

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE
ORIHUELA**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA
AGRONÓMICA**



“Evaluación de híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con resistencia a virus, cultivados en condiciones comerciales, en el ciclo de verano-otoño de 2023”

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Marzo - 2025

Autor: Juan Pérez Romera

Tutor: Santiago García Martínez



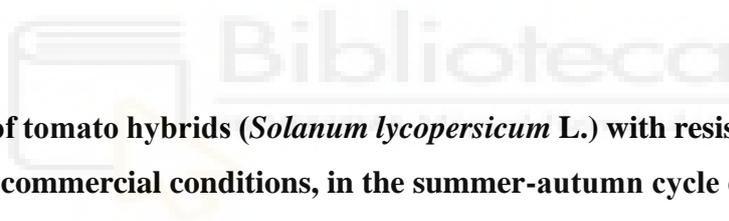
“Evaluación de híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con resistencia a virus, cultivados en condiciones comerciales, en el ciclo de verano-otoño de 2023”

Resumen:

En este trabajo se ha realizado la evaluación de varios híbridos de tomate con resistencia genética a virus, obtenidos en el Programa de Mejora del CIAGRO-UMH, en condiciones comerciales, en un invernadero de malla de Águilas. Se han evaluado los principales parámetros agronómicos (producción, peso medio de frutos) y de calidad (contenido de sólidos solubles y acidez valorable).

Los híbridos estudiados han demostrado un rendimiento destacable, superando o igualando en producción a la variedad comercial Boludo. El híbrido MR1x1 es el que alcanza una mayor producción no comercial o destrío. En cuanto a la calidad de los frutos, sus valores son adecuados, destacando el valor de acidez de MR1x1.

Palabras clave: tomate, caracteres agronómicos, calidad, acidez, sólidos solubles, híbridos.



“Evaluation of tomato hybrids (*Solanum lycopersicum* L.) with resistance to viruses, grown under commercial conditions, in the summer-autumn cycle of 2023”

Abstract:

In this work, the evaluation of several tomato hybrids with genetic resistance to viruses was carried out, obtained in the CIAGRO-UMH Breeding Program, under commercial conditions, in an Águilas mesh greenhouse. The main agronomic parameters (yield, average fruit weight) and quality (soluble solids content and titratable acidity) were studied.

The hybrids studied have shown remarkable performance, surpassing or equaling the commercial Boludo variety in production. The MR1x1 hybrid is the one that achieves the highest non-commercial production or spoilage. As for the quality of the fruits, their values are adequate, highlighting the acidity value of MR1x1.

Key words: tomato, agronomic characters, quality, acidity, soluble solids, hybrids.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. Origen y difusión del tomate.	9
1.2. Situación taxonómica.	10
1.3. Descripción del cultivo.....	11
1.3.1 Sistema radical.	12
1.3.2 Sistema aéreo.....	12
1.3.3 Tallo.	13
1.3.4 Hojas	13
1.3.5 Flor	13
1.3.6 Fruto.	14
1.3.7 Semillas.	14
1.4. Importancia económica del tomate.....	15
1.4.1. Nivel mundial.	15
1.4.2 Importancia a nivel Europeo y Nacional.	17
1.4.3. Nivel nacional.	18
1.5. Variedades tradicionales de tomate	18
1.6. Programa de Mejora Genética de Tomate del CIAGRO-UMH	21
1.7. Línea de investigación a la que pertenece el Trabajo Fin de Máster.	24
2. OBJETIVOS.....	26
3. MATERIAL Y MÉTODOS	27
3.1. Material vegetal.	27
3.2. Condiciones de cultivo	27
3.3. Diseño experimental	31
3.4. Caracteres analizados en el ensayo	32
3.4.1. Características agronómicas	32
3.4.1.1. Producción comercial y destrío	32
3.4.1.2. Peso medio del fruto comercial.....	32
3.4.2. Caracteres de calidad	33
3.4.2.1. Sólidos solubles.....	33
3.5. Tratamientos estadísticos.	36

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1. Caracteres productivos.....	37
4.1.1. Producción.....	37
4.1.2. Peso medio de los frutos.....	41
4.1.3. Numero de frutos.....	44
4.2. Calidad	48
4.2.1. Contenido de sólidos solubles	48
4.2.2. Acidez valorable.....	48
5. CONCLUSIONES.....	50
6. BIBLIOGRAFÍA.....	51



INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Cronología del tomate. Elaborada a partir de Nuez (1995).	10
Ilustración 2. Vista exterior (izq.) y sección longitudinal del fruto (Fuente : www.Pinterest.com).	14
Ilustración 3. Frutos del tipo Muchamiel (1), De la pera (2), Moruno (3) y Rosa (4).	21
Ilustración 4. Esquema con las etapas del programa de mejora (Fuente: Cabrera 2019).	23
Ilustración 5. Invernadero donde se realizó el ensayo.	27
Ilustración 6. Bandeja de plántulas de tomate (izq.) y vista global del ensayo días después del transplante (dcha).	28
Ilustración 7. Entutorado con anillas y rafia (Fuente: Cabrera, 2019).	29
Ilustración 8. Vista global del ensayo días después del transplante (izq.) y plantas en fase de recolección (dcha.)	30
Ilustración 9. Batidora doméstica (izq.) y centrifuga (dcha.)	33
Ilustración 10. Refractómetro utilizado para medir los sólidos solubles (Fuente: Catálogo Atago).	34
Ilustración 11. Proceso de valoración de la acidez (Fuente: Crison Instruments). 34	
Ilustración 12. Frutos del híbrido 1200x3 (izquierda) y 1200x12(derecha) seleccionados para medir caracteres de calidad en una recolección.	35
Ilustración 13. Frutos del híbrido 1406x2 (izquierda) y MR1x1(derecha) seleccionados para medir caracteres de calidad en una recolección.	35
Ilustración 14. Frutos de la variedad Boludo seleccionado para medir caracteres de calidad en una recolección.	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del tomate (Fuente Knapp et al., 2005).	11
Tabla 2. Producción, valor y superficie cosechada en Europa y España (Fuente: FAOSTAT 2025).	17
Tabla 3. Orden de producción a nivel nacional (Fuente Magrama 2025). Elaboración propia.	18
Tabla 4. Líneas de mejora inscritas en el Registro de Variedades Protegidas, con su genotipo para los tres genes de resistencia a virus.	24
Tabla 5. Genotipo de las variedades e híbridos estudiados, para los 3 genes de resistencia introducidos.	27
Tabla 6. Productos fitosanitarios empleados.	30
Tabla 7. Esquema del ensayo realizado. Los números 1,2,3 y 4 indican las repeticiones utilizadas, con 15-30 plantas cada una. En gris se representan los pasillos. La figura no está a escala.	31
Tabla 8. Tareas principales y fecha de su realización.	32
Tabla 9. Nivel de significación del ANOVA y análisis de rango múltiple (LSD, Mínima Diferencia Significativa, al 95% de nivel de confianza) para la producción comercial, destrío y total de las variedades estudiados.	37
Tabla 10. Análisis de la varianza para la producción comercial, destrío y total de las distintas variedades estudiadas durante el cultivo.	39
Tabla 11. Nivel de significación del ANOVA y análisis de rango múltiple (LSD, Mínima Diferencia Significativa, al 95% de nivel de confianza) para el peso medio de los frutos de los híbridos estudiados.	41
Tabla 12. Análisis de la varianza para el peso medio de los frutos de las distintas variedades estudiadas durante el cultivo.	43
Tabla 13. Nivel de significación del ANOVA y análisis de rango múltiple (LSD, Mínima Diferencia Significativa, al 95% de nivel de confianza) para el N° de frutos de los híbridos estudiados.	45
Tabla 14. Análisis de la varianza para el N° de frutos comerciales, destrío y total de las distintas variedades estudiadas durante el cultivo.	46
Tabla 15. Análisis de la varianza para el contenido de sólidos solubles de las variedades estudiadas.	48

Tabla 16. Análisis de la varianza para la acidez de las diferentes variedades estudiadas	49
---	-----------

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Producción/ Rendimiento de tomate en el mundo (Fuente: F.A.O. 2025)	16
Gráfico 2. Principales países productores de tomate a nivel mundial durante el año 2022 (Fuente: FAOSTAT, 2025).	16
Gráfico 3. Gráfica de interacción Variedad-Recolección para la producción comercial (Arriba), destrio (Centro) y total (Abajo) en g/planta. Los intervalos corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de significacion.....	40
Gráfico 4. Gráfica de interacción peso medio de frutos comerciales (Arriba), no comerciales (centro) y totales (abajo) en cada recolección, expresado en gramos/fruto.....	44
Gráfico 5. Gráfica de interacción de N° de frutos Comercial (Arriba), Destrío (Centro) y Total (Abajo)-Recolección.....	47

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Origen y difusión del tomate.

Se ha clasificado al tomate como una planta rastrera de la familia de las Solanáceas y conocido científicamente como *Solanum lycopersicum* (Knapp et al., 2005), al desarrollarse a partir del ovario de una flor, la cual, contiene semillas en su interior, se consideró en términos botánicos como una fruta. El tomate pertenece a la categoría de las frutas a diferencia de las verduras, que las raíces, tallos y hojas son partes comestibles de la planta (Peralta et al., 2006).

El origen geográfico del tomate fue en el oeste de Sudamérica, más concretamente en los bajos Andes, y fue cultivado por los Aztecas en México. Los aztecas lo conocían como xīctomatl, fruto con ombligo. Debido a esa palabra azteca "tomatl" los conquistadores españoles lo llamaron "tomate" (Nuez, 1995).

Los primeros registros de variedades de tomate eran bayas con un tono amarillo-verdoso y un pequeño tamaño, en contraste con el rojo característico de las variedades actuales (Esquinas-Alcázar y Nuez, 1995).

En un principio el tomate se utilizaba como planta ornamental ya que esta variedad desde sus orígenes se consideraba venenosa por la presencia de tomatina, allí se pueden encontrar muchas variedades silvestres y otras especies de la familia de las solanáceas.

En la domesticación, se supone que *Solanum lycopersicum* var. Cerasiforme fue enviada a México como maleza en la época precolombina, donde fue domesticada.

El proceso de domesticación se produjo en dos etapas. La primera se inicia en Los Andes donde se seleccionaron los frutos de mayor tamaño para producir semillas por autofecundación. En la segunda etapa se llevan a México donde las culturas prehispánicas, maya y azteca, continúan su 'domesticación'.

Con los viajes de Cristóbal Colón, a principios del siglo XVI, al igual que otros productos como el chile, el maíz, la patata y la batata, se fue introduciendo el tomate en España y Europa. Se cree que llegó primero a Sevilla en 1540 ya que era uno de los centros del comercio. En el siglo XVII se introdujo en Italia.

Un herborista italiano llamado Mattioli en 1544, se refirió a los frutos amarillos de la planta del tomate como "mala aurea" (manzana de oro). Otro herborista holandés llamado Dodoens, en ese mismo año, realizó una descripción detallada del fruto, y por las investigaciones realizadas, se ganó la reputación de afrodisíaco, lo que explicaría los nombres de "pomme d' amour" en francés, "pomodoro" en italiano y "love apple" en inglés.

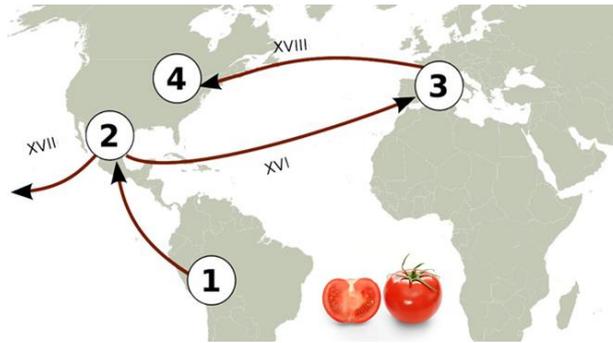


Ilustración 1. Cronología del tomate. Elaborada a partir de Nuez (1995).

1.2. Situación taxonómica.

El botánico Pietro Andrea Gregorio Mattioli (1501-1577) escribió la primera descripción botánica del tomate en el Jardín Botánico de Padua (Italia), y publicó su herbario en 1554 (Nuez, 1995). El herbario Ulysses Aldrovandi, que comenzó en 1551 y continuó creándose durante toda su vida, es el lugar donde se encuentran los especímenes de tomates más antiguos que se han conservado en el herbario. Actualmente se encuentra en la colección de plantas del Jardín Botánico de Bolonia (Peralta et al.,2008).

Por lo tanto, a mediados del siglo XVI comenzó la descripción botánica del tomate.

Durante el siglo XVI, muchos herbarios han mencionado el tomate, como Gerard en Inglaterra en 1597, Mathias de L'Obel en 1581 y Salmon en América en 1710 (Nuez, 1995).

Siempre se han clasificado los tomates taxonómicamente en la familia Solanaceae, pero no se han clasificado en función del género, lo que ha generado controversia.

El botánico Tournefort separó *Lycopersicon* de *Solanum* para crear siete géneros en 1700.

El botánico Linnaeus se opuso a esta práctica en 1754 e incluyó *Lycopersicon* en el género *Solanum*. Miller incluyó los tomates en el género *Lycopersicon* para diferenciarlos del género *Solanum*.

Wettstein (1895) conservó esta clasificación en su sinopsis sobre la familia Solanaceae y Jussieu (1789) en su "Genera Plantarum" (Nuez, 1995).

Según investigaciones moleculares recientes, el tomate *Solanum lycopersicum* L. pertenece al género *Solanum*.

La clasificación del tomate según el Sistema Integrado de Información de Clasificación de América del Norte (ITIS), se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Taxonomía del tomate (Fuente Knapp et al., 2005).

Taxonomía del tomate	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Asteridae
Orden:	Solanales
Familia:	Solanaceae
Género:	<i>Solanum</i>
Subgénero:	Potatoe
Sección:	Petota
Especie:	<i>Solanum lycopersicum</i> L.

1.3. Descripción del cultivo.

Es una planta perenne cuyo cultivo se realiza anualmente debido a la disminución de la producción con el paso de los años. El desarrollo puede ser rastrero, semirrecto o erecto, si se acompaña y dirige junto a elementos de entutorado o apoyo. Se diferencia de otras variedades determinadas de tipo arbustivo, en que el crecimiento vegetativo se detiene al comenzar la producción, e indeterminadas en las que la generación de nuevos tallos y ramilletes es compatible con la aparición de los primeros frutos. Las indeterminadas, el rendimiento es más elevado, por lo que presentan una mayor importancia (Angarita, 2009).

De forma general, se adapta bien a las condiciones meteorológicas como suelos, temperaturas y métodos de cultivos, siendo tolerable a una salinidad intermedia. Lo ideal, para la implementación del cultivo, son un drenaje óptimo y un clima templado con una intensidad de luz óptima. Para un buen desarrollo vegetativo, crecimiento y cuajado del fruto, la temperatura recomendable es la comprendida entre los 25 y los 30°C.

Hay factores como iluminación natural inferior a 12 horas, temperaturas menores a 10°C o un excesivo abonado nitrogenado impiden un aprovechamiento total (Chamarro, 2001; Nuez, 1995).

1.3.1 Sistema radical.

El sistema radicular en una planta cumple funciones esenciales, como la absorción y transporte de nutrientes, así como la sujeción a la tierra. Está compuesto por la raíz principal, raíces secundarias y raíces adventicias. La sección transversal de la raíz principal revela tres zonas distintas: córtex, epidermis y cilindro central. El córtex, debajo de la epidermis, contiene la endodermis y separa la corteza del cilindro central. La epidermis, especializada en absorción, tiene pelos absorbentes. El periciclo, la capa más externa del cilindro, está en contacto con la endodermis y da origen a raíces secundarias.

Es importante destacar que cuando la raíz crece directamente de la semilla sin ser trasplantada, desarrolla una raíz principal fuerte que le permite adaptarse a los ecosistemas semidesérticos. Sin embargo, cuando la raíz principal se daña, como por ejemplo por un trasplante, se desarrolla un sistema de raíces laterales adventicias. (Nuez, 1995).

1.3.2 Sistema aéreo

El sistema aéreo de la planta es de tipo simpodio, con ejes sucesivos que se originan a partir de la yema axilar del eje previo y ramas abortivas que se originan en la yema terminal. El tallo principal tiene un patrón de crecimiento lateral y una filotaxia o disposición de hojas de 2/5, es decir, hay dos ciclos completos de hojas alrededor del tallo y cinco hojas en cada ciclo. Hasta que la yema principal se transforma en una inflorescencia, este proceso termina. La yema axilar de la última hoja inicia el crecimiento subsiguiente, produciendo un tallo secundario que se extiende lateralmente del tallo primario, desplazando la inflorescencia (Nuez, 1995).

1.3.3 Tallo.

Los tallos de los tomates tienen una estructura angular, recubiertos por una visible vellosidad. Muchos de estos pelos son de origen glandular, lo que confiere a la planta su olor característico. El tallo es inicialmente erecto y, tras un cierto periodo de crecimiento, se volverá reptante bajo la influencia del peso que soporta. Este tallo, de color verde y considerable grosor, posee una naturaleza pubescente, alcanzando un ancho de 2 a 4 cm, siendo más delgado en la zona superior (Nuez, 1995).

1.3.4 Hojas

Las hojas constan de siete a nueve folíolos con pecíolos, de bordes lobulados y dentados, dispuestos de forma alterna y opuesta. Pelos glandulares alternos rodean la superficie exterior de la hoja y pueden verse semirectos, horizontales u oblicuos en el tallo (Alvarado et al., 2009).

1.3.5 Flor

El tomate tiene una flor, la cual, exhibe una disposición regular y radial, con pétalos, sépalos y estambres incluidos en el ovario. Tanto el cáliz como la corola se componen de cinco pétalos amarillentos y cinco o más sépalos. La domesticación del cultivo ha generado un incremento exponencial de pétalos y sépalos en las flores (Grayson y Sawhney, 1972). Esta variación también afecta a la floración, que se produce en racimos situados en diferentes niveles, cada inflorescencia contiene de 3 a 10 flores autopolinizadas.

El proceso de floración necesario para el futuro desarrollo del fruto, el cual está influenciado por muchos factores diferentes, como la variedad, la temperatura, la iluminación, la competencia con otros órganos, la nutrición mineral y tratamientos con reguladores del crecimiento.

La ramificación de la planta también juega un papel decisivo, ya que en las variedades de crecimiento indeterminado la floración se produce mayoritariamente de forma continua, mientras que en las variedades de crecimiento determinado se produce según un patrón determinado (Nuez, 1995). Este complejo proceso no solo determina la calidad de la flor, sino que también influye en la precocidad, rendimiento y calidad de los frutos resultantes.

1.3.6 Fruto.

Las variedades tienen superficies lisas o acostilladas, y el fruto tiene una forma de baya redonda que adquiere un tono rojo durante su maduración habitual. En su interior, se distinguen los lóculos carpelares, que van de 2 a 30, y los frutos tienen un diámetro de 3 a 16 cm. Los factores físicos esenciales, como la temperatura, la luz y la humedad, afectan la fecundación y el cuajado del fruto. Se estiman que las condiciones óptimas para estos procesos son de 14-17°C por la noche y 23-25°C por el día (Maroto, 2002).

1.3.7 Semillas.

La semilla de tomate tiene una forma aplanada o de disco, un tono grisáceo y una capacidad germinativa de hasta 350 unidades por gramo. Permanece activa durante 4 o 5 años. Se compone del embrión, el endospermo y la testa seminal. El endospermo contiene los elementos nutricionales necesarios para las primeras fases de desarrollo del embrión, mientras que el embrión consta de la yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. El endospermo y el embrión están protegidos principalmente por la testa, que está cubierta por un tejido fuerte rodeado de pelos. Es crucial tener en cuenta que una semilla de calidad debe tener un porcentaje de germinación superior al 95 %. (Maroto, 1994).

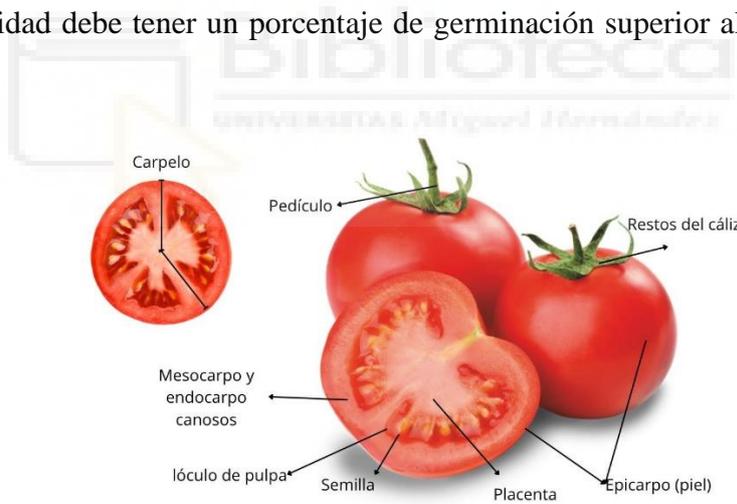


Ilustración 2. Vista exterior (izq.) y sección longitudinal del fruto (Fuente : www.Pinterest.com).

1.4. Importancia económica del tomate.

1.4.1. Nivel mundial.

El tomate se considera una hortaliza esencial y la más significativa en muchos países, con su cultivo extendiéndose por todos los continentes. En varias regiones, constituye una importante fuente de vitaminas y minerales en la dieta humana. Su flexibilidad lo convierte en un recurso indispensable tanto para el consumo en fresco como para la creación de una variedad de productos derivados, como pastas, sopas y alimentos deshidratados, resaltando su importancia tanto culinaria como nutricional (Esquinas-Alcázar y Nuez, 1995).

La importancia económica y social del tomate ha llevado a un notable aumento en la investigación y mejora de su cultivo, con la participación de instituciones tanto públicas como privadas. Este esfuerzo integral busca asegurar la calidad y sostenibilidad de la producción de tomate, reafirmando su valor como un recurso agrícola crucial. Asia es el principal continente productor de tomate, con un 60,5%, seguido por América (14,3%), Europa (12,8%), África (12,1%) y Oceanía (0,2%).

En los últimos diez años, a nivel global, se ha observado un incremento tanto en la superficie cosechada como en la producción (ver Gráfico 1). En cuanto a la producción, esta ha mostrado un crecimiento lineal, con un notable aumento en el periodo 2013-2014, y una ligera reducción en 2021-2022. Respecto al área cosechada, hubo un incremento entre 2012 y 2014, seguido de una disminución en 2014. En el año siguiente, 2015, hubo un ligero aumento, luego disminuyó nuevamente y en 2018 se observó un gran incremento. En 2019, se produjo una significativa disminución, seguida por dos años de aumentos constantes. Sin embargo, en 2022, el último año con datos disponibles, hubo una gran disminución.

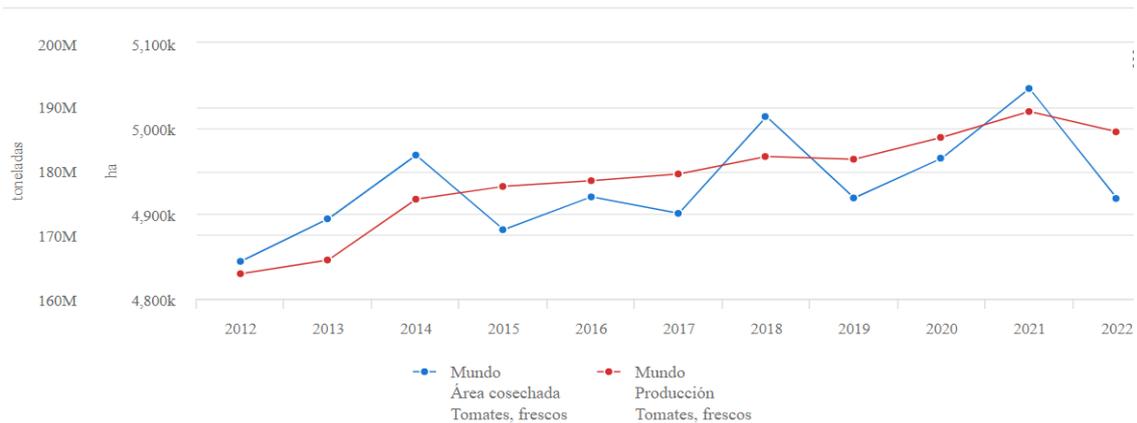


Gráfico 1. Producción/ Rendimiento de tomate en el mundo (Fuente: F.A.O. 2025)

Aunque la producción ha aumentado, la superficie dedicada al cultivo ha disminuido debido a mejoras en las técnicas agrícolas. Como se muestra en el gráfico 1, esta optimización ha llevado a un aumento significativo en el rendimiento.

En 2022, según datos de la FAO y como se ve en el gráfico 2, China lidera la producción mundial con 68,34 millones de toneladas, seguida por India con 20,69 millones y Turquía con 13 millones. España ocupa la décima posición con aproximadamente 3,65 millones de toneladas.

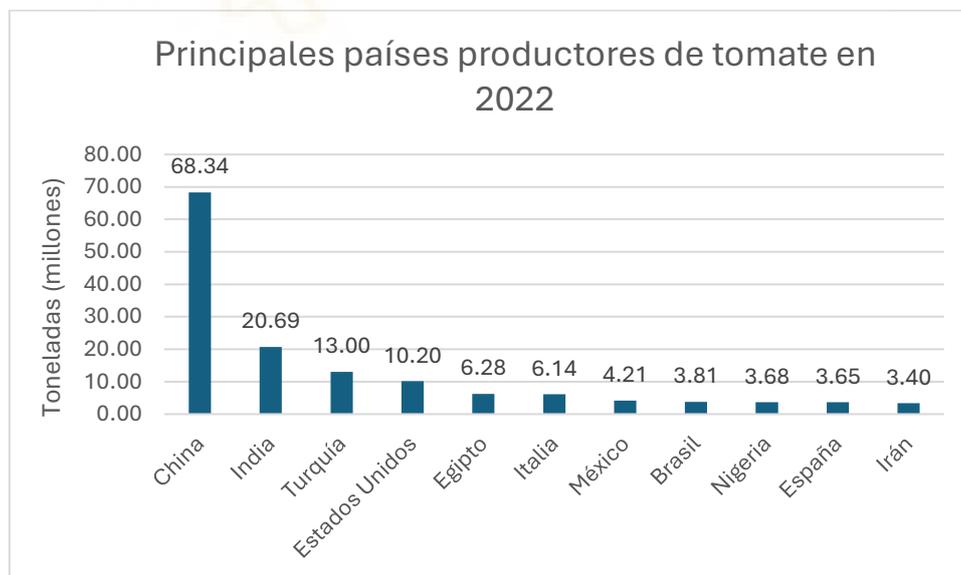


Gráfico 2. Principales países productores de tomate a nivel mundial durante el año 2022 (Fuente: FAOSTAT, 2025).

1.4.2 Importancia a nivel Europeo y Nacional.

Si nos centramos ahora en Europa y España (Tabla 2), vemos que durante los primeros 23 años de este milenio, la superficie cultivada mostró una tendencia a la baja, mientras que la producción no lo hizo, pero en general aumentó.

En cuanto al valor de estos cultivos, podemos recibir información sobre un aumento que se mantiene a nivel europeo, en cambio en el territorio español se aprecia una gran volatilidad siendo los descensos de valor entre las campañas en que éste baja de una mayor proporcionalidad.

Tanto en España como en Europa se observa que las superficies cultivadas han disminuido desde el año 2000, aunque con pequeñas fluctuaciones, pero los rendimientos han aumentado.

Tabla 2. Producción, valor y superficie cosechada en Europa y España (Fuente: FAOSTAT 2025).

Año	Área (ha)	Producción (Tm)	Área (ha)	Producción (Tm)
2000	685.648	21.250.087	62.285	3.766.328
2001	643.084	20266.352	63.030	3.971.691
2002	623.081	19.873.821	59.266	3.979.718
2003	632.994	21.291.494	62.973	3.947.327
2004	648.218	23.473.804	69.902	4.383.202
2005	615.787	22.579.482	72.285	4.810.301
2006	583.805	21.181.213	56.690	3.800.552
2007	549.059	20.920.871	53.297	4.081.477
2008	544.026	20.742.614	54.868	4.049.753
2009	571.632	23.574.807	63.838	4.798.053
2010	555.127	21.767.985	59.267	4.312.709
2011	535.658	21.660.000	51.204	3.864.120
2012	507.760	21.673.769	48.600	4.046.400
2013	499.123	20.935.814	46.620	3.776.800
2014	498.659	22.629.550	54.750	4.888.880
2015	504.646	24.189.401	58.134	4.832.700
2016	471.022	24.089.080	62.715	5.233.542
2017	464.100	24.024.514	60.852	5.163.466
2018	431.350	23.009.168	56.130	4.768.600
2019	431.296	23.323.010	56.940	5.000.560
2020	419.041	22.902.973	55.470	4.312.900
2021	420.394	24.482.180	56.110	4.754.380
2022	374.960	20.586.663	45.150	3.651.940
2023	395.497	21.474.751	50.090	3.968.460

El aumento de los rendimientos se puede atribuir a la mejora de la gestión, la optimización de los recursos, la intensificación del cultivo en invernaderos y el hecho de que solo se cultivan tierras aptas, mientras que otras tierras son escasas o poco rentables.

1.4.3. Nivel nacional.

Como podemos observar en la Tabla 3, se refleja el orden descendente de la producción por comunidades autónomas a nivel nacional, abarcando el sur de España como mayores productores.

Extremadura, Andalucía y Murcia comprenden el 87,5% de la producción española de tomate.

Tabla 3. Orden de producción a nivel nacional (Fuente Magrama 2025). Elaboración propia.

Provincias y Comunidades Autónomas	Superficie (hectáreