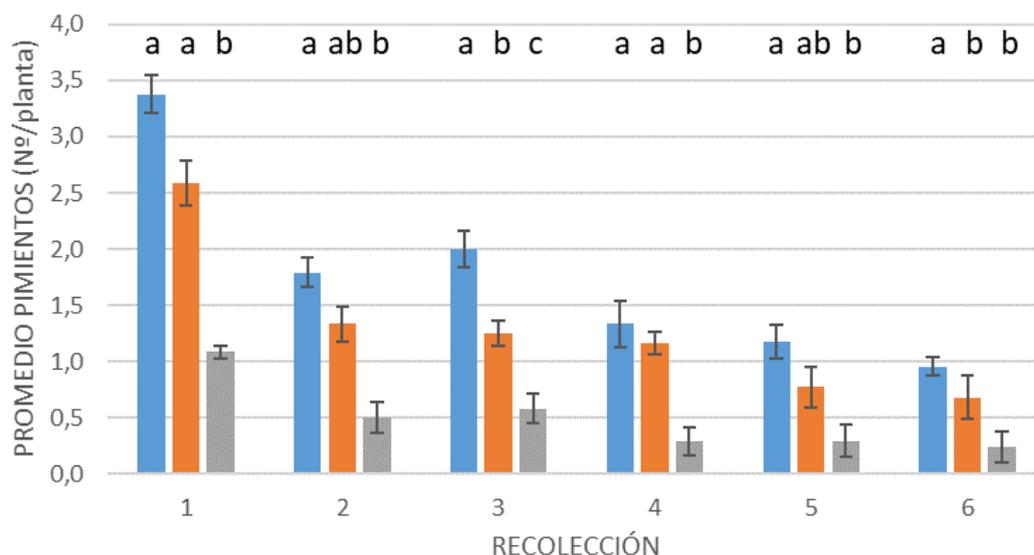
Los valores promedio en cuanto al número de pimientos por planta y variedad se registran en el siguiente gráfico.

Gráfico 10. Número de pimientos por planta según variedad (Nº/planta)



Como podemos observar en el gráfico 10, se observan diferencias significativas entre las tres variedades del ensayo. La variedad *Amarelo d’asti* (“1”) es el que mayor promedio tiene con 1.78, seguido de la variedad *Yolo wonder* (“2”) con 1.31, y siendo el que menos número de pimientos produce por planta, la variedad *Quadrato d’asti giallo* (“3”) con 0.52.

Gráfico 11. Número de pimientos por planta según variedad y recolección (Nº/planta).



En el gráfico 11, se muestra el promedio de frutos obtenidos por cada una de las recolecciones y variedades que se estudiaron. En todas las recolecciones existen diferencias significativas entre, al menos, dos variedades, siendo siempre la variedad que más frutos desarrolló la *Amarelo d'asti* ("1") y la *Quadrato d'asti giallo* ("3") la que menos: estas dos variedades amarillas fueron estadísticamente diferentes en cuanto al parámetro del promedio de pimientos a lo largo de las seis recolecciones. Por su parte, en base a este parámetro, la variedad roja *Yolo wonder* ("2") fue indistinguible, desde el punto de vista estadístico, de la variedad 1 en las recolecciones 1, 2, 4 y 5, y de la variedad 3 en las recolecciones 2, 5 y 6.

5.8.- DESTRÍO

En este ensayo los problemas principalmente observados en las variedades fueron golpes de sol y plaga de pulgones, acarreado daños irreversibles en los frutos.

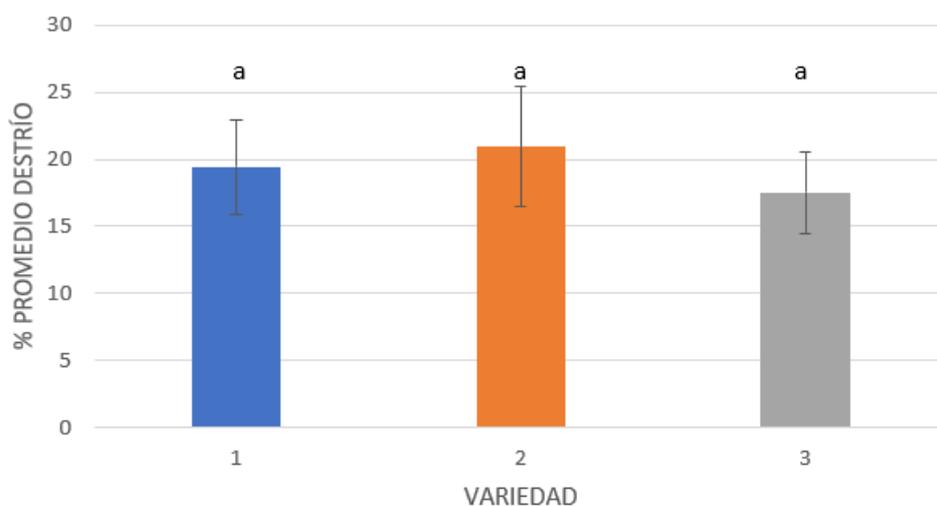
Tabla 11. Porcentaje de destrío de las distintas variedades.

Variedad	% Destrío
1: <i>Amarelo d'asti</i>	19,42
2: <i>Yolo Wonder</i>	20,92
3: <i>Quadrato d'asti giallo</i>	17,54

La variedad más afectada fue *Yolo wonder* con 20,92% seguida de *Amarelo d'asti* con 19,42% y de *Quadrato d'asti giallo* con un 17,54% de destrío.

Los valores promedio en cuanto al destrío de pimientos por planta y variedad se registran en el siguiente Gráfico.

Gráfico 12. Promedio de destrío de las variedades.

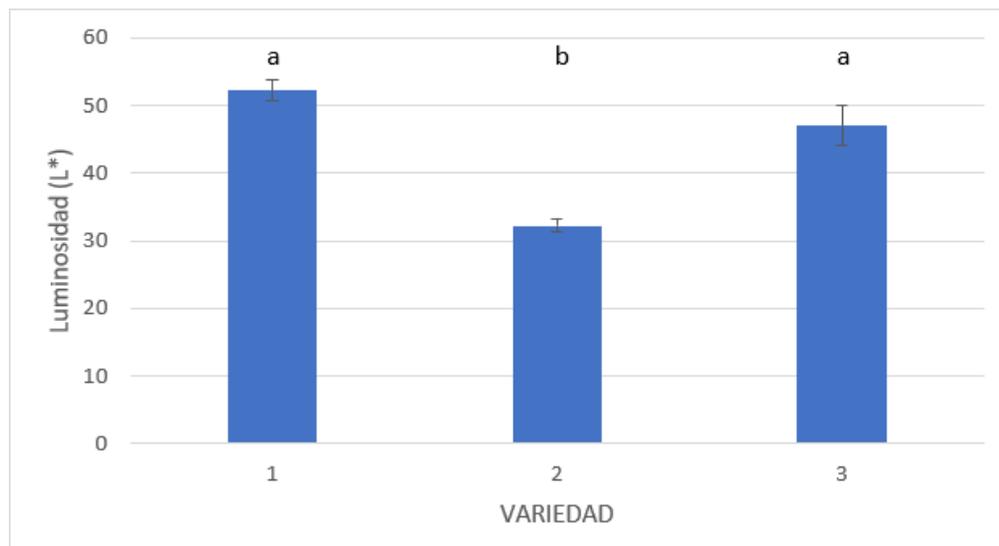


En el Gráfico 12 se puede observar que no existen diferencias significativas entre variedades. Aunque, como vemos en el tamaño de las barras de error del gráfico, dentro de cada variedad se observa que hay una diferencia considerable entre los promedios de destrío.

5.9.- COLOR

5.9.1.- LUMINOSIDAD

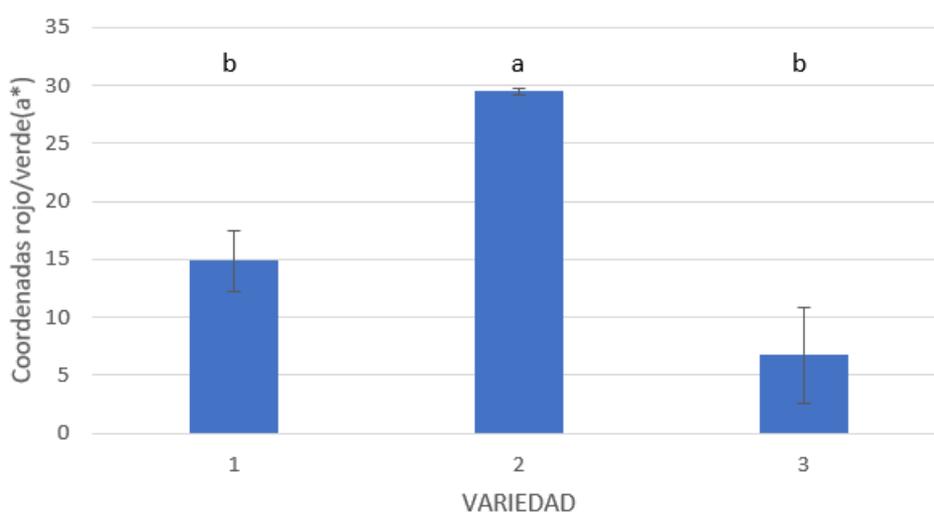
Gráfico 13. Promedio de los datos de luminosidad (L) obtenidos con el colorímetro.



Como podemos observar en el Gráfico 13, el parámetro que determina la luminosidad de los pimientos (L^*) presenta diferencias significativas entre las variedades estudiadas en el ensayo, formando dos grupos homólogos: por un lado, la variedad roja “2”, que es la que obtiene el menor valor medio (32,21) y, por otro, el grupo homólogo formado por las variedades amarillas “1” y “3”, obteniendo los mayores resultados para la “1” con 52,20.

5.9.2.- COORDENADAS ROJO/VERDE

Gráfico 14. Promedio de las coordenadas rojo/verde (a^*) obtenidas con el colorímetro.

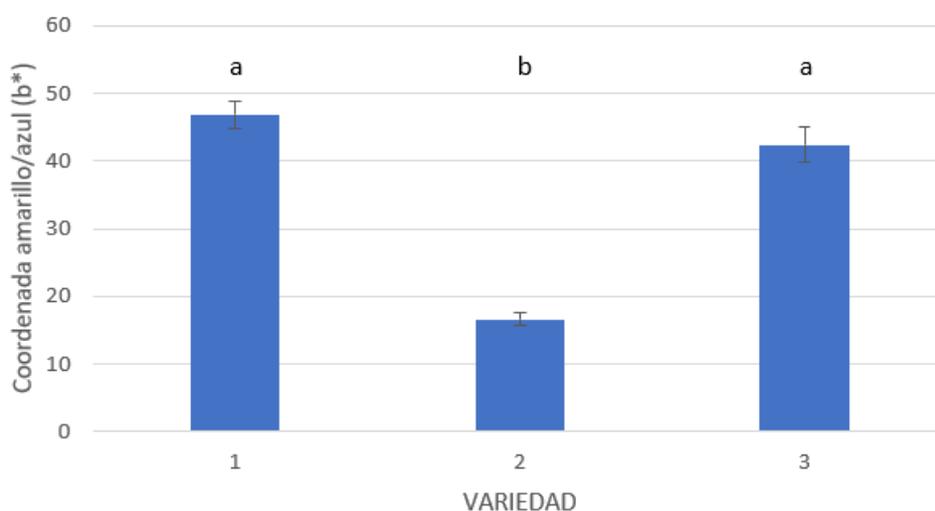


Con respecto al parámetro a^* que comprende el color rojo/verde, como vemos en el Gráfico 14, se encuentran diferencias significativas entre variedades: la

variedad “1” y la “3” forman un grupo homólogo, como cabía esperar ya que son las variedades amarillas y la variedad roja mantiene diferencias significativas con el resto y, además, es la que tiene mayor valor de a^* (29.52).

5.9.3.- COORDENADAS AMARILLO/AZUL

Gráfico 15. Promedio de las coordenadas amarillo/azul obtenidas con el colorímetro.



Por último, con respecto al factor b^* que contiene el color amarillo/azul, como se observa en el gráfico 15, no existen diferencias significativas entre las variedades amarillas “1” y “3” (con valores de 46,84 y 42,39, respectivamente), pero sí entre éstas y la variedad roja “2” con 16,86.

6.- CONCLUSIONES

1. En cuanto a la **germinación**, la variedad con un porcentaje más alto fue la “*Amarelo d’asti*”, con un valor de 87,50, duplicando a la “*Yolo wonder*” y triplicando a la “*Quadrato d’asti giallo*”.
2. En cuanto al parámetro **peso, rendimiento y nº de frutos medio** para todo el ciclo de cultivo, existen diferencias significativas entre las tres variedades, mostrando una tendencia común, siendo la variedad “*Amarelo d’asti*” la de mayor valor, seguida por la “*Yolo wonder*” y, por último, la “*Quadrato d’asti giallo*”.
3. Los **pesos promedios** tanto de las variedades amarillas, como de la roja, se encuentran dentro del rango dicho por la casa comercial.
4. Para el **peso promedio por recolección**: en la recolección 2,3,4 y 6 no existen diferencias significativas entre variedades, pero en la recolección 1 y 5 sí existen diferencias significativas: en la 1 las tres variedades son significativamente diferentes entre sí, mientras que en la recolección 5 se forman dos grupos homólogos (la variedad “*Amarelo d’asti*” por un lado y la “*Yolo wonder*” y “*Quadrato d’asti giallo*”, por otro).
5. Atendiendo al parámetro **diámetro medio** del fruto, existen diferencias significativas entre las tres variedades, obteniéndose el mayor valor con la variedad roja.
6. Respecto al parámetro **diámetro medio** del fruto por recolecciones, no existen diferencias significativas entre cosechas salvo en la 2, donde se aprecian dos grupos homogéneos, por un lado, las variedades “*Yolo wonder*” y “*Quadrato d’asti giallo*” y, por otro lado, la “*Amarelo d’asti*”.
7. En referencia al parámetro **longitud media**, la variedad “*Yolo wonder*” es significativamente diferente a la “*Quadrato d’asti giallo*”, mientras que la variedad “*Amarelo d’asti*” no presenta diferencias respecto a las otras dos variedades. La variedad amarilla “*Amarelo d’asti*” presentó un valor

significativamente mayor que la roja “*Yolo wonder*” en la primera recolección, tendencia que se invirtió en las recolecciones 2,3 y 4.

8. En referencia al parámetro de **rendimiento** por recolecciones se observa que obtuvo mayores resultados la variedad “*Amarelo d’asti*” y menores la variedad “*Quadrato d’asti giallo*”, hallándose diferencias significativas en los mismos. Por su parte, la variedad roja “*Yolo wonder*” mostró siempre valores intermedios entre los presentados por las dos amarillas.
9. En cuanto a la **precocidad** desde la aparición del primer fruto, la variedad “*Amarelo d’asti*” fue la que menos tardó y la “*Yolo wonder*” la que más. Desde la maduración del primer fruto, la “*Amarelo d’asti*” fue la más precoz y la “*Quadrato d’asti giallo*” la menos.
10. En referencia al parámetro **destrío** no hubo diferencias significativas entre variedades.
11. Atendiendo al **color** del fruto en postcosecha:
 - Parámetro L: dos grupos homólogos: por un lado, la variedad roja “*Yolo wonder*”, que es la que obtiene el menor valor medio y, por otro, el grupo homólogo formado por las variedades amarillas “*Amarelo d’asti*” y “*Quadrato d’asti giallo*”, obteniendo los mayores resultados para la “*Amarelo d’asti*”.
 - Parámetro a*: se encuentran diferencias significativas entre variedades, la variedad “*Amarelo d’asti*” y la “*Quadrato d’asti giallo*” forman un grupo homólogo, y la variedad roja mantiene diferencias significativas con el resto y, además, es la que tiene mayor valor de a*.
 - Parámetro b*: no existen diferencias significativas entre las variedades amarillas “*Amarelo d’asti*” y “*Quadrato d’asti giallo*”, pero sí entre éstas y la variedad roja “*Yolo wonder*”.

CONCLUSIONS

1. Regarding **germination**, the variety with the highest percentage was "*Amarelo d'asti*", with a value of 87.50, doubling "*Yolo wonder*" and tripling "*Quadrato d'asti giallo*".
2. Regarding the parameter **weight, yield and average number of fruits** for the entire crop cycle, there are significant differences between the three varieties, showing a common trend, with variety "*Amarelo d'asti*" having the highest value, followed by "*Yolo wonder*" and finally the "*Quadrato d'asti giallo*".
3. The **average weights** of both the yellow varieties ("*Amarelo d'asti*" and "*Quadrato d'asti giallo*") and the red variety are within the range stated by the commercial house (140-180 g), as well as that of the red fruits ("*Yolo wonder*"), which are also within the parameters of the commercial house (150-240 g).
4. For the **average weight per collection**: in collection 2,3,4 and 6 there are no significant differences between varieties, but in collection 1 and 5 there are significant differences: in collection 1 the three varieties are significantly different from each other, while in collection 5 two homologous groups are formed (variety "*Amarelo d'asti*" on the one hand and "*Yolo wonder*" and "*Quadrato d'asti giallo*" on the other).
5. Considering the parameter **mean diameter** of the fruit for the entire crop cycle, there are significant differences between varieties with the red variety obtaining the highest value.
6. Regarding the parameter **mean diameter** of the fruit by collections, there are no significant differences between harvests except in harvest 2, where two homogeneous groups can be seen, on the one hand, the varieties "*Yolo wonder*" and "*Quadrato d'asti giallo*" and, on the other hand, the "*Amarelo d'asti*".
7. In reference to the **average length** parameter, variety "*Yolo wonder*" is significantly different from "*Quadrato d'asti giallo*", while variety "*Amarelo d'asti*" does not present differences with respect to the other two varieties. The yellow

variety "*Amarelo d'asti*" presented a significantly higher value than the red variety "*Yolo wonder*" in the first collection, a trend that was reversed in collections 2, 3 and 4.

8. In reference to the harvest **yield** parameter, a clear downward trend is observed for the three varieties, the highest being variety "*Amarelo d'asti*" and the lowest for variety "*Quadrato d'asti giallo*", with significant differences being found in them. For its part, the red variety "*Yolo wonder*" always showed intermediate values between those presented by the two yellow ones.
9. Regarding **earliness** from the appearance of the first fruit, variety "*Amarelo d'asti*" was the one that took the shortest time and "*Yolo wonder*" the longest. From the ripening of the first fruit, "*Amarelo d'asti*" was the earliest and "*Quadrato d'asti giallo*" the least.
10. In reference to the **waste** parameter, there were no significant differences between varieties.
11. Considering the **color** of the postharvest fruit:
 - Parameter L: two homologous groups: on the one hand, the red variety "*Yolo wonder*", which is the one that obtains the lowest average value and, on the other, the homologous group formed by the yellow varieties "*Amarelo d'asti*" and "*Quadrato d'asti giallo*", obtaining the highest results for "*Amarelo d'asti*".
 - Parameter a*: significant differences are found between varieties, variety "*Amarelo d'asti*" and "*Quadrato d'asti giallo*" form a homologous group, and the red variety maintains significant differences with the rest and, furthermore, it is the one with the highest value of a*.
 - Parameter b*: there are no significant differences between the yellow varieties "*Amarelo d'asti*" and "*Quadrato d'asti giallo*", but there are between them and the red variety "*Yolo wonder*".

7.- BIBLIOGRAFÍA

Abak, K. (1994) Pepper production in Turkey, breeding programs and their objectives. *Capsicum and Eggplant Newsletter* 13:31-35.

Agrios, G.N. (1988). *Plant Pathology*. Academic Press, California.

Anónimo (1973). Essai de lutte contre *Phytophthora capsici* par greffage du piment. IN-RA-SEI (a multicopia).

Beevers, H. (1969). Physiological aspects of crop yield. *Americ. Society of Agronomy*. Madison, Wisconsin.

Cantliffe, D.J. y Goodwin, P. (1975). Red color enhancement of pepper fruits by multiple applications of etephon. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100(2): 157-161.

Durand, B. (1993) Poivron: Evolution de marché et consommation en France. *Infos-Ctifl* 88:11-16.

Eggink, P.M., Maliepaard, C., Tikunov, Y. et al. Prediction of sweet pepper (*Capsicum annuum*) flavor over different harvests. *Euphytica* 187, 117–131 (2012). <https://doi.org/10.1007/s10681-012-0761-6>

Enrile, I.D. (1989) Present status and prospects for increased production of tomato and pepper in northern Nigeria. En: En: Green, S.K. (ed.) *Tomato and pepper production in the tropics*. AVRDC. Formosa: 536-548.

FAOSTAT. (2015). Statistics Division. Roma, Italia. Food and Agriculture Organization. <http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>.

FFLUGSA, SA de CV – TRIPOD. El cultivo del pimiento. <https://ffluga.tripod.com/pimiento.htm>

Grubben, G.J.H. (1977) *Tropical Vegetables and their Genetic Resources*. IBPGR. Rome.

Hunziker AT (1956) Synopsis of the genus *Capsicum*. Huitieme VIII Congrès International de Botanique. Paris. *Compte Rendu des Séances, Rapport & Commentaries [Paris]* 4 (2):73-74.

IBPGR, (1983) *Genetics Resources of Capsicum*. IBPGR Secretariat, Rome.

Jurado Bello, F.J. (2020) Ensayo agronómico comparativo de siete cultivares de pimiento (*Capsicum annuum* L.) de diferentes colores California Wonder. Trabajo Fin de Grado, Universidad de La Laguna.

Kato, T.; Tanaka, M. (1971). Studies on the fruit setting and development of sweet peppers. I. Fruiting behavior. J. Jap. Soc. Hortic. Sci. 40: 359-366.

Laborde y Rendón Poblete, (1989). Tomatoes and peppers in Mexico: commercial production and research challenges; Tomato and pepper production in the Tropics. International Symposium on Integrated Management Practices. Tainan (Taiwán). 21-26 Mar 1988. Ed. Shanhua (Taiwán). 1989. p. 521-535.

Maroto, J. (2002). Horticultura herbácea especial. (5 ed.). Madrid: Mundi-Prensa.

Rico, J. (1983). Cultivo del pimiento de carne gruesa en invernadero. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. ISBN-10;843410317-6

Rodríguez Pérez, N. (2017). Ensayo de tres variedades de pimiento (*Capsicum annuum* L.) de tipo Lamuyo en dos tipos de invernaderos y en distintos sistemas de cultivo. Trabajo Fin de Grado, Universidad de La Laguna.

Nuez, F. Gil Ortega, R., Costa J., (1996). El Cultivo de Pimientos, Chiles y Ajíes. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Permadi, A.H. (1989) Tomato and pepper production in Indonesia: Problems, research and progress. En: Green, S.K. (ed.) Tomato and pepper production in the tropics. AVRDC. Formosa: 472-479.

Pickersgill, B. (1997) Genetic Resources and Breeding of *Capsicum* spp. Euphytica, 96, 129-133. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1002913228101>

Pochard, E. 1966. Données experimentales sur la selection du piment *Capsicum annuum* L. An. Am. Plantes 16 (2): 185-197

Quagliotti, L. (1979) Floral biology of *Capsicum* and *Solanum melongena*. En: Hawkes, J.G., Lester, R.N., Skelding, A.D. (Eds.) The Biology and Taxonomy of the *Solanaceae*, Academic Press, London: 399-419.

Reche, J. (2010). Cultivo del Pimiento Dulce en Invernadero. Sevilla: Consejería de Agricultura y Pesca, Servicio de Publicaciones y Divulgación, 2010. ISBN 978-84-8474-288-3.

Rico, J. (1983). Cultivo del pimiento de carne gruesa en invernadero. Publicaciones de Extensión Agraria. Colección de Agricultura Práctica (Dir. F. besnier Romero), Madrid. ISBN: 84-341-0317-6.

Rincón, L., Saez, J., Balsalobre, E., Pellicer, M.C. (1993). Nutrición del pimiento grueso de invernadero. Hortofruticultura 5: 37-41.

Serrano, Z. 1982. Tomate, pimiento y berenjena en invernadero. Ministerio de Agricultura. Madrid. ISBN: 8434101467

Serrano, Z. (2011). Prontuario del cultivo del pimiento. Serrano Cermeño, Z. Madrid. ISBN: 978-84-615-3521-7

Siviero, P.; Gallerani, M. (1992). La coltivazione del peperone. En: El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ed. Mundi-prensa. Madrid. 575-581

Somos A., (1984). The paprika. Akadémiai Kiadó, Budapest. (Published online by Cambridge University Press: 03 October 2008)

Yang, C.Y., Zhu, T.W. and Lee, S.D. (1989). Production of tomato and pepper in China. En: Green, S.K. (ed.) Tomato and pepper production in the tropics. AVRDC. Formosa: 416-421.

Watt, B.K. et al. 1975: Composition of foods. Agricultural Handbook, nº8. U.S. Department of Agriculture. Washington D.C.

8.- ANEJOS

8.1.- ANEJO ESTADÍSTICO

A continuación, se muestra un resumen de las significancias obtenidas en los ANOVA de cada recolección, así como los valores obtenidos en las pruebas de normalidad y homocedasticidad. También se muestra la significancia obtenida mediante test no paramétrico para la variable independiente de interés “variedad” en aquellos casos en los que al menos una de las pruebas anteriores no fuera válida.

Parámetro	R	Sig. ANOVA					Normalidad		Homocedasticidad		KW	V1	V2	V3
		Variedad	Bloque	V1	V2	V3	KS	SW	Levene	BF				
Peso medio fruto (g/planta)	1	0.000	0.432	a	b	c	0.200	0.430	0.154	0.000	-	-	-	-
	2	0.077	0.605	a	a	a	0.200	0.105	0.055	0.047	-	-	-	-
	3	0.813	0.773	a	a	a	0.200	0.045	0.503	0.795	-	-	-	-
	4	0.314	0.418	a	a	a	0.200	0.030	0.200	0.297	-	-	-	-
	5	0.002	0.109	a	b	b	0.200	0.626	0.272	0.000	-	-	-	-
	6	0.091	0.007	a	a	a	0.200	.0355	0.066	0.171	-	-	-	-
	T	0.000	0.572	a	b	c	0.014	0.014	0.011	0.000	0.000	a	b	c
Diámetro medio fruto (cm/planta)	1	0.164	0.477	a	a	a	0.200	0.418	0.027	0.164	-	-	-	-
	2	0.023	0.506	a	b	b	0.200	0.166	0.283	0.022	-	-	-	-
	3	0.752	0.494	a	a	a	0.200	0.177	0.927	0.703	-	-	-	-
	4	0.397	0.601	a	a	a	0.200	0.288	0.004	0.193	-	-	-	-
	5	0.183	0.812	a	a	a	0.200	0.293	0.456	0.178	-	-	-	-
	6	0.496	0.401	a	a	a	0.200	0.491	0.580	0.545	-	-	-	-
	T	0.003	0.760	a	a	b	0.200	0.351	0.372	0.002	-	-	-	-
Longitud media fruto (cm/planta)	1	0.000	0.925	a	b	b	0.200	0.068	0.002	0.000	0.000	a	b	b
	2	0.008	0.001	a	a	b	0.200	0.009	0.044	0.017	0.023	b	a	a
	3	0.000	0.000	a	b	c	0.200	0.772	0.018	0.000	0.000	a	a	b

	4	0.001	0.058	a	b	b	0.125	0.054	0.003	0.000	0.003	b	a	a
	5	0.699	0.404	a	a	a	0.200	0.834	0.965	0.598	-	-	-	-
	6	0.492	0.020	a	a	a	0.200	0.368	0.048	0.402	-	-	-	-
	T	0.028	0.197	a	b	c	0.000	0.000	0.010	0.013	0.036	a	a	b
Promedio de pimientos (Nº /planta)	1									0.000		a	a	b
	2									0.032		a	a	b
	3									0.001		a	b	c
	4									0.023		a	a	b
	5									0.001		a	a	b
	6									0.000		a	b	b
	T									0.000		a	b	c
Rendimiento Medio (g/m ²)	1	0.000	0.319	a	b	c	0.200	0.456	0.000	0.000	0.000	a	a	b
	2	0.021	0.747	a	a	b	0.051	0.025	0.232	0.011	-	-	-	-
	3	0.000	0.239	a	b	b	0.000	0.009	0.026	0.000	0.000	a	b	b
	4	0.013	0.332	a	a	b	0.014	0.025	0.070	0.019	0.026	a	a	b
	5	0.001	0.570	a	a	b	0.000	0.001	0.224	0.001	0.000	a	b	b
	6	0.003	0.139	a	a	b	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	a	b	b
	T	0.000	0.282	a	b	c	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	a	b	c
DESTRÍO (%)														
	T	0.809	0.410	a	a	a	0.200	0.779	0.505	0.814	-	-	-	-

Tabla 12. Leyenda: KS, Kolmogorov-Smirnov con corrección de significación de Lilliefors; SW, Saphiro-Wilk; BF, Brown-Forsythe; KW, Kruskal-Wallis.

Los datos obtenidos durante el ensayo en campo han sido procesados mediante el programa estadístico IBM® SPSS® Statistics versión 25 para Windows (IBM Corporation, Armonk, Nueva York, EE.UU.).

Para determinar si existían diferencias significativas entre los parámetros analizados o alguna interacción entre ellos que las generase, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) factorial. Mediante el Test de Duncan se resolvieron las posibles diferencias significativas, que fueron fijadas en un 5% de nivel crítico de significancia, esto es, un 95% de nivel de confianza.

En los casos que no fue posible realizar el ANOVA por no cumplir las dos premisas para el desarrollo del mismo: homocedasticidad y normalidad, de acuerdo a los test de Levene y Shapiro-Wilk, respectivamente), se llevó a cabo la prueba no paramétrica test H de Kruskal-Wallis para muestras independientes.

En la siguiente tabla, se muestran las significancias entre los diferentes parámetros analizados en la postcosecha, calculando también la normalidad y homocedasticidad.

Tabla 13. Parámetros obtenidos con un colorímetro, comparados con el ANOVA.

Parámetro	R	Sig. ANOVA					Normalidad		Homocedasticidad		KW	V1	V2	V3
		Variedad	Bloque	V1	V2	V3	KS	SW	Levene	BF				
Luminosidad (L*)	T	0.000	0.407	a	b	a	0.034	0.334	0.018	0.000	0.001	a	b	a
Rojo/verde(a*)	T	0.000	0.106	b	a	c	0.200	0.516	0.000	0.000	0.000	b	a	b
Amarillo/azul (b*)	T	0.000	0.815	a	b	a	0.059	0.028	0.103	0.000				

RESUMEN ESTADÍSTICO ANÁLISIS DE CHI CUADRADO PARA LA GERMINACIÓN.

Resumen de procesamiento de casos

	Válido		Casos Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Variedad*Día de germinación	165	100,0%	0	0,0%	165	100,0%

Tabla cruzada Variedad*Día de germinación

Recuento

		Día de germinación				Total
		21	27	34	40	
Variedad	Amarelo d'asti	37	4	46	4	91
	Yolo wonder	26	5	11	1	43
	Quadrato d'asti giallo	3	8	0	20	31
Total		66	17	57	25	165

Pruebas de chi-cuadrado

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	101,957 ^a	6	,000
Razón de verosimilitud	95,985	6	,000
Asociación lineal por lineal	8,201	1	,004
N de casos válidos	165		

a. 3 casillas (25,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 3,19.