

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA**

**MASTER DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**“EVALUACIÓN DE LÍNEAS DE MEJORA DE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) DE LA PERA EN DISTINTAS CONDICIONES DE CULTIVO.”**

**TRABAJO FIN DE MASTER**

**Marzo 2019**

**Autora: María Teresa Rodríguez Manzano**

**Tutor: D. Santiago García Martínez**

**Co-Tutor: Pedro Carbonell Cerdá**

## **Evaluación de líneas de mejora de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Muchamiel en distintas condiciones de cultivo.**

### **Resumen**

En este trabajo se ha evaluado el efecto de diferentes condiciones de cultivo (convencional, bajos insumos y condiciones salinas) sobre algunos caracteres agronómicos y de calidad (número de frutos recolectados, peso medio de los frutos, producción total, contenido en sólidos solubles y acidez) en una colección de líneas de tomate De la pera con distintas resistencias genéticas a virus, derivadas del Programa de mejora de la EPSO-UMH.

Sobre los caracteres productivos destaca la mayor incidencia de frutos con “peseta” en condiciones de bajos insumos en las líneas con resistencia a TYLCV. Sobre los caracteres de calidad, los frutos obtenidos en condiciones salinas son los que mayor contenido en sólidos solubles y acidez presentan, seguido por el cultivo convencional y por último el cultivo en bajos insumos.

**Palabras claves:** *Solanum lycopersicum*, tomate, De la pera, cultivares tradicionales, condiciones salinas, bajos insumos.

## **Evaluation of tomato improvement lines (*Solanum lycopersicum* L.) Muchamiel in different growing conditions.**

### **Abstract:**

In this work, the aim was to assess the effect of different growing conditions (conventional, low inputs, and saline conditions) regarding some agronomic and quality characteristics (number of fruit collected by plant, average fruit weight, total production, content of soluble solid particles, and acidity) in a collection of De la pera tomato lines with different levels of genetic resistance to viruses, derived from the improvement programme of the EPSO-UMH.

Regarding the productive characters, the highest incidence of fruits with blossom-end rot was obtained under low inputs conditions in the lines with resistance to TYLCV. On quality traits, the fruits obtained in saline conditions are those with the highest soluble solids content and acidity, followed by conventional cultivation and lastly, low-input conditions.

**Keywords:** *Solanum lycopersicum*, tomato, traditional cultivars, breeding lines, low inputs, saline conditions.

# ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	5
1.1.	ORIGEN Y DIFUSIÓN.....	5
1.2.	DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO.....	6
1.2.1.	SITUACIÓN TAXONÓMICA.....	6
1.2.2.	CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS Y FISIOLÓGICAS.....	6
1.2.3.	COMPOSICIÓN DEL FRUTO.....	9
1.3.	IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL TOMATE.....	11
1.3.1.	A NIVEL MUNDIAL Y EUROPEO.....	11
1.3.2.	A NIVEL NACIONAL.....	14
1.4.	VARIETADES TRADICIONALES DE TOMATE.....	17
1.4.2.	TOMATE DE LA PERA.....	19
1.4.3.	PROGRAMA DE MEJORA GENÉTICA.....	19
1.5.	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN A QUE PERTENECE ESTE TRABAJO FIN DE MÁSTER.....	23
2.	OBJETIVOS.....	25
3.	MATERIAL Y MÉTODOS.....	26
3.3.	MATERIAL VEGETAL EMPLEADO.....	26
3.4.	CONDICIONES DE CULTIVO.....	26
3.5.	INSTALACIONES.....	26
3.6.	MANEJO DEL CULTIVO.....	27
3.6.1.	SEMILLERO.....	27
3.6.2.	PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	27
3.6.3.	TRANSPLANTE.....	27
3.6.4.	MARCO DE PLANTACIÓN.....	27
3.6.5.	ENTUTORADO Y PODA.....	27
3.6.6.	FERTIRRIGACIÓN.....	28
3.6.7.	TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS.....	30
3.6.8.	RECOLECCIÓN.....	31
3.7.	PLANIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS.....	31
3.8.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	31
3.9.	CARACTERES ANALIZADOS EN EL ENSAYO.....	32
3.9.1.	CARACTERES PRODUCTIVOS.....	32
3.9.2.	CARACTERES CUALITATIVOS.....	32

3.9.2.1.	SÓLIDOS SOLUBLES. ....	33
3.9.2.2.	ACIDEZ. ....	33
3.10.	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.....	33
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1.	CARACTERES PRODUCTIVOS. ....	34
4.1.1.	PRODUCCIÓN TOTAL. ....	34
4.1.2.	PESO MEDIO DE LOS FRUTOS.....	35
4.1.3.	NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA.....	36
4.1.4.	PRODUCCIÓN TOTAL CON “PESETA”.....	38
4.1.5.	NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA CON “PESETA”. ....	39
4.2.	CALIDAD. ....	40
9.2.1.	SÓLIDOS SOLUBLES. ....	40
9.2.2.	ACIDEZ. ....	41
5.	CONCLUSIÓN.....	43
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	44

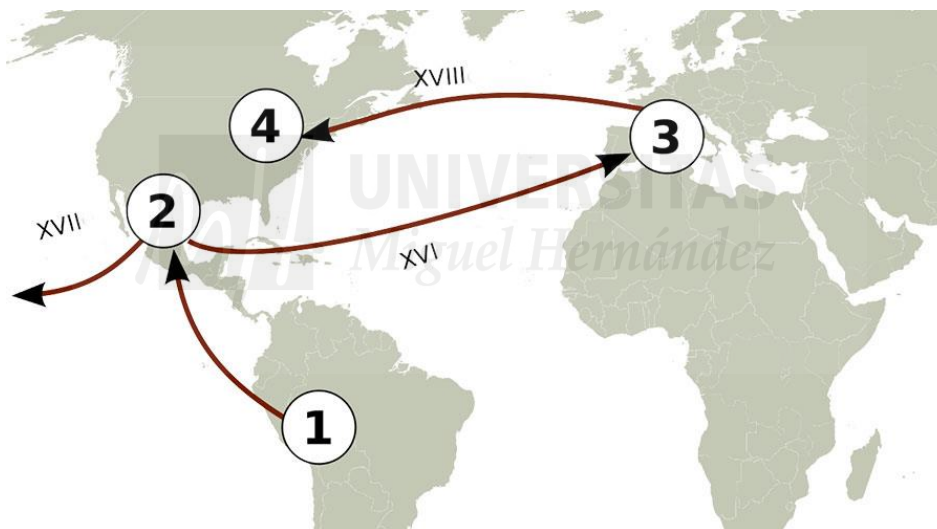
## 1. INTRODUCCIÓN.

### 1.1. ORIGEN Y DIFUSIÓN.

El tomate es originario del oeste de Sudamérica, concretamente en la región de los Andes que comparten Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, donde todavía crecen espontáneamente distintas especies de este género (*peruvianum*, *hirsutum*, *chilense*, entre otros). (Esquinas y Nuez, 2001).

Su cultivo se extendió por Centro América y el actual territorio mexicano. Los frutos eran como pequeñas bayas, y predominaban los de color amarillo y verde en vez de rojo.

Se piensa que fue en México donde se domesticó, a partir de la antigua variedad *cerasiforme* de *S. Lycopersicum* (Muller, 1940). Desde allí se difundió hacia el Viejo Mundo (Jenkins, 1948), cuando los españoles en el s. XVI trajeron el tomate al continente europeo (Hervey *et al.*, 2002).



**Figura 1.** Distribución del tomate. Fuente: Tomate canario (2016).

En Europa, la aceptación del tomate fue muy diferente de unos países a otros. En España e Italia, se utilizó desde su introducción para la alimentación humana, en el resto de países europeos fue únicamente utilizado como planta ornamental por su belleza y color de sus frutos.

En Italia está documentado su uso alimentario ya en 1554 (Rick, 1978). En España se documenta por primera vez el consumo de esta hortaliza en 1608 (Hamilton, 1976). Sin embargo, hasta el siglo XVIII no se realiza la primera descripción del cultivo en España, en la cual se establece que estaba ya completamente extendido por la península (Quer, 1762-1784).

Tomate es un vocablo que se introdujo en el año 1532 en la lengua castellana, según Corominas (1990). Procede de los términos tomatl o tomahuac de la lengua náhuatl de México, que genéricamente se aplica a la plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa (Montes y Aguirre, 1992). El uso indiferenciado de ambos vocablos por los primeros estudiosos españoles daría lugar a la fijación del vocablo tomate en España, mientras que en algunas partes de México se sigue empleando el vocablo jitomate.

A partir del siglo XIX, el tomate adquirió gran importancia económica mundial, hasta llegar a ser, junto con la patata, la hortaliza más difundida y predominante del mundo.

## 1.2. DESCRIPCIÓN DEL CULTIVO.

### 1.2.1. SITUACIÓN TAXONÓMICA.

El tomate es un planta dicotiledónea perteneciente a la familia de la solanáceas que es una de las más grandes e importantes entre las angiospermas, comprende unas 2800 especies agrupadas en 98 géneros (Olmstead y Bohs, 2007).

La primera clasificación taxonómica la realizó Linnaeus en 1753 y denominó al tomate cultivado como *Solanum lycopersicum*, posteriormente, Miller en 1754 le asigna el género *lycopersicon* y la especie *esculentum*, clasificación que es aceptada hasta que trabajos posteriores (Peralta *et al.*, 2006) propiciaron que se volviera a renombrar como *Solanum lycopersicum* L.

La familia de las Solanaceae, Según Hunzinker (1979), la taxonomía generalmente aceptada, es:

Clase: *Dicotyledoneas*

Orden: *Sonales (Personatae)*

Familia: *Solanaceae*

Subfamilia: *Solanoideae*

Tribu: *Solaneae*

Género: *Solanum*

Especie: *Lycopersicum*

### 1.2.2. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS Y FISIOLÓGICAS.

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta y, en las variedades determinadas su crecimiento es limitado mientras que es ilimitado en las indeterminadas (Angarita, 2009).

Se desarrolla bien en un amplio rango de latitudes, tipos de suelos, temperaturas, métodos de cultivo y es moderadamente tolerante a la salinidad (Chamarro, 2001).

Prefiere ambientes cálidos, con buena iluminación y drenaje. Temperaturas entre 25-30 °C son ideales para su desarrollo vegetativo, crecimiento y cuajado del fruto y no tolera fríos ni heladas. La exposición prolongada a temperaturas inferiores a 10 °C, una iluminación diurna inferior a 12 horas, un drenaje insuficiente o un abonado nitrogenado excesivo le afectan negativamente. (Nuez, 1995).

La semilla del tomate es aplanada y de forma lenticular con dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión, cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, es constituido, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. En el endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el escarolo inicial del embrión. La testa está constituida por un tejido duro e impermeable, recubierto de pelos, que envuelve y protege el embrión y el endospermo (Maroto, 1994).

Si se almacena por periodos prolongados se aconseja hacerlo a una humedad del 5,5 %. Una semilla de calidad deberá tener un porcentaje de germinación por encima del 95 % (Pérez *et al.*, 2000).

El tallo del tomate es grueso, pubescente, anguloso y de color verde. Mide entre 2 y 4 cm de ancho y es más delgado en la parte superior. En el tallo principal se forman tallos secundarios, nuevas hojas y racimos florales, y en la porción distal se ubica el meristemo apical, de donde surgen nuevos primordios florales y foliares (Monardes, 2009).



**Figura 2.** Tallo de tomate.

Inicialmente el tallo tiene una apariencia herbácea; está compuesto de epidermis con pelos glandulares, corteza, cilindro vascular y tejido medular (Escobar y Lee, 2009).

En un principio el porte del tallo es erguido, hasta que llega un momento en que por simples razones de peso rastrea por el suelo. El desarrollo del tallo es variable en función de los distintos cultivares, existiendo tres tipos fundamentales de crecimiento (determinado, indeterminado y semideterminado).

- Cultivares con tallos de crecimiento determinado: Son plantas cuyos tallos principales y lateral detienen su crecimiento después de un determinado número

de inflorescencias, según la variedad. Son de porte bajo y compacto y producen frutos durante un periodo relativamente corto. Su crecimiento se detiene después de la aparición de varios racimos de flor con la formación de un último racimo apical. La cosecha puede realizarse de una a tres veces durante el ciclo de cultivo.

- Cultivares con tallos de crecimiento indeterminado: Son plantas cuyos tallos principal y lateral crecen en un patrón continuo, siendo la yema terminal del tallo la que desarrolla el siguiente tallo. La floración, la fructificación y la cosecha se extienden por periodos muy largos, por lo que son usualmente cultivadas en invernaderos con tutoreo. Poseen condiciones adecuadas para un crecimiento continuo, dado que forman hojas y flores de manera ilimitada. La aparición de flores en los racimos y su grado de desarrollo son escalonados: las primeras flores del racimo pueden estar totalmente abiertas, mientras que las últimas aún no se abren.
- Cultivares con tallos de crecimiento semideterminado: Se caracterizan por la interrupción del crecimiento de sus tallos después de un determinado número de inflorescencias, usualmente en una etapa muy avanzada del ciclo del cultivo (Haifa Chemicals 2014).

Las hojas son pinnadas y compuestas. Presentan de siete a nueve folíolos peciolados que miden 4-60 mm x 3-40 mm, lobulados y con borde dentado, alternos, opuestos y, por lo general, de color verde, glanduloso-pubescente por el haz y cenicento por el envés. Se encuentra recubierta de pelos glandulares y dispuesto en posición alternada sobre el tallo (Monardes, 2009). La posición de las hojas en el tallo puede ser semierecta, horizontal o inclinada. Puede ser de tipo enana, hoja de papa, estándar, *peruvianum*, *pimpinellifolium* o *hirsutum* (IPGRI, 1996).

El racimo floral o inflorescencia está compuesto de varios ejes, cada uno de los cuales tiene una flor de color amarillo brillante. La inflorescencia se forma a partir del sexto o séptimo nudo, y cada una o dos hojas se encuentran las flores en plantas de hábito determinado, y en las de hábito indeterminado se forman a partir del séptimo o décimo nudo y cada cuatro hojas (Valadez, 1998).

La flor es perfecta y regular. Los sépalos, los pétalos y los estambres se insertan en la base del ovario. El cáliz y la corola constan de cinco o más sépalos y de cinco pétalos de color amarillo, que se encuentran dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135°. Poseen cinco o seis estambres que se alternan con los pétalos, formando los órganos reproductivos. El ovario tiene dos o más segmentos (Grayson y Sawhney, 1972) (Infoagro Systems S.L. 2016).





**Figura 3.** Flores de tomate.

El fruto es una baya bilocular o plurilocular, subesférica globosa o alargada, que se desarrolla a partir de un ovario de unos 5-10 mg y alcanza un peso final en la madurez que oscila entre los pocos miligramos y 600 g, en función de la variedad y las condiciones de desarrollo.

El fruto está unido a la planta por un pedicelo con un engrosamiento articulado que contiene la capa de abscisión y está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. En estado inmaduro es verde y, cuando madura, es rojo (EDIFORM 2006). Existen cultivares de tomate con frutos de color amarillo, rosado, morado, naranja y verde, entre otros.

La superficie de la baya puede ser lisa o acostillada y en su interior se delimitan claramente los lóbulos carpelares, que pueden variar entre 2 y 30, el diámetro de los frutos varía entre 3 y 16 cm (Nuez *et al.*, 1999).

El sistema radicular ayuda a la planta a anclarse al suelo o al sustrato, absorbe y transporta nutrientes y agua a la parte superior de la planta. Está constituido por la raíz principal y las raíces secundarias y adventicias; estas últimas son numerosas y potentes y no superan los 30 cm de profundidad (Monardes 2009, INTA 2014).

El interior de la raíz presenta tres partes: epidermis, córtex y cilindro vascular. La epidermis contiene pelos que absorben el agua y los nutrientes, mientras que el córtex y el cilindro vascular cumplen la función de transportar los nutrientes (Infoagro Systems S.L. 2016).

### **1.2.3. COMPOSICIÓN DEL FRUTO.**

El tomate tiene una porción comestible de 94 gramos por cada 100 gramos de producto fresco. Está compuesto principalmente por agua y su macronutriente mayoritario son los hidratos de carbono. Entre las vitaminas cabe destacar el contenido en vitamina A, básicamente en forma de carotenoides provitamina A y vitamina C. Una ración de tomate cubre el 61% de las ingestas recomendadas de vitamina C para la población de estudio. Entre los carotenoides no provitamina A están los licopenos cuya cantidad depende de la variedad cultivada (mucho mayor en los de «tipo pera»), del grado de madurez (mayor en los maduros) y del modo de cultivo y

forma de maduración (superior en los cultivados al aire libre y madurados en la planta). El tomate triturado o cocinado y su combinación con aceite, mejora la absorción del licopeno en nuestro organismo (F.E.N., 2013).

A continuación se muestra una tabla con la composición nutricional establecida por la Fundación Española de la Nutrición.

**Tabla 1.** *Composición nutricional según la Fundación Española de la Nutrición.*

	Por 100 g de porción comestible	Por ración (150 g)	Recomendaciones día-hombres	Recomendaciones día-mujeres
Energía (Kcal)	22	31	3000	2300
Proteínas (g)	1	1.4	54	41
Lípidos totales (g)	0.11	0.2	100-117	77-89
Hidratos de carbono (g)	3.5	4.9	375-413	288-316
Fibra (g)	1.4	2.0	>35	>25
Agua (g)	94	133	2500	2000
Calcio (mg)	11	15.5	1000	1000
Hierro (mg)	0.6	0.8	10	18
Yodo (yg)	7	9.9	140	110
Magnesio (mg)	10	14.1	350	330
Zinc (mg)	0.22	0.3	15	15
Sodio (mg)	3	4.2	<2000	<2000
Potasio (mg)	290	409	3500	3500
Fósforo (mg)	27	38.1	700	700
Tiamina (mg)	0.06	0.08	1.2	0.9
Riboflavina (mg)	0.04	0.06	1.8	1.4
Equivalentes niacina (mg)	0.8	1.1	20	15
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	0.11	0.16	1.8	1.6
Folatos (yg)	28	39.5	400	400
Vitamina B <sub>12</sub> (yg)	0	0	2	2
Vitamina C (mg)	26	36.7	60	60
Vitamina A: Eq. Retinol (yg)	82.3	116	1000	800
Vitamina D (yg)	0	0	15	15
Vitamina E (mg)	1.2	1.7	12	12

### 1.3. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL TOMATE.

#### 1.3.1. A NIVEL MUNDIAL Y EUROPEO.

El tomate es la hortaliza más importante en muchos países del mundo. Su cultivo está difundido a todos los continentes y en muchos casos representa una de las principales fuentes de vitaminas y minerales para las personas (Esquinas-Alcázar y Nuez, 1995). Se destina principalmente para consumo en fresco, pero también sirve como materia prima para elaborar diversos derivados, como pastas, sopas y deshidratados, entre otros.

En el año 2017, se cuenta con un área cosechada total de 4,848,384 hectáreas de las cuales se obtiene una producción total de 182,301,395 toneladas de tomate, a nivel mundial. El principal país productor de tomate en fresco es China Continental contando con un 34,8% más de producción que India, segundo país más productor. España es el octavo país más productor de tomates.

**Tabla 2.** Producción y área cosechada de los principales países más productores de tomate en el mundo. Fuente: FAOSTAT (2017). Consultado en febrero 2019.

PAIS	PRODUCCIÓN (t)	ÁREA COSECHADA (ha)
1. CHINA CONTINENTAL	59,514,773	1,028,454
2. INDIA	20,708,000	797,000
3. TURQUÍA	12,750,000	187,070
4. EE.UU.	10,910,990	126,070
5. EGIPTO	7,297,108	182,444
6. IRÁN	6,177,290	153,735
7. ITALIA	6,015,868	99,750
8. ESPAÑA	5,163,466	60,852
9. MÉXICO	4,243,058	92,993
10. BRASIL	4,230,150	61,534
<b>MUNDIAL</b>	<b>182,301,395</b>	<b>4,848,384</b>

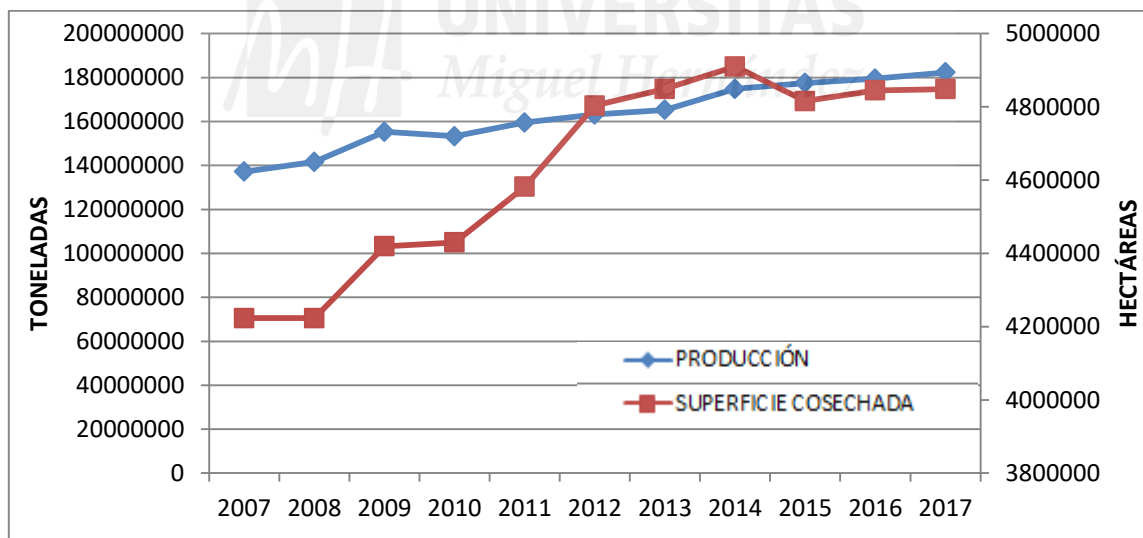
Los últimos datos disponibles de la FAO son del año 2017. Se observa como en los últimos 10 años se ha producido un aumento de la producción y del rendimiento del cultivo, en cambio la superficie cosecha es más o menos constante desde el año 2012.

El incremento del rendimiento ha dado lugar a un aumento creciente de la producción mundial. Para hacer frente a estos volúmenes se han producido una serie de cambios en la demanda final del producto: se ha producido un aumento de la diversidad, se han desarrollado nuevas variedades, se han mejorado y existe más variedad en cuanto al producto procesado se refiere, se han abierto nuevos mercados de exportación, etc.

**Tabla 3.** Producción, superficie y rendimiento a nivel mundial en el periodo 2007-2017. Fuente: FAOSTAT (2017). Consultado en febrero 2019.

AÑO	PRODUCCIÓN (t)	SUPERFICIE COSECHADA (ha)	RENDIMIENTO (hg/ha)
2007	137,166,468	4,223,228	324,765
2008	141,648,137	4,223,274	335,399
2009	155,308,602	4,419,382	351,426
2010	153,305,465	4,429,913	346,069
2011	159,515,827	4,582,022	348,134
2012	163,181,128	4,803,724	339,697
2013	165,295,864	4,848,787	340,902
2014	174,861,763	4,910,081	356,128
2015	177,501,042	4,815,762	368,584
2016	179,508,401	4,845,193	370,488
2017	182,301,395	4,848,384	376,004

En el siguiente gráfico se observa como la producción ha ido aumentando de forma más o menos constante y de forma lineal, alcanzándose la mayor producción de este periodo en 2017, año en que también se han aumentado los rendimientos. En cuanto al área cosechada se observa como hasta 2014 se produce un incremento de la superficie y a partir de ahí se produce un descenso, manteniéndose casi constante hasta el 2017 en el cual hay 4,848,384 hectáreas cultivadas.



**Gráfico 1.** Representación gráfica de los datos de la tabla 3.

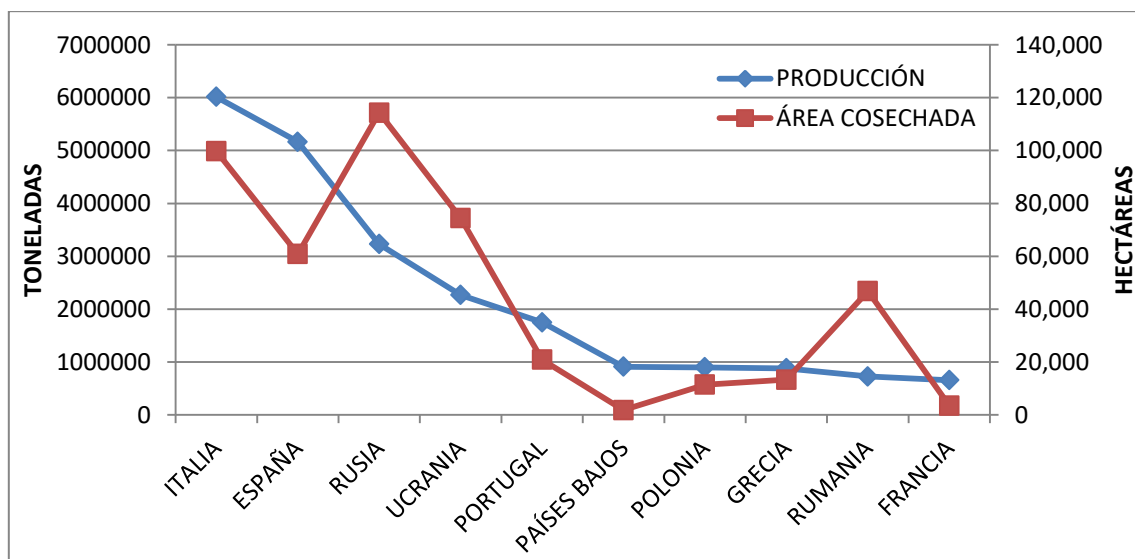
En Europa el país más productor es Italia con una producción de 6,015,868 toneladas. España, se encuentra en el segundo lugar con 5,163,466 toneladas.

**Tabla 4.** Producción y área cosechada de los principales países más productores de tomate en Europa. Fuente: FAOSTAT (2017). Consultado en febrero 2019.

PAIS	PRODUCCIÓN (t)	ÁREA COSECHADA (ha)
1. ITALIA	6,015,868	99,750
2. ESPAÑA	5,163,466	60,852
3. RUSIA	3,230,718	114,300
4. UCRANIA	2,267,460	74,400
5. PORTUGAL	1,747,634	20,873
6. PAÍSES BAJOS	910,000	1,790
7. POLONIA	898,012	11,442
8. GRECIA	879,000	13,300
9. RUMANIA	726,643	46,815
10. FRANCIA	656,408	3,504
<b>EUROPA</b>	<b>24,601,360</b>	<b>496,163</b>

En el gráfico 2 se observa que Italia es el mayor productor de tomates en fresco en Europa pero no es el que más superficie tiene cultivada, esto se debe a que tiene muy buenos rendimientos. Rusia es el que más superficie cultivada posee y es el tercer país más productor de Europa, esto es producido por factores que no pueden ser controlables como por ejemplo el clima y por lo tanto no adquiere un buen rendimiento del cultivo.

España, tiene una buena relación en cuanto a producción y superficie se refiere. Es el país que más diferencia positiva existe entre su superficie cultivada y su producción obtenida. Lo que indica que si España tuviera más superficie cultivada probablemente sería el principal productor europeo de tomates.



**Gráfico 2.** Representación gráfica de los datos de la tabla 4.

### 1.3.2. A NIVEL NACIONAL.

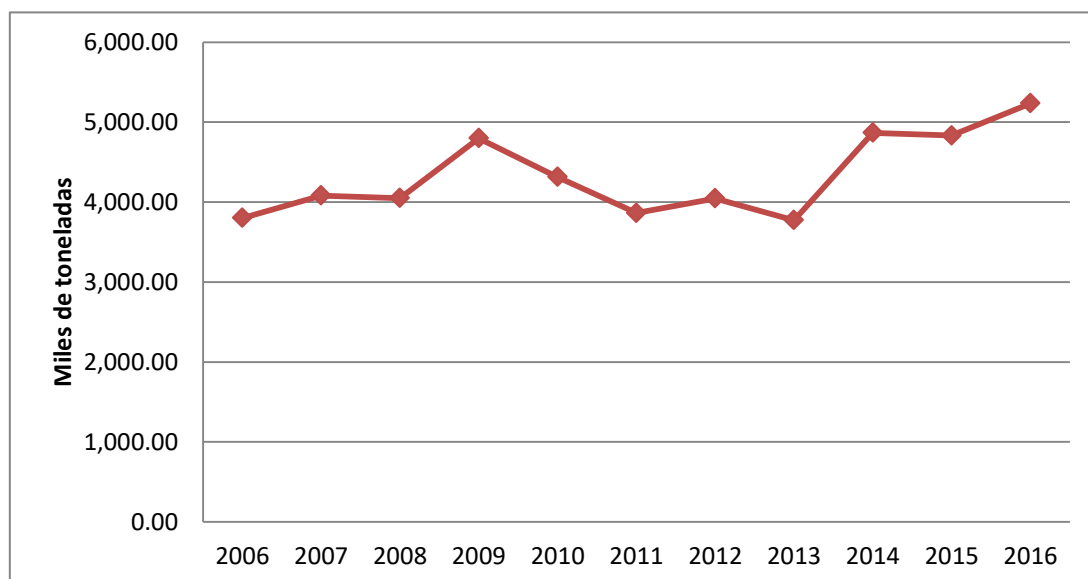
En España, se observa como en la última década se ha producido un aumento tanto de la superficie como del rendimiento y la producción. Sin embargo, el precio medio percibido por los agricultores es cada vez más bajo, siendo debido a la globalización de los mercados.

**Tabla 5.** Serie histórica de superficie, rendimiento, producción, precio y valor en 2016.

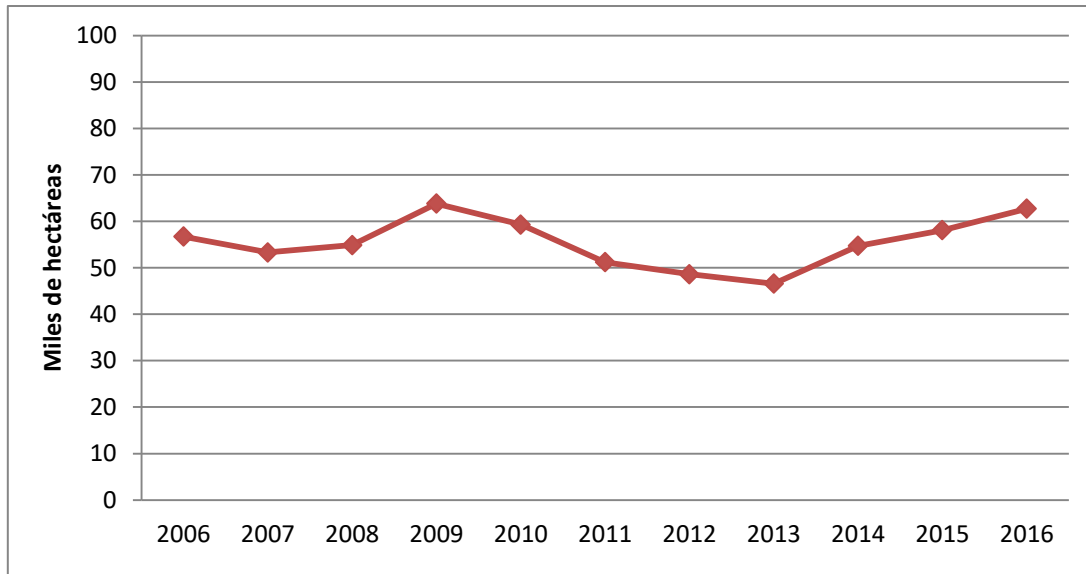
Fuente: Anuario de Estadística de 2017. MAPAMA.

Años	Superficie (miles de ha)	Rendimiento (kg/m <sup>2</sup> )	Producción (miles de t)	Precio medio percibido por los agricultores (€/100 kg)	Valor (miles de euros)
2006	56.7	6.70	3,800.60	37.24	1,415,325
2007	53.3	7.66	4,081.50	39.76	1,622,795
2008	54.9	7.38	4,049.80	37.25	1,508,533
2009	63.8	7.52	4,798.10	32.44	1,556,488
2010	59.3	7.28	4,312.70	37.78	1,629,341
2011	51.2	7.55	3,864.10	27.69	1,069,975
2012	48.6	8.32	4,046.40	30.04	1,215,542
2013	46.6	8.09	3,772.80	29.96	1,130,345
2014	54.7	8.90	4,865.50	28.99	1,410,497
2015	58.1	8.31	4,832.70	32.56	1,573,527
2016	62.7	8.34	5,233.50	28.12	1,471,672

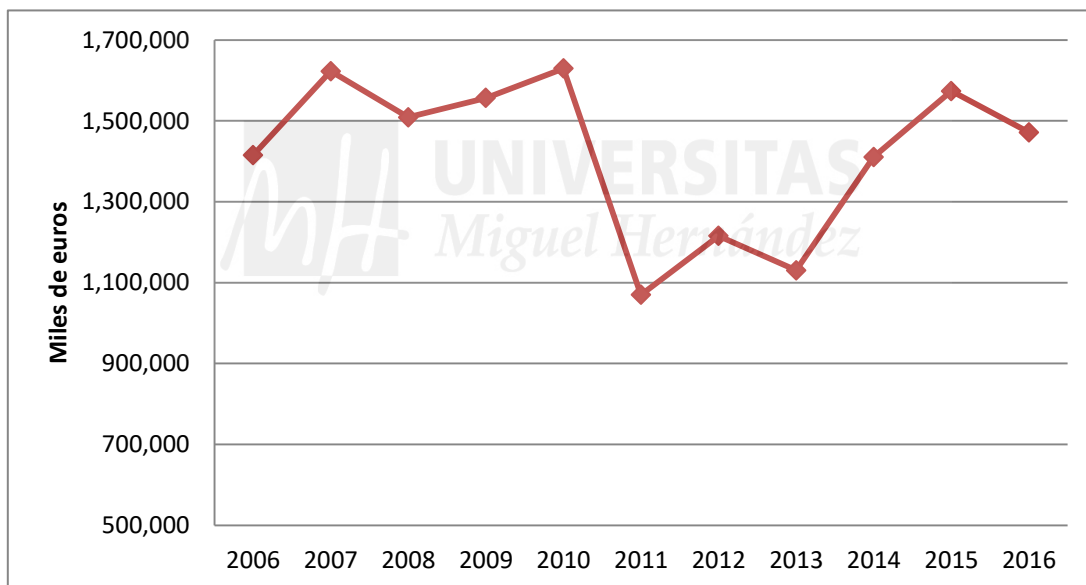
A continuación se muestran tres gráficos en los que se observa la evolución de la superficie, producción y el valor de los tomates a nivel nacional.



**Gráfico 3.** Evolución de la producción del tomate en la última década. Representación de la tabla 5.



**Gráfico 4.** Evolución de la superficie del tomate en la última década. Representación de la tabla 5.



**Gráfico 5.** Evolución del valor del tomate en la última década. Representación de la tabla 5.

Las Comunidades Autónomas más productoras de tomate son Andalucía, Extremadura y Murcia. La provincia más productora de las CC.AA. de Andalucía y Extremadura son Almería y de Extremadura, respectivamente.

**Tabla 6. Análisis provincial de superficie, rendimiento y producción en 2016. Fuente: Anuario de Estadística de 2017. MAPAMA.**

Provincias Y Comunidades Autónomas	Superficie (Hectáreas)				Rendimiento (Kg/Ha)			Producción (toneladas)
	Secano	Regadío		Total	Secano	Regadío		
		Aire libre	Protegido			Aire libre	Protegido	
A Coruña	-	59	235	294	-	49,230	77,720	21,169
Lugo	-	40	142	182	-	59,630	80,000	13,745
Ourense	-	47	180	227	-	57,850	91,120	19,121
Pontevedra	-	76	322	398	-	59,320	95,690	35,321
<b>Galicia</b>	-	<b>222</b>	<b>879</b>	<b>1,101</b>	-	<b>68,383</b>	<b>87,416</b>	<b>89,356</b>
<b>P. De Asturias</b>	<b>50</b>	<b>30</b>	<b>35</b>	<b>115</b>	<b>16,000</b>	<b>30,000</b>	<b>46,000</b>	<b>3,225</b>
<b>Cantabria</b>	<b>16</b>	-	-	<b>16</b>	<b>72,810</b>	-	-	<b>1,165</b>
Álava	-	44	11	55	-	18,000	59,000	1,441
Guipúzcoa	30	30	15	75	9,750	23,730	56,580	1,853
Vizcaya	50	65	49	164	8,750	18,900	48,600	4,047
<b>País vasco</b>	<b>80</b>	<b>139</b>	<b>75</b>	<b>294</b>	<b>9,125</b>	<b>19,658</b>	<b>51,721</b>	<b>7,341</b>
<b>Navarra</b>	-	<b>2,186</b>	<b>50</b>	<b>2,236</b>	-	<b>81,990</b>	<b>82,000</b>	<b>183,330</b>
<b>La rioja</b>	-	<b>195</b>	<b>19</b>	<b>214</b>	-	<b>71,000</b>	<b>105,000</b>	<b>15,840</b>
Huesca	-	30	1	31	-	75,800	156,000	2,430
Teruel	4	2	3	9	15,000	30,000	150,000	570
Zaragoza	34	688	2	724	16,250	74,999	92,500	52,337
<b>Aragón</b>	<b>38</b>	<b>720</b>	<b>6</b>	<b>764</b>	<b>16,118</b>	<b>74,907</b>	<b>131,833</b>	<b>55,337</b>
Barcelona	56	199	93	348	5,495	35,277	128,407	19,270
Girona	3	253	7	263	5,000	35,043	71,000	9,378
Lleida	-	182	15	197	-	33,122	79,560	7,222
Tarragona	-	426	26	452	-	34,668	69,808	16,584
<b>Cataluña</b>	<b>59</b>	<b>1,060</b>	<b>141</b>	<b>1,260</b>	<b>5,470</b>	<b>34,606</b>	<b>109,555</b>	<b>52,454</b>
<b>Baleares</b>	-	<b>330</b>	<b>60</b>	<b>390</b>	-	<b>34,875</b>	<b>50,000</b>	<b>14,509</b>
Ávila	-	8	7	15	-	38,200	88,200	923
Burgos	-	1	-	1	-	50,000	-	50
León	-	22	-	22	-	50,000	-	1,100
Palencia	-	3	2	5	-	40,000	52,500	225
Salamanca	-	30	5	35	-	30,500	38,000	1,105
Segovia	-	34	-	34	-	40,000	-	1,360
Soria	-	-	-	-	-	-	-	-
Valladolid	-	7	4	11	-	38,000	38,000	418
Zamora	-	5	4	9	-	24,450	100,000	522
<b>Castilla y León</b>	-	<b>110</b>	<b>22</b>	<b>132</b>	-	<b>38,535</b>	<b>66,564</b>	<b>5,703</b>
<b>Madrid</b>	-	<b>21</b>	<b>33</b>	<b>54</b>	-	<b>52,000</b>	<b>120,000</b>	<b>5,052</b>



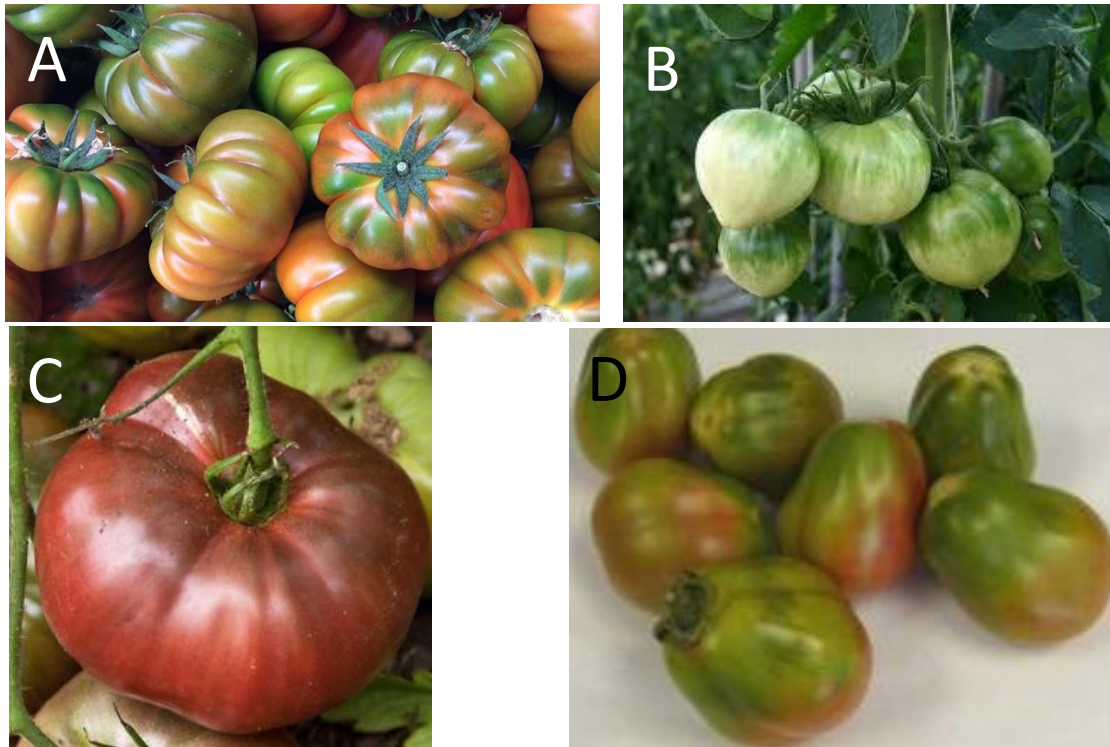
**Tabla 7.** Continuación de la tabla 6. Análisis provincial de superficie, rendimiento y producción en 2016. Fuente: Anuario de Estadística de 2017. MAPAMA.

Provincias Y Comunidades Autónomas	Superficie (Hectáreas)				Rendimiento (Kg/Ha)			Producción (toneladas)
	Secano	Regadío		Total	Secano	Regadío		
		Aire libre	Protegido			Aire libre	Protegido	
Albacete	-	190	33	223	-	85,800	160,000	21,582
Ciudad real	-	340	-	340	-	76,620	-	26,051
Cuenca	61	14	-	75	1,400	28,000	-	477
Guadalajara	16	18	-	34	15,000	20,000	-	600
Toledo	-	635	-	635	-	68,894	-	43,748
<b>Catilla-la Mancha</b>	<b>77</b>	<b>1,197</b>	<b>33</b>	<b>1,307</b>	<b>4,226</b>	<b>72,558</b>	<b>160,000</b>	<b>92,458</b>
Alicante	-	128	404	532	-	35,000	117,426	51,920
Castellón	38	491	20	549	7,663	35,697	54,985	18,918
Valencia	-	114	60	174	-	36,991	63,000	7,997
<b>C. Valenciana</b>	<b>38</b>	<b>733</b>	<b>484</b>	<b>1,255</b>	<b>7,663</b>	<b>35,777</b>	<b>108,099</b>	<b>78,835</b>
<b>R. De Murcia</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2,408</b>	<b>2,408</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>119,798</b>	<b>288,474</b>
Badajoz	-	21,521	-	21521	-	72,920	-	1,569,311
Cáceres	-	2,811	-	2811	-	72,115	-	202,715
<b>Extremadura</b>	<b>-</b>	<b>24,332</b>	<b>-</b>	<b>24,332</b>	<b>-</b>	<b>72,827</b>	<b>-</b>	<b>1,772,026</b>
Almería	-	104	10,836	10940	-	55,904	101,688	1,107,706
Cádiz	-	1,744	10	1754	-	29,014	36,216	50,962
Córdoba	7	237	5	249	12,500	35,000	98,000	8,872
Granada	-	726	3,290	4016	-	39,286	101,828	363,535
Huelva	-	187	-	187	-	48,290	-	9,030
Jaén	-	180	-	180	-	34,600	-	6,228
Málaga	16	271	618	905	4,000	40,000	79,000	59,726
Sevilla	81	7,535	100	7716	89,430	114,330	110,600	879,780
<b>Andalucía</b>	<b>104</b>	<b>10,984</b>	<b>14,859</b>	<b>25,947</b>	<b>71,109</b>	<b>89,294</b>	<b>100,790</b>	<b>2,485,839</b>
Las palmas	4	53	570	627	35,000	48,528	107,797	64,156
S.c. de Tenerife	-	43	220	263	-	40,000	76,010	18,442
<b>Canarias</b>	<b>4</b>	<b>96</b>	<b>790</b>	<b>890</b>	<b>35,000</b>	<b>44,708</b>	<b>98,945</b>	<b>82,598</b>
<b>ESPAÑA</b>	<b>466</b>	<b>42,355</b>	<b>19,894</b>	<b>62,715</b>	<b>25,176</b>	<b>75,242</b>	<b>102,289</b>	<b>5,233,542</b>

En cuanto a la superficie cultivada, el regadío se impone sobre el secano con más de 62,249 ha cultivadas, de las cuales, 42,355, representan cultivos al aire libre. A pesar de ser la quinta en cuanto a producción, Castilla La Mancha, presenta el mayor rendimiento nacional, llegando a los 160.000 kg/ha.

#### 1.4. VARIEDADES TRADICIONALES DE TOMATE.

Las variedades tradicionales de tomate proporcionan frutos de alta calidad, con un excepcional sabor, elevada solidez y carnosidad. Estos frutos se producen de forma local, por lo que fomentan la biodiversidad y recuperan sabores y tradiciones perdidas ante el auge de los cultivos comerciales.



**Figura 4.** Frutos de variedades tradicionales; Muchamiel (A), Valencianos (B), Morunos (C) y De la pera (D).

En muchos casos se emplea el ciclo de cultivo de primavera-verano con recolección desde Junio a Septiembre, de forma que se reduce la competencia del tomate de invernadero con ciclos de cultivo más tempranos que evitan el exceso de calor en verano.

Sin embargo, también presentan algunos defectos, como la falta de productividad. Estas variedades han sido seleccionadas durante años por los agricultores, que muchas veces han valorado el sabor de los frutos por encima de otras características como la producción. Además, durante el largo proceso de selección, el cultivo se realizó al aire libre con un abonado basado en el estercolado, por lo que no se trata de variedades adaptadas a los nuevos sistemas de cultivo: invernaderos, fertirrigación, etc.

Otra desventaja con respecto al tomate tradicional es que su baja resistencia a determinadas virosis ha hecho que su cultivo prácticamente haya desaparecido de determinadas zonas.

Por tanto, a la hora de abordar la recuperación del cultivo de estas variedades nos encontramos frente a tres puntos que podemos mejorar: productividad, adaptación a nuevos sistemas de cultivo y resistencia a enfermedades (Soler *et al.*, 2001).

Por todo ello los agricultores se decantan más por las variedades procedentes de semillas híbridas ya que suponen un menor riesgo y son más productivos que las variedades locales tradicionales.

### 1.4.2. TOMATE DE LA PERA.

En el sureste español existen diferentes variedades tradicionales de tomate como el “De la pera” de la Vega Baja del Segura, en Alicante, “Muchamiel” de Alicante, el “Tres Cascos” de Elche, el “Valenciano, los “Tomates Morunos”, o el “Flor de baladre” de Murcia.

El tipo varietal “De la pera” está formado por un grupo de variedades donde la forma aperlada de los frutos y su alta calidad organoléptica es lo que poseen en común.



**Figura 5.** Tomate “De la pera”.

El cultivo del tomate De la pera en la Vega Baja del Segura, comenzó a desaparecer a mediados del siglo pasado, debido a introducción de otros cultivos como el algodón, el cáñamo o la alcachofa, y a la introducción de variedades mejoradas de tomate, destinado principalmente a la industria conservera.

En aquellos tiempos, su cultivo estaba destinado principalmente a la industria conservera aunque una parte se destinaba al consumo en fresco. Actualmente todo el tomate que se produce en la Vega Baja se destina principalmente al consumo en fresco.

El principal problema de esta variedad tradicional, que amenaza gravemente su supervivencia, es que es sensible a todas y cada una de las virosis que afectan al tomate, lo que hace prácticamente imposible su cultivo, favoreciendo un progresivo abandono de su cultivo y sustitución por otras variedades modernas, en su mayoría híbridos F1 (Nuez *et al.*, 1998).

### 1.4.3. PROGRAMA DE MEJORA GENÉTICA.

Todas las variedades tradicionales de tomate tienen en común sus excepcionales características organolépticas, que las hacen muy apreciadas por parte de los consumidores locales. Sin embargo, son sensibles a todas y cada una de las virosis que afectan al tomate, lo que hace prácticamente imposible su cultivo, favoreciendo un

progresivo abandono de su cultivo y sustitución por otras variedades modernas, en su mayoría híbridos F1 (Nuez *et al.*, 1998). Este abandono supone una pérdida irreversible de diversidad genética, ya que, además de las claras diferencias apreciables a simple vista, como forma, tamaño o color, se ha comprobado que también existen para caracteres de calidad tanto entre los distintos tipos varietales como dentro de cada uno de ellos (Ruiz *et al.*, 2005a,b; Ruiz *et al.*, 2006). Por razones económicas, la mejora de estas variedades con un limitado mercado queda fuera de los programas de las empresas productoras de semillas, por lo que debe ser abordada preferentemente por organismos públicos (Nuez y Ruiz, 1999).

El programa de mejora genética comenzó en 1998 en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela de la Universidad Miguel Hernández. Con este programa se pretende introducir los genes de resistencia a las tres virosis más importantes que afectan al cultivo del tomate en el sureste español:

- ToMV – Tomato Mosaic Virus (Virus del Mosaico del Tomate)
- TSWV – Tomato Spotted Wilt Virus (Virus del Moteado del Tomate)
- TYLCV – Tomato Yellow Leaf Curl Virus (Virus del Rizado Amarillo del Tomate)

El método elegido para la introducción de estos genes resistentes fue una introgresión asistida por marcadores moleculares. Está compuesto por las siguientes etapas:

**-Caracterización agronómica de las variedades tradicionales y de la fuente de resistencia.** Para realizar un programa de mejora es vital conocer adecuadamente la variabilidad del material vegetal a utilizar, debido a su costoso trabajo. Para ello, se podrán definir adecuadamente los objetivos del plan de mejora, las estrategias más adecuadas y conocer es el mejor material vegetal para emplearlo en el programa. Es conveniente realizar una caracterización exhaustiva del material durante varios años para tener la seguridad a la hora de elegir las plantas a emplear en el programa de mejora. Para ello es importante que se estudien todos los parámetros (tanto agronómicos, organolépticos como de comportamiento en postcosecha).

En los años 1998, 1999 y 2000 se realizaron distintos ensayos, en el caso de este programa de mejora, en distintos sistemas productivos, en los que se caracterizó una colección de variedades de tomate “De la pera”, “Muchamiel” y “Morunos” fundamentalmente.

**-Realización de cruzamientos.** Se escogió el híbrido F1 Anastasia, de Seminis Vegetable Seeds, como fuente de resistencia, el cual contiene los genes *Sw-5*, *Ty-1* y *Tm-2a*. Resultó ser la que mejor comportamiento frente a las virosis citadas manifestó, entre todas las posibles fuentes de resistencia disponibles que se evaluaron.

Los cruces fueron realizados de forma manual, emasculando (eliminando los pétalos y estambres) las flores de las variedades tradicionales, antes de que se alcanzase la madurez del polen, depositando el polen de la fuente de resistencia en el estigma de la flor “castrada”. Era muy importante elegir bien las flores a polinizar, ya que si estas se encuentran en un estadio prematuro será más difícil su cuajado y si son demasiado maduras se pueden haber autofecundado con anterioridad.

De las flores cruzadas se eliminaron varios sépalos, quedando dos o tres, para poder distinguir con posterioridad los frutos que han sido cruzados de los que han sido autofecundados. Estos cruzamientos fueron realizados en el ciclo de primavera de 2001, durante los meses de marzo a junio, en un invernadero sin calefacción.

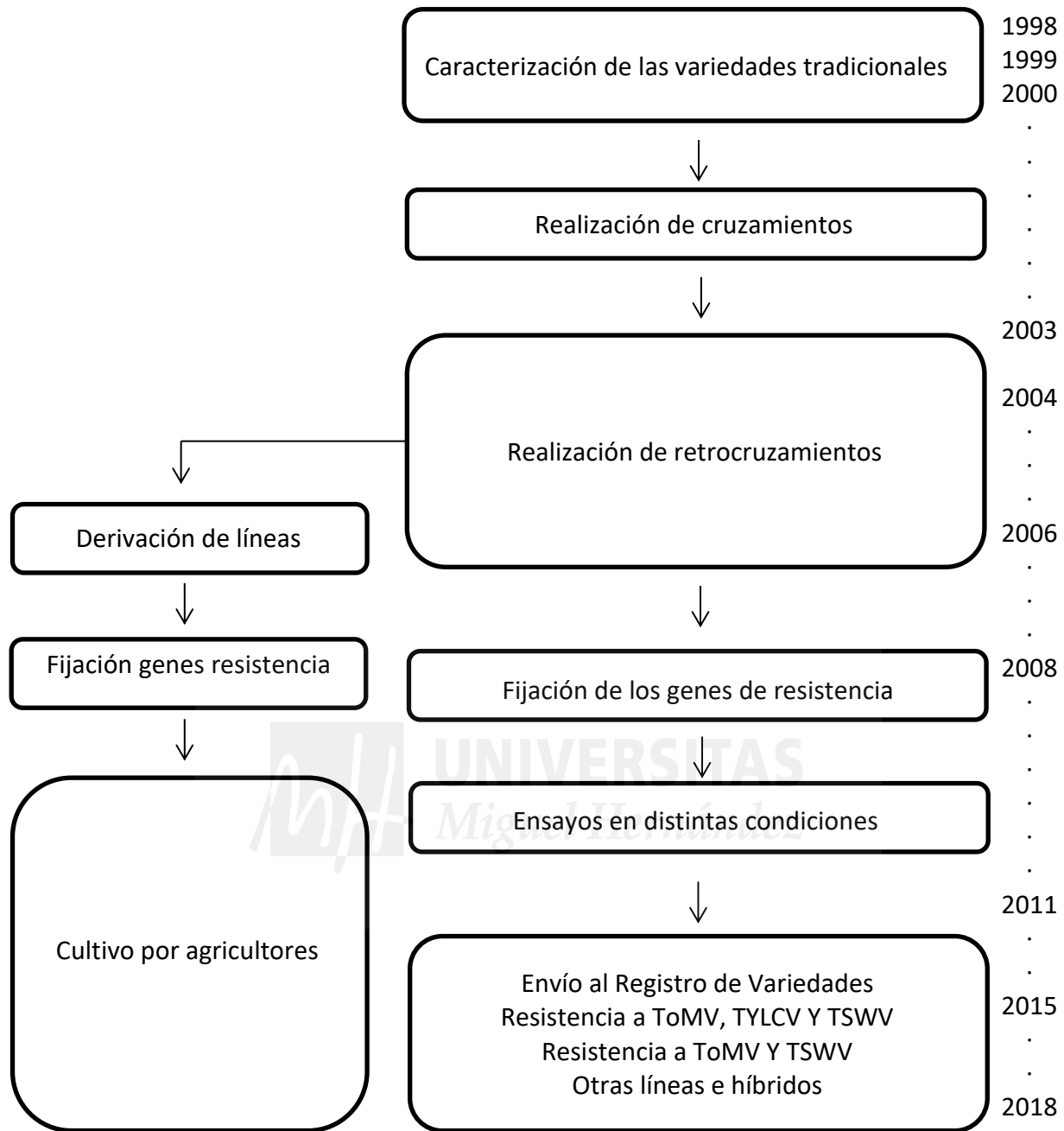
El porcentaje de frutos cuajados que producen semillas en nuestras condiciones oscila entre el 10 y 40 %. Esto puede variar debido a diferentes factores como las condiciones climáticas, la habilidad de la persona que lo realiza y sobre todo por la posición en la flor del ramillete.

**-Realización de retrocruzamientos.** Tras realizar los cruzamientos entre la variedad cultivada y la fuente de resistencia, se han de realizar cruzamientos de forma repetida de la descendencia con la variedad original, para recuperar las características agronómicas deseadas. En cada generación se han de desechar los individuos que no posean genes de resistencia o tolerancia.

De forma tradicional se ha llevado a cabo una selección fenotípica, evaluando cada individuo que ha sido inoculado con el virus y seleccionando aquellos que no mostraban los síntomas de la enfermedad.

También se han utilizado marcadores moleculares para la selección precoz de individuos portadores de todos los genes de interés. En las distintas generaciones de retrocruces se han utilizado de forma complementaria los marcadores moleculares para la selección genotípica y la selección fenotípica. Ambas técnicas no son excluyentes, habiéndose confirmado que el resultado óptimo se obtiene empleando una combinación de las dos técnicas (García-García, P., 2004).

**-Fijación de los genes de resistencia.** Una vez se considera que se han recuperado las características de la variedad original, los individuos con los genes de resistencia introducidos en heterocigosis se autofecundan para seleccionar los individuos homocigotos resistentes, y así tener los genes de resistencia fijados. Toda la planta obtenida de esta autofecundación serán individuos homocigotos resistentes, por lo que se puede recoger su semilla y volver a cultivar. En este programa de mejora se realizó a partir del sexto retrocruce.



**Figura 6.** Esquema del programa de mejora.

**-Selección de las mejores líneas.** Una vez fijadas las líneas, se seleccionan las mejores líneas de cada condición de cultivo, tanto agronómicamente como de calidad. Los primeros ensayos para seleccionar las mejores líneas se presentaron en varios Trabajos Fin de Carrera (Alonso, 2010; Serna, 2011; Olmo, 2011; Burguet, 2012; Del Espino, 2012; Ruiz, 2013).

**-Envío al registro.** El envío al Registro de Variedades Protegidas se creó para proteger los derechos del obtentor.

En 2011 se iniciaron los trámites para la inscripción en los Registros de Variedades Comerciales y Protegidas de las primeras obtenciones del Programa de Mejora. En 2013 se concedieron los Títulos de Obtención Vegetal de las líneas de mejora de tomate UMH 1200 (tipo Muchamiel) y UMH 1203 (De la pera). En 2017 se obtuvieron los Títulos de Obtención Vegetal de las líneas de mejora de tomate UMH 1139 (Muchamiel) y UMH 1422 y UMH 1415 (De la pera). Actualmente están en marcha los trámites de inscripción para otras líneas, que aparecen en la Tabla 7.

**Tabla 8.** Líneas inscritas en los registros, y en proceso, con su genotipo para los 3 genes de resistencia a virus.

Tipo varietal	Línea/híbrido	Resistencias ToMV-TYLCV-TSWV	Envío	Obtención Título
<b>Muchamiel</b>	UMH 1200	RR-RR-RR	2011	2013
<b>Muchamiel</b>	UMH 1139	RR-ss-RR	2013	2017
<b>De la pera</b>	UMH 1203	RR-RR-RR	2011	2013
<b>De la pera</b>	UMH 1422	RR-ss-ss	2013	2017
<b>De la pera</b>	UMH 1415	RR-ss-RR	2013	2017
<b>De la pera</b>	UMH 1353	RR-ss-RR	2014	2017
<b>De la pera</b>	UMH 1354	RR-ss-ss	2014	2017
<b>Híbrido Muchamiel</b>	UMH 1101 x IF	Rs-Rs-Rs	2014	2017
<b>Híbridos</b>	UMH 1200 x BfT	Rs-Rs-Rs	2017	2019
<b>Híbridos</b>	UMH 1200 x Costoluto	Rs-Rs-Rs	2017	2019
<b>Cherry</b>	UMH 1401	RR-ss-RR	2015	2018
<b>Cherry</b>	UMH 1401	RR-ss-RR	2015	2018
<b>Pera moruno</b>	UMH 1209	RR-RR-RR	2015	2018
<b>Pera moruno</b>	UMH 1155	RR-ss-RR	2017	2019

### 1.5. LINEA DE INVESTIGACIÓN A QUE PERTENECE ESTE TRABAJO FIN DE MÁSTER.

Este trabajo fin de máster forma parte del proyecto europeo “Traditional tomato varieties and cultural practices: a case for agricultural diversification with impact on food security and health of European population”, coordinado por el Dr. Antonio Granell del instituto de Biología Molecular y Celular de Plantas (IBMCP), centro mixto de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), en el que participa el Grupo de Mejora Genética de la EPSO-UMH. En este proyecto participan grupos de investigación de Inglaterra, Francia, Holanda, Italia, Grecia, Israel y España, además de varias empresas españolas. Su periodo de realización es de 3 años (mediados de 2015 a mediados de 2018).

Uno de los objetivos del proyecto es el estudio de la influencia de distintas condiciones de cultivo (convencional, bajos insumos y condiciones salinas) sobre distintos caracteres (de calidad, nutricionales, agronómicos, etc.) en una gran

colección de variedades tradicionales de tomate europeas, así como variedades tradicionales mejoradas.

En 2015 se cultivó en el invernadero de malla de la EPSO una colección de líneas de mejora Muchamiel en condiciones convencionales y de bajos insumos, cuyos resultados se recogieron, parcialmente, en los Trabajos Fin de Grado de Espuch (2015) y de Vañó (2016). A la vista de los resultados, en 2016 se incluyeron las condiciones de cultivo salinas y las líneas de mejora De la pera, manteniendo todo lo demás.



## 2. OBJETIVOS.

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de diferentes condiciones agronómicas (convencional, bajos insumos y salinas).

Se estudiará la influencia de estas condiciones sobre los caracteres cualitativos (sólidos solubles y acidez) y cuantitativos (número de frutos y peso de los mismos) en una colección de líneas de mejora de tomate De la pera con distintas resistencias genéticas a virus, derivadas del Programa de mejora de la EPSO-UMH.

### 3. MATERIAL Y MÉTODOS.

#### 3.3. MATERIAL VEGETAL EMPLEADO.

En el ensayo realizado en la E.P.S.O. se han estudiado tres líneas puras y un híbrido de tomate de la pera. Proceden del programa de mejora genética de la EPSO y son los siguientes:

UMH 1203 (con resistencia en homocigosis a 3 virus), UMH 1354 (con resistencia en homocigosis a 2 virus), UMH 1422 (con resistencia en homocigosis a 1 virus), y el híbrido UMH 1203 x 21 (con resistencia en heterocigosis a 3 virus). El genotipo para los distintos genes de resistencia de cada línea aparece en la tabla 8.

**Tabla 9.** Genotipo de las líneas e híbrido estudiados, para los 3 genes de resistencia introducidos. (*Tm-2<sup>a</sup>*, confiere resistencia a *Tomato Mosaic Virus*; *Ty-1*, confiere tolerancia a *Tomato Yellow Leaf Curl Virus*; *Sw-5*, confiere resistencia a *Tomato Spotted Wilt Virus*).

Línea-híbrido	Gen de resistencia		
	ToMV	TYLCV	TSWV
UMH 1203	RR	RR	RR
UMH 1354	RR	ss	RR
UMH 1422	RR	ss	ss
UMH 1203x21	Rs	Rs	Rs

#### 3.4. CONDICIONES DE CULTIVO.

El ensayo se ha realizado bajo tres condiciones de cultivo distintas y se ha llevado a cabo en un invernadero de malla de la Escuela Politécnica Superior de Orihuela de la Universidad Miguel Hernández de Elche:

- **Cultivo convencional.** En él se incorpora mediante el laboreo estiércol al suelo y se sigue una fertirrigación normal para el cultivo.
- **Cultivo salino.** En él, la incorporación del estiércol y la fertirrigación se realizan de la misma forma que en el cultivo convencional, pero en este se añade sal común al agua de riego hasta alcanzar conductividades de 6 ds/cm.
- **Cultivo de bajos insumos.** No se realiza abonado ni estercolado de fondo. El agua utilizada para el riego contiene conductividades inferiores a 0,8 ds/cm.

#### 3.5. INSTALACIONES.

El ensayo se ha realizado en un invernadero de malla, también llamado invernadero cortavientos, multicapilla. La malla con la que está cubierta la estructura del invernadero es de monofilamento transcarnado de densidad 6 x 9 o 10 x 16, según la zona, y el faldón perimetral que lo rodea es plástico de 800 galgas. Sus dimensiones

son las siguientes: 26 metros de ancho, 36 metros de profundidad, 4 metros de altura hasta el canal y 5 metros hasta la cumbrera.

### **3.6. MANEJO DEL CULTIVO.**

#### **3.6.1. SEMILLERO.**

Los semilleros se realizaron en los Semilleros José y Belén S.L., empresa situada en Albatera (Alicante). Se utilizaron bandejas de poliestireno expandido de 150 alvéolos. El sustrato utilizado fue turba rubia (80%) y turba negra (20%) enriquecida con fertilizantes.

#### **3.6.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO.**

En primer lugar se realizó una desinfección del terreno con metam-sodio. A continuación, en el terreno donde se colocó el cultivo convencional y salino se aplicaron 2 kg/m<sup>2</sup> de estiércol de oveja, de fondo, mientras que donde se colocó el cultivo de bajos insumos no se realizó ninguna aplicación.

Una vez realizadas estas tareas, se realizó una labor de subsolado y otra de fresadora. En las líneas de cultivo se instaló un acorchado negro para reducir el crecimiento de las malas hierbas y mantener la humedad del suelo.

#### **3.6.3. TRANSPLANTE.**

El trasplante se realizó cuando las plántulas tenían 50 días, con la ayuda de un plantador “tipo pato”.

#### **3.6.4. MARCO DE PLANTACIÓN.**

Para todas las condiciones de cultivo se utilizó la misma distribución a la hora de ser colocadas en el terreno. Las plantas se colocaron en dos filas pareadas, separadas 50 centímetros. Estas tenían 2 metros de separación entre ejes y la separación entre plantas era de 40 centímetros, por lo que en el invernadero de malla había una densidad de 2,5 plantas por m<sup>2</sup>.

#### **3.6.5. ENTUTORADO Y PODA.**

El entutorado se realizó sujetando al emparrillado de alambre de la parte superior de la estructura, hilos de rafia. Estos a su vez sujetaban a la planta mediante anillas de plástico.

Para la poda, se decidió dejar una guía o tallo. Los brotes laterales (o axilares) eran eliminados cada 7-10 días.

Para evitar la transmisión del virus del mosaico del tomate entre las plantas de variedades tradicionales, que son sensibles, los cuchillos utilizados en la poda se limpiaban con lejía con frecuencia y los guantes eran sustituidos.

### 3.6.6. FERTIRRIGACIÓN.

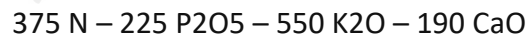
El agua utilizada para el riego tanto del cultivo convencional como del salino es almacenada en la balsa que se encuentra en la EPSO, y procede del río Segura. Para el cultivo en bajos insumos, se utilizó agua potable para tener la seguridad de que no se aporta ningún fertilizante.

Para todos los cultivos se ha utilizado riego localizado por goteo. Los emisores son autocompensantes y tienen un caudal de 1,6 l/h.

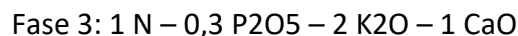
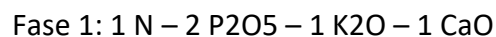
También, tanto el riego como la fertilización variaban dependiendo la fase de desarrollo del cultivo, distinguiéndose 3 fases:

- Fase 1: Desde la plantación hasta la aparición del tercer racimo floral.
- Fase 2: Final de la fase 1 hasta el viraje de color de los primeros frutos.
- Fase 3: Final de la fase 3 hasta el final del cultivo.

La fórmula de abonado utilizada para los cultivos convencional y salido fue la siguiente:



La distribución de estas unidades fertilizantes a lo largo del cultivo siguió las siguientes proporciones:



Al cultivo salino se le incorporaba en el riego cloruro de sodio hasta conseguir la conductividad eléctrica (CE) deseada en cada fase. Este fue adquirido en una fábrica de salazones.

En el cultivo de bajos insumos, como ya se ha comentado anteriormente, no se aplicaron fertilizantes.

La CE de la solución de riego en cada una de las condiciones ambientales, se midió de forma diaria. Además cada dos días se midió la CE de las sondas dispuestas a: 15, 30 y 60 centímetros de profundidad. Se recogen los valores promedios semanales en la Tabla 9.

**Tabla 10.** Conductividad media semanal del agua de riego y las muestras de las sondas.

Semana	Salino				Bajos Insumos				Convencional			
	Riego	Sondas (cm)			Riego	Sondas (cm)			Riego	Sondas (cm)		
	R1	15	30	60	R2	15	30	60	R3	15	30	60
09/04 - 15/04	3.52				0.77				3.52			
16/04 - 22/04	2.85				0.56				2.82			
23/04 - 29/04	2.84				0.61				2.84			
30/04 - 06/05	3.34				0.57				3.40			
07/05 - 13/05	3.58	6.79	7.09	7.08	0.72	1.39	1.80	2.46	3.58	6.01	5.94	6.20
14/05 - 20/05	3.58	6.99	7.38	7.41	1.10	1.44	1.68	2.08	3.52	5.84	5.94	5.99
21/05 - 27/05	4.51	7.77	7.26	7.39	0.95	1.61	1.65	1.75	3.61	6.58	5.90	6.11
28/05-03/06	3.33	8.28	7.26	7.37	0.70	1.47	1.60	1.71	2.89	6.93	6.39	6.52
04/06 - 10/06	4.89	7.86	8.33	7.14	1.22	1.58	1.64	1.70	3.28	5.73	5.78	6.48
11/06 - 17/06	6.15	8.84	8.67	7.52	0.85	1.58	1.62	1.72	3.18	5.90	6.01	6.64
18/06 - 24/06	6.21	10.08	10.15	7.45	0.91	1.55	1.65	1.51	3.31	5.82	5.99	6.37
25/06-01/07	6.31	11.07	10.40	8.18	1.05	1.59	1.66	1.60	3.31	6.75	6.49	6.11
02/07 - 08/07	6.20	6.98	9.85	10.12	0.91	1.62	1.66	1.47	3.32	7.98	7.16	6.15
09/07 - 15/07	6.21	11.74	10.60	10.01	0.89	1.59	1.69	1.25	3.34	5.12	7.64	6.81
16/07 - 22/07	5.65	11.85	11.46	10.20	0.92	1.52	1.68	1.20	3.33	8.81	7.69	7.18
23/07 - 24/07	6.33	10.53	9.62	9.98	0.89	1.59	1.67	1.32	3.44	8.81	7.99	7.39
30/07-05/08	6.38	11.26	10.52	10.19	0.85	1.63	1.72	1.56	3.35	10.02	8.62	7.87

Tanto para el cultivo convencional como salino se aportaron distintos productos para cubrir las necesidades de micronutrientes. En el cultivo de bajos insumos no se aplicaron.

**Tabla 11.** *Productos con aporte de micronutrientes.*

Nombre Comercial	Composición
Pitca	Calcio 6%
Isabion Riego	N 5.7% + P 5.4% + K 7% + Aminoácidos 6%
Brotomax	N, P, K (5-0-0) Urea, cobre (1.75%), Manganeso (0.75%), Zinc (0.5%)

### 3.6.7. TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS.

Los tratamientos fitosanitarios se realizaban cada 10-15 días. Las plagas con mayor incidencia durante el ensayo fueron; trips (*Frankliniella occidentalis*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y tuta (*Tuta absoluta*). Otras plagas y enfermedades con menor incidencia durante el ensayo fueron plusia (*Chrysodeixis chalcites*), araña roja (*Tetranychus urticae*), oídio o mancha amarilla (*Leveillula taurica*) y vasates (*Aculops lycopersici*).

A continuación se muestran los productos autorizados para el cultivo del tomate.

**Tabla 12.** *Productos para tratamientos fitosanitarios.*

Nombre Comercial	Materia Activa
Aphox	Pirimicarb 50% [WG] p/p
Bacillus B-Tec 32	<i>Bacillusthuringiensis</i>
Bravo 50 SC	Clortalonil 50% p/v
Cal Ex Avance	Abamectina
Costar	Bacillus thuringiensis 18% w/w
DoamMojante	Alcohol Isotrideciloetoxilado 20%
Doryoku	Etoxazol 11% [SC] p/v
Eradiocoat	Maltodextrina 59,8% p/v
Feromona <i>Tuta absoluta</i>	Feromona
Kumulus DF	Azufre 80%
Movento O-Teq	Spirotetramat 15% p/v
Oberon	Spiromesifen 24% p/v
Reldan	Metil clorpirifos 22,4 % p/v
Ridomil Gold MZ Pepite	Mancozeb 64% p/p + Metalaxyl-M 3.9% p/p
Rufast Avance	Acrinatrín 7.5% p/v
Voliam targo	Abamectina 1,8 % + Clorantraniliprole 4,5 % [SC] p/v

### 3.6.8. RECOLECCIÓN.

La recolección de los frutos se realizaba semanalmente, cuando estos tenían al menos la mitad de la superficie de color rojo.

### 3.7. PLANIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS.

En la siguiente tabla se muestran las labores más importantes realizadas durante el cultivo, así como las 5 recolecciones que se llevaros a cabo en las distintas condiciones.

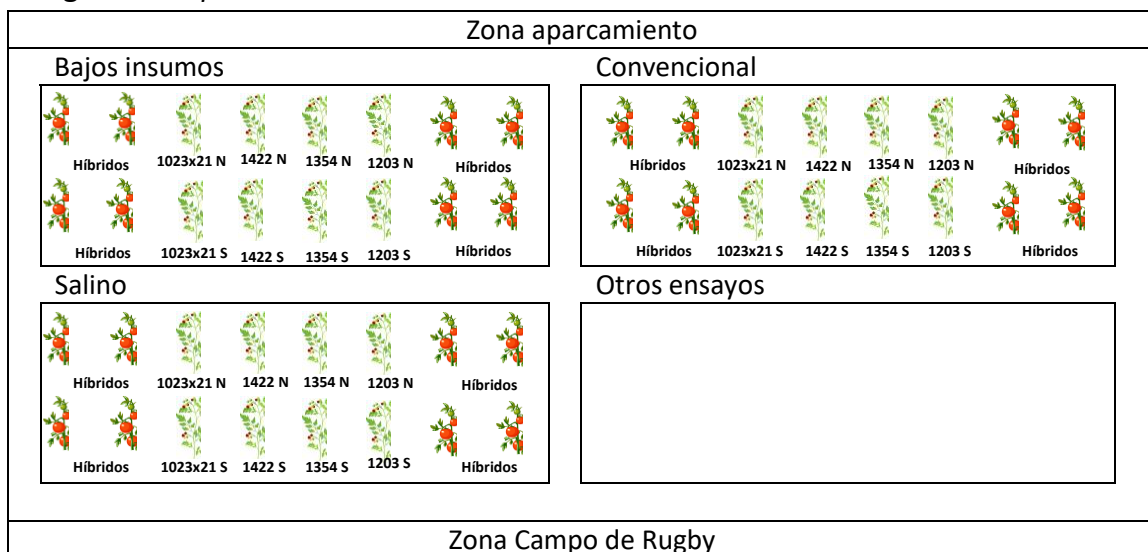
**Tabla 13.** *Calendario de cultivo.*

Tarea	Fecha
Siembra	05/02/2018
Trasplante	27/03/2018
Entutorado	24/04/2018
1º recolección	02/07/2018
2º recolección	09/07/2018
3º recolección	16/07/2018
4ª recolección	23/07/2018
5ª recolección	30/07/2018
Medida	3-4/09/2019

### 3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL.

En el ensayo se colocaron 2 repeticiones de 5 a 7 plantas de cada línea, variedad o cruce orientadas de norte a sur. Al principio y final de cada línea de cultivo se colocaron dos plantas híbridas como borde.

**Figura 7.** *Disposición de las líneas en el invernadero.*



### 3.9. CARACTERES ANALIZADOS EN EL ENSAYO.

#### 3.9.1. CARACTERES PRODUCTIVOS.

##### 3.9.1.1. PRODUCCIÓN TOTAL.

La producción total es la suma de todos los frutos recolectados de cada una de las plantas presentes en el ensayo, expresado en kg/planta.

##### 3.9.1.2. PESO MEDIO TOTAL DEL FRUTO.

Es la media de los pesos de todos los frutos recolectados. Las medidas fueron tomadas en gramos, sin decimales.

##### 3.9.1.3. NÚMERO DE FRUTOS TOTAL POR PLANTA.

El número de frutos total por planta se obtuvo contabilizando todos los frutos de cada una de las plantas presentes en el ensayo después de cada recolección.

##### 3.9.1.4. PRODUCCIÓN TOTAL CON PODREDUMBRE APICAL O “PESETA”.

La producción total con podredumbre apical o “peseta” es la suma de todos los frutos recolectados de cada una de las plantas con esta fisiopatía presentes en el ensayo, expresado en g/planta.

##### 3.9.1.5. NÚMERO DE FRUTOS CON PODREDUMBRE APICAL O “PESETA”.

El número de frutos total con podredumbre apical o “peseta” por planta se obtuvo contabilizando todos los frutos con esta fisiopatía de cada una de las plantas presentes en el ensayo después de cada recolección.

#### 3.9.2. CARACTERES CUALITATIVOS.

El estado de maduración de los frutos determina los valores de la acidez y sólidos solubles, por lo que es importante que los frutos analizados tengan un estado de maduración lo más homogéneo posible. Por ello, tras cada recolección se seleccionaban los frutos maduros más homogéneos posibles en cuanto a la maduración de cada línea, para medir los sólidos solubles y la acidez en el laboratorio. Para cada una de las repeticiones de cada línea, se seleccionaron 4 lotes compuestos por 4 y 6 frutos, que se cortaban en trozos, para triturarlos con una batidora doméstica.

El triturado era guardado en tubos falcón de 50 mililitros, etiquetados con el nombre de la línea, la repetición y la orientación, que se guardaron en un congelador a -15°C para su posterior análisis, en septiembre de 2018.



Para realizar las mediciones tanto de los sólidos solubles como de acidez, se descongelaron las muestras, una vez estas se descongelaron se equilibraron por parejas, y se centrifugaron a 3.500 rpm durante 1 minuto. A continuación, se eliminó gran parte de la pulpa que quedaba en la superficie del tubo dejando el sobrenadante, luego se equilibraron de nuevo y se volvían a centrifugar a 3.500 rpm durante 5 minutos. El sobrenadante sin pulpa de cada tubo era utilizado para realizar la medida por duplicado.

#### 3.9.2.1. SÓLIDOS SOLUBLES.

Los sólidos solubles están constituidos principalmente por azúcares, en su gran mayoría por glucosa y fructosa que se encuentran en proporciones similares. Estos, se midieron por duplicado con un refractómetro digital Atago, expresándose el resultado en grados Brix.

#### 3.9.2.2. ACIDEZ.

La acidez se analizó con el sobrenadante, sin pulpa, obtenido tras la segunda centrifugación, utilizado también para medir el contenido de sólidos solubles.

La acidez también fue valorada por duplicado con NaOH en concentración 0,1 N hasta pH 8,01 con un pHmetro pHmatic 23 CRISON, expresando el resultado en gramos de ácido por cada 100 gramos de sobrenadante.

### 3.10. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.

Se realizó un análisis de la varianza multifactorial utilizando dos factores: la variedad (cuatro líneas (1203, 1354, 1422 y 1203x21)) y las condiciones ambientales (convencional, salina y bajos insumos).

Si se encuentran diferencias significativas tras el análisis realizado, se aplica un contraste post-hoc de Newman-Keuls, para determinar la diferencia significativa entre los valores medios de cada medida analizada. El análisis se realizó con el programa STATGRAPHICS PLUS versión 3.1 para Windows.

El análisis de los caracteres productivos se realizó con los valores individuales de cada planta, en cambio, los caracteres de calidad se realizó con los valores de cada repetición.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1. CARACTERES PRODUCTIVOS.

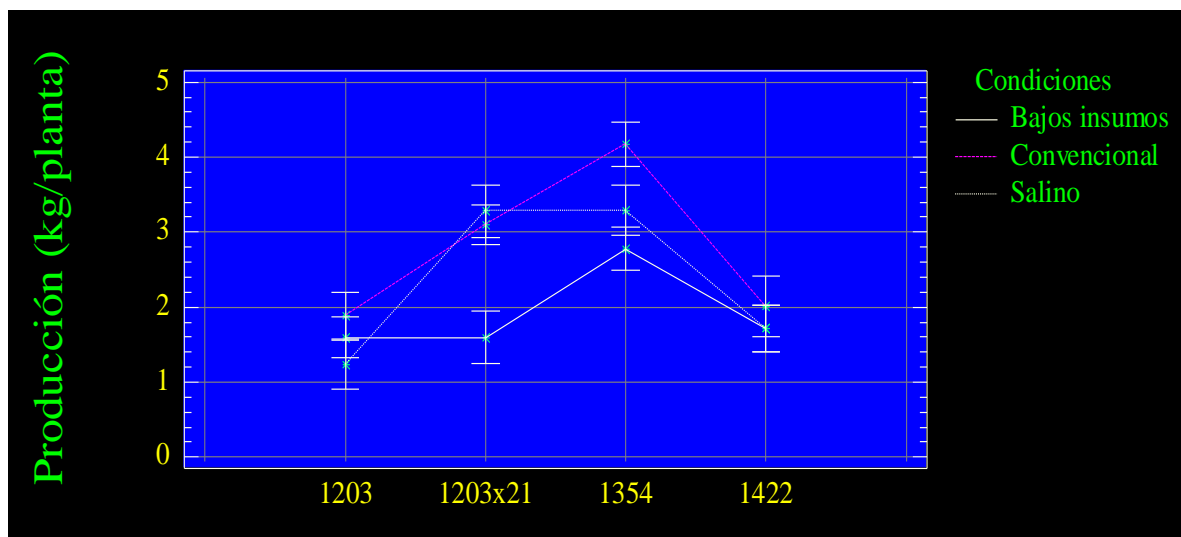
#### 4.1.1. PRODUCCIÓN TOTAL.

En el análisis de la varianza realizado para la producción total se observa que existen diferencias significativas tanto para las líneas de cultivo como para las distintas condiciones empleadas. La interacción entre estos factores también es significativa, como se muestra en la tabla 14.

**Tabla 14.** Análisis de la varianza multifactorial (variedad y condiciones de cultivo) para la producción total.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grado libertad	Cuadrados medios	F	Nivel de significación
<b>Efectos principales</b>					
A: Línea	$6.42469 \times 10^7$	3	$2.14156 \times 10^7$	43.73	< 0.0001
B: Condiciones	$1.48534 \times 10^7$	2	$7.42672 \times 10^6$	15.17	< 0.0001
<b>Interacciones</b>					
AB: Línea - Condiciones	$1.33622 \times 10^7$	6	$2.22703 \times 10^6$	4.55	0.0004
Residual	$5.28896 \times 10^7$	108	489,718.0		
Total (corregido)	$1.48094 \times 10^8$	119			

Al ser la interacción entre los factores significativa no se puede utilizar el test de rango múltiple, si no que se debe utilizar una gráfica de interacción (Figura 8).



**Figura 8.** Gráfica de Interacción para la Producción total para las diferentes líneas y condiciones de cultivo. Las barras corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de confianza.

Para la producción total se puede ver como las líneas 1203 y 1422 no muestran diferencias significativas entre las distintas condiciones ni entre sus líneas. En el estudio realizado por Salinas en 2017, es la línea 1203 la que no muestra diferencias significativas entre sus condiciones, y en cambio, en la línea 1422 sí que se observan diferencias entre el cultivo convencional y bajos insumos y salino.

El híbrido 1203x21 muestra diferencias significativas entre el cultivo salino y convencional con el de bajos insumos, mientras que la línea 1354 muestra diferencia entre las condiciones salinas y bajos insumos con el convencional.

La línea 1354 es la que alcanza mayor producción en convencional y bajos insumos, mientras que en salino se alcanza la misma producción que el híbrido 1203x21, con el que se establecen diferencias significativas en el cultivo para las condiciones de bajos insumos y convencional. En el trabajo de Salinas (2017), el híbrido 1203x21 y la línea 1354 son los que obtienen más producción en convencional, pero el híbrido 1203x21 muestra diferencias significativas entre las condiciones salinas y bajos insumos y la línea 1354 no muestra diferencias con las otras condiciones.

En ambos trabajos ocurre que el híbrido 1203x21 obtiene más producción que la línea 1203 tanto en convencional como en salido, por lo tanto se puede sugerir que la introducción de genes de resistencia dominantes en heterocigosis es más interesante que en homocigosis.

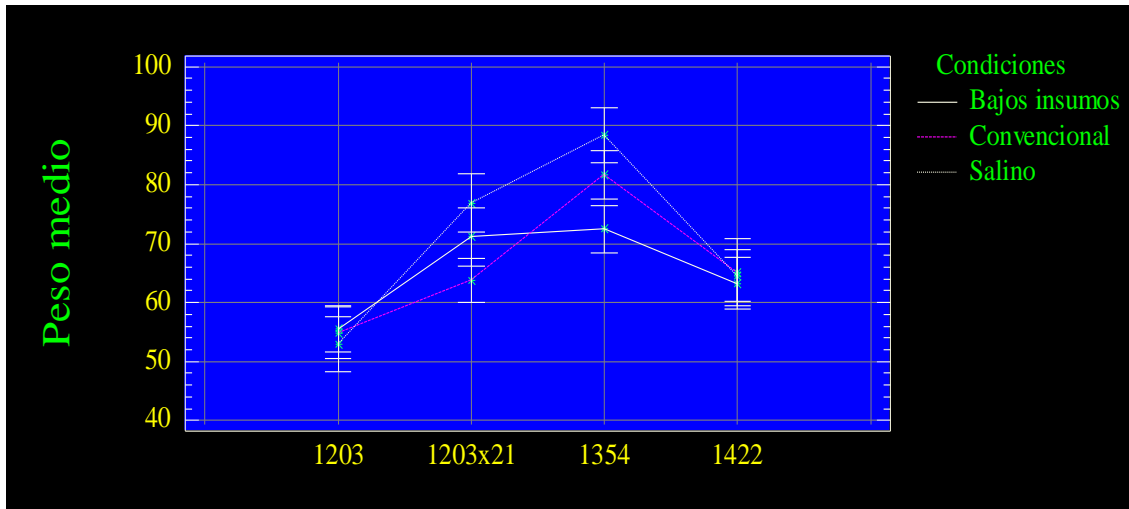
#### 4.1.2. PESO MEDIO DE LOS FRUTOS.

En el análisis de la varianza realizado para el peso medio de los frutos se observa que existen diferencias significativas para las líneas de cultivo, en cambio no las hay para las distintas condiciones empleadas. La interacción entre estos factores sí que es significativa.

**Tabla 15.** *Análisis de la varianza multifactorial (variedad y condiciones de cultivo) para la peso medio.*

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grado libertad	Cuadrados medios	F	Nivel de significación
<b>Efectos principales</b>					
A: Línea	11,456.8	3	3,818.93	38.85	< 0.0001
B: Condiciones	563.261	2	281.631	2.87	0.0613
<b>Interacciones</b>					
AB: Línea – Condiciones	1,690.46	6	281.744	2.87	0.0125
Residual	10,615.1	108	98.288		
Total (corregido)	29,705.9	119			

Al ser la interacción entre los factores significativa no se puede utilizar el test de rango múltiple, si no que se debe utilizar una gráfica de interacción (Figura 9).



**Figura 9.** Gráfica de Interacción para el Peso medio (g/fruto) para las diferentes líneas y condiciones de cultivo. Las barras corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de confianza.

En general no existen diferencias significativas entre las distintas condiciones, pero si las hay puntualmente en el híbrido 1203x21 entre las condiciones salinas y convencional y en la línea 1354 entre las condiciones salinas y bajos insumos, siendo en ambos casos el peso medio de los frutos mayor en condiciones salinas. Tanto en la línea 1203 como en la 1422 no existen diferencias significativas entre las distintas condiciones estudiadas.

En el estudio realizado por Salinas (2017), se obtienen valores similares excepto en la línea 1422 es la única en la que existen diferencias significativas entre todas las condiciones y entre las líneas.

Con estos resultados, no se puede afirmar el efecto de las condiciones de cultivo en el peso medio de los frutos.

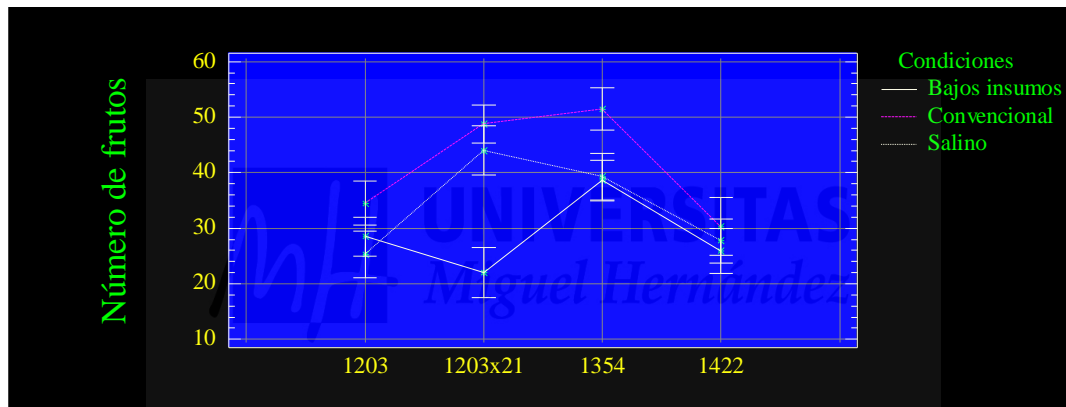
#### 4.1.3. NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA.

En el análisis de la varianza realizado para el número de frutos por planta se observa que existen diferencias significativas tanto para las líneas de cultivo como para las distintas condiciones empleadas. La interacción entre estos factores también es significativa, como se muestra en la tabla 16.

**Tabla 16.** Análisis de la varianza multifactorial (variedad y condiciones de cultivo) para el número de frutos por planta.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grado libertad	Cuadrados medios	F	Nivel de significación
<b>Efectos principales</b>					
A: Línea	4,562.58	3	1,520.86	18.77	< 0.0001
B: Condiciones	3,085.85	2	1,542.92	19.04	< 0.0001
<b>Interacciones</b>					
AB: Línea - Condiciones	2,199.04	6	366.507	4.52	0.0004
Residual	8,751.62	108	81.0335		
Total (corregido)	19,585.8	119			

Al ser la interacción entre los factores significativa no se puede utilizar el test de rango múltiple, si no que se debe utilizar una gráfica de interacción (Figura 10).



**Figura 10.** Gráfica de Interacción para el Número de frutos por planta para las diferentes líneas y condiciones de cultivo. Las barras corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de confianza.

En las líneas 1203 y 1354 se obtiene un mayor número de frutos en convencional que en condiciones salinas, además en la línea 1354 también es mayor que en bajos insumos. Existen diferencias significativas entre las condiciones salinas y convencional con bajos insumos en el híbrido 1203x21. Hay una diferencia de 24 frutos entre bajos insumos y convencional. La línea 1422 no muestra diferencias significativas entre las distintas condiciones.

En el estudio realizado por Salinas (2017), en la línea 1203 y 1354 se obtienen valores similares, no existiendo en este caso diferencias significativas en la 1354 entre convencional y salino. En el híbrido 1203x21 y en la línea se observa una menor cantidad de frutos en condiciones salinas y en bajos insumos, respectivamente.

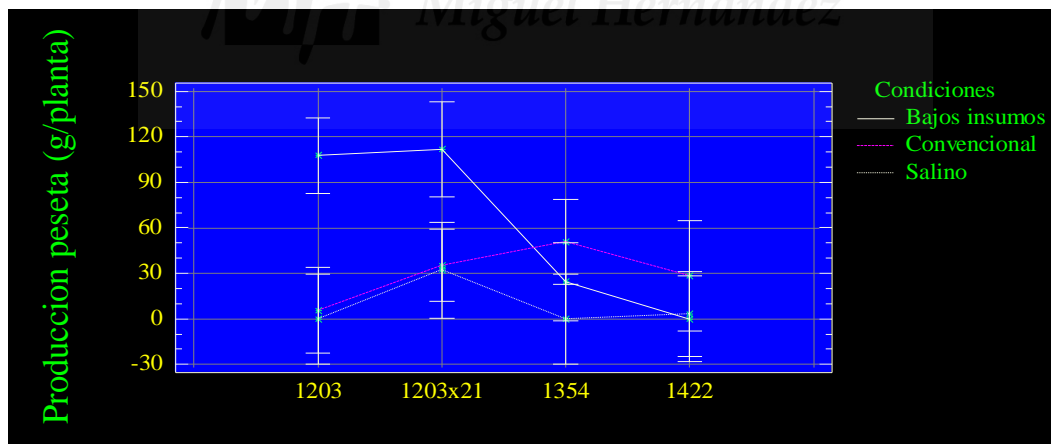
#### 4.1.4. PRODUCCIÓN TOTAL CON “PESETA”.

En el análisis de la varianza realizado para la producción total con peseta se observa que existen diferencias significativas tanto para las líneas de cultivo como para las distintas condiciones empleadas. La interacción entre estos factores también es significativa.

**Tabla 17.** Análisis de la varianza multifactorial (variedad y condiciones de cultivo) para la producción total con peseta.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grado libertad	Cuadrados medios	F	Nivel de significación
<b>Efectos principales</b>					
A: Línea	34,989.3	3	11,663.1	2.88	0.0393
B: Condiciones	53,319.7	2	26,659.8	6.59	0.0020
<b>Interacciones</b>					
AB: Línea - Condiciones	80,323.9	6	13,387.3	3.31	0.0050
Residual	433,055.0	107	4,047.24		
Total (corregido)	605,900.0	118			

Al ser la interacción entre los factores significativa no se puede utilizar el test de rango múltiple, si no que se debe utilizar una gráfica de interacción (Figura 11).



**Figura 11.** Gráfica de Interacción para la Producción total con peseta para las diferentes líneas y condiciones de cultivo. Las barras corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de confianza.

La producción de frutos con peseta es notable en la línea 1203 y en el híbrido 1203x21 estableciendo grandes diferencias significativas entre bajos insumos y las condiciones salinas y convencional, mientras que en las líneas 1354 y 1422 existe más producción con peseta en convencional, pero sin mostrar diferencias significativas entre las condiciones.

En condiciones salinas y convencional en ninguno de los casos existen diferencias significativas, pero siempre hay mayor producción con peseta en convencional.

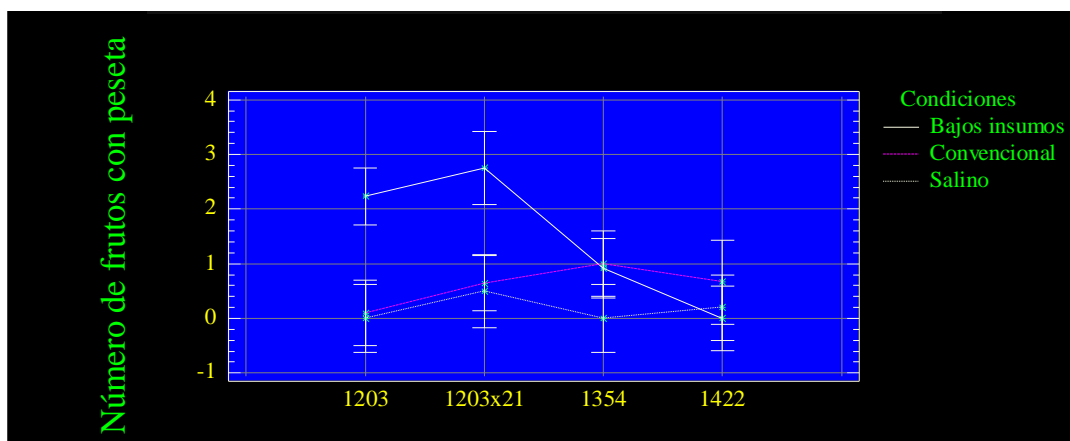
#### 4.1.5. NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA CON “PESETA”.

En el análisis de la varianza realizado para el número de frutos por planta con “peseta” se observa que existen diferencias significativas para distintas condiciones empleadas, en cambio no las hay para las distintas líneas. La interacción entre estos factores sí es significativa.

**Tabla 18.** Análisis de la varianza multifactorial (variedad y condiciones de cultivo) para el número de frutos por planta con “peseta”.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grado libertad	Cuadrados medios	F	Nivel de significación
<b>Efectos principales</b>					
A: Línea	13.9971	3	4.66571	2.58	0.0576
B: Condiciones	34.2663	2	17.1332	9.46	0.0002
<b>Interacciones</b>					
AB: Línea - Condiciones	36.6377	6	6.10628	3.37	0.0044
Residual	193.772	107	1.81095		
Total (corregido)	278.874	118			

Al ser la interacción entre los factores significativa no se puede utilizar el test de rango múltiple, si no que se debe utilizar una gráfica de interacción (Figura 12).



**Figura 12.** Gráfica de Interacción para el Número de frutos por planta con peseta para las diferentes líneas y condiciones de cultivo. Las barras corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de confianza.

Como era de esperar, en bajos insumos se han obtenido mayor cantidad de frutos con “peseta” tanto en la línea 1203 y en el híbrido 1203x21. En ambas es donde más número de frutos con “peseta” se han obtenido, estableciendo diferencias

significativas con las otras condiciones. En las líneas 1354 y 1422 es en convencional donde se han obtenido más frutos con “peseta” pero sin existir diferencias significativas entre las demás condiciones.

Cabe destacar que la línea y el híbrido que más producción de “peseta” han obtenido son aquellas en la que se ha introducido el gen de resistencia a TYLCV.

#### 4.2. CALIDAD.

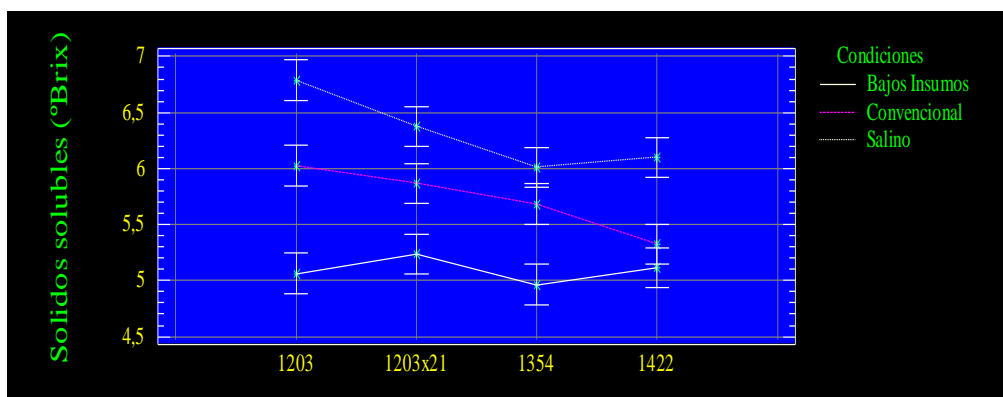
##### 9.2.1. SÓLIDOS SOLUBLES.

En el análisis de la varianza realizado para los sólidos solubles se observa que existen diferencias significativas tanto para las líneas de cultivo como para las distintas condiciones empleadas. La interacción entre estos factores también es significativa.

**Tabla 19.** Análisis de la varianza multifactorial (variedad y condiciones de cultivo) para los sólidos solubles.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grado libertad	Cuadrados medios	F	Nivel de significación
<b>Efectos principales</b>					
A: Línea	3.34312	3	1.11437	8.54	0.0001
B: Condiciones	24.0175	2	12.0087	92.06	< 0.0001
<b>Interacciones</b>					
AB: Línea - Condiciones	2.0675	6	0.344583	2.64	0.0214
Residual	10.9569	84	0.130439		
Total (corregido)	40.385	95			

Al ser la interacción entre los factores significativa no se puede utilizar el test de rango múltiple, si no que se debe utilizar una gráfica de interacción (Figura 13).



**Figura 13.** Gráfica de Interacción para los Sólidos solubles para las diferentes líneas y condiciones de cultivo. Las barras corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de confianza.



En todas las línea el mayor contenido en sólidos solubles se presenta en condiciones salinas, seguido por las condiciones convencionales, y en último lugar bajos insumos, estableciendo diferencias significativas entre todas ellas a excepción de la línea 1354, en la que no existen diferencias significativas entre condiciones salinas y convencional y de la línea 1422 en la que no existen diferencias significativas entre convencional y bajos insumos. Estos resultados son debidos a la CE de la solución de riego.

La línea 1203 es la que más cantidad de sólidos solubles presenta en condiciones salinas. En convencional, son el híbrido 1203x21 y la línea 1203 los que más producen, mientras que en bajos insumos no hay diferencias significativas entre las líneas.

En el estudio realizado por Salinas (2017) se obtiene resultados un poco inferiores en condiciones salinas y en bajos insumos, mientras que en convencional son un poco más elevados.

Cabe destacar que la línea 1203 y el híbrido 1203x21 (los dos únicos con resistencia a cuchara) son los que más sólidos solubles presentan, por lo que puede ir relacionado con la introducción del gen de resistencia a cuchara (TYLCV).

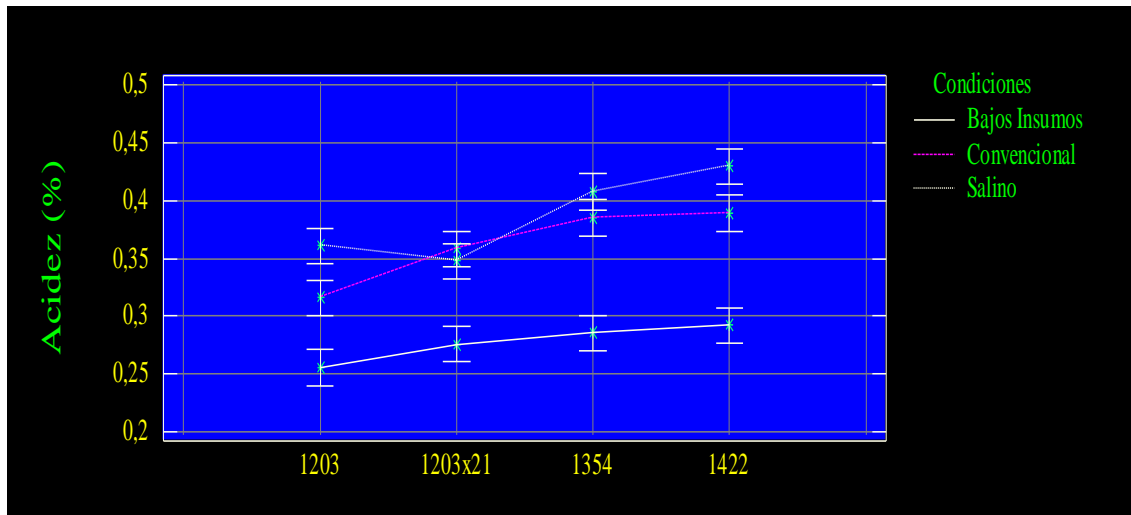
### 9.2.2. ACIDEZ.

En el análisis de la varianza realizado para la acidez se observa que existen diferencias significativas tanto para las líneas de cultivo como para las distintas condiciones empleadas. La interacción entre estos factores también es significativa.

**Tabla 20.** Análisis de la varianza multifactorial (variedad y condiciones de cultivo) para la acidez.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grado libertad	Cuadrados medios	F	Nivel de significación
<b>Efectos principales</b>					
A: Línea	0.0556472	3	0.0185491	18.76	< 0.0001
B: Condiciones	0.211531	2	0.105765	107.00	< 0.0001
<b>Interacciones</b>					
AB: Línea - Condiciones	0.141407	6	0.00235678	2.38	0.0355
Residual	0.0830342	84	0.000988502		
Total (corregido)	0.364353	95			

Al ser la interacción entre los factores significativa no se puede utilizar el test de rango múltiple, si no que se debe utilizar una gráfica de interacción (Figura 13).



**Figura 13.** Gráfica de Interacción para la Acidez para las diferentes líneas y condiciones de cultivo. Las barras corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de confianza.

Los frutos producidos con bajos insumos son los que menor acidez presentan, como era de esperar, siendo los producidos en condiciones salinas lo que más poseen a excepción de la línea 1354 que no existen diferencias significativas entre las condiciones salinas y el convencional y del híbrido 1203x21 que alcanza mayor acidez en condiciones salinas y convencional, sin mostrar diferencias significativas entre ellas.

En las líneas 1203 y 1422 existen diferencias significativas entre todas las condiciones, mostrando a su vez diferencias significativas entre las líneas. En general, aunque no muestren diferencias significativas entre las líneas, la línea 1203 y el híbrido 1203x21 son los que menos acidez contienen, coincidiendo con que son los dos en lo que se ha introducido el gen de resistencia a cuchara (TYLCV), por lo que es posible que tenga influencia sobre la acidez.

Los valores obtenidos en las distintas condiciones de cultivo son inferiores a los obtenidos por Salinas (2017) en su trabajo.

## 5. CONCLUSIÓN.

No se han encontrado diferencias significativas en las líneas 1203 y 1422 para la producción entre las distintas condiciones de cultivo. El híbrido 1203x21 ha obtenido menos producción en condiciones de bajos insumos, mientras que las línea 1354 ha obtenido mayor producción en condiciones convencionales.

El peso medio es el carácter en el que las condiciones de cultivo han influido menos.

La incidencia de “peseta” (tanto en producción como en número de frutos) se ha visto incrementada en el cultivo en condiciones de bajos insumos y principalmente en la línea 1203 y en el híbrido 1203x21, que son los únicos en los que se ha introducido el gen de resistencia del virus de la cuchara (TYLCV).

Sobre la calidad, los frutos obtenidos en condiciones salinas son los que mayor contenido en sólidos solubles y acidez presentan, seguido por el cultivo convencional y por último el cultivo en bajos insumos.

Con los resultados obtenidos en este trabajo, las distintas condiciones de cultivo (convencional, salinas y bajos insumos) han tenido mayor influencia en los caracteres de calidad que en los productivos, a excepción de la incidencia de “peseta”.

## 6. BIBLIOGRAFÍA.

Anuario De Estadística (2017). MAPAMA.

Chamarro Lapuerta, J. 1995. Anatomía y Fisiología de la Planta. In El cultivo del tomate. F. Nuez, ed. Ediciones Mundi-Prensa, España. pp 43-91.

Coleman, W.K. (1976); Greyson, R.I. (1976) The growth and development of the leaf in tomato II. Leafontogeny. Can. J. Bot. 54: 2421-2428.

Cubero, J.I. (2003). Introducción a la Mejora Genética Vegetal. Mundi Prensa, Madrid: 473-515.

Diez Niclos, MJ. 1995. Tipos Varietales. In El cultivo del tomate. F. Nuez, ed. Ediciones Mundi - Prensa, España. pp 93-129.

Esquinas-Alcázar, J. y Nuez, F. (1995). El Cultivo del Tomate. Ediciones Mundi- Prensa. ESYRCE. <http://www.mapama.gob.es>

FAO. <http://www.fao.org/statistics/es/>

Folquer, F. (1976). El tomate estudio de la planta y su producción comercial. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires.

Fundación Española De La Nutrición (FEN). <http://www.fen.org.es/>

García-García, P. 2004. Herramientas biotecnológicas y uso de recursos fitogenéticos. En: Resistencia genética a patógenos vegetales. Nuez, F.; Carrillo, J.M. y Pére de la Vega, M. (Eds). Editorial de la UPV.

García-Martínez, S., Sánchez, C., Castelló, J., Grau, A., Valero, M., Ferrández, A., y Ruiz, J.J. (2003). Empleo de marcadores moleculares para la introducción múltiple de genes de resistencia a virosis (ToMV, TSWV y TYLCV) en variedades tradicionales de tomate alicantinas. Agrícola Vergel 255, 140-143.

López, L. M. (2017). Manual técnico del cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*). INTA. 126 p.

Macua, J.I., Betelu, F., Campillo, C., Lahoz, I., Díaz, E., Zabaleta, J., Calvillo, S. (2008). Tomate de industria. Navarra agraria 166, 7-14.

Maroto, J.V. 1994. Horticultura herbácea especial. Cuarta edición. Madrid, Mundi-Prensa. 611 p.

Molina, N.; Verón, R.; Altamirano, J. 2010. Producción Hortícola Correntina Análisis técnico y económico del tomate en la campaña 2010. Publicación Técnica N° 40. INTA - ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA BELLA VISTA. CENTRO REGIONAL CORRIENTES. ISSN 1515-9299.

Picken, A.J.F. (1986). Germination and vegetative development. In: Atherton J, G.; Rudich, J. (Eds.). The tomato crop. Chapman and Hall Ltd. New York, EUA. 111-165 p

Rick, C. M. (1958). The role of natural hybridisation in the derivation of cultivated tomatoes of western South America. *Econ. Bot.* 12: 346-367.

Rick, C.M. (1976) Tomato. In “Simmonds, N.W. (Ed.) Evolution of crop plants. Longman, London and New York” .

Rick, C.M. (1978) El tomate. *Investigación y Ciencia* nº25.

Rodríguez, V.H., Morales, J.L. (2007). Evaluación de alternativas de protección física y química de semilleros de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) contra el ataque del complejo mosca blanca (*Bemisia tabaco*, Gennadius)-geminivirus y su efecto en el rendimiento, en el municipio de Tisma, Masaya. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Agraria (UNA).

Salinas, J.F. (2017). Evaluación de líneas de mejora (*Solanum lycopersicum* L.) De la pera en distintas condiciones de cultivo. Trabajo Fin de Máster. Universidad Miguel Hernández.

S. Soler, J. Valcárcel, P. Fernández de Cordova, F. Nuez. Centro de Conservación y Mejora de la Agrodiversidad Valenciana (COMAV) de la Universidad Politécnica de Valencia. J. Cebolla Cornejo. Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias. Montcada. Valencia (2001). Las variedades tradicionales de cultivos hortícolas. *Vida rural* 133.

Valadez, L. A. (1998). Producción de hortalizas (1ra. Ed), Limusa. México.

Varga A, Bruinsma J. (1986). Tomato. In: CRC Handbook of Fruit Set and Development, Monselise SP (ed). Boca Raton FL. CRC Press, pp. 461-480.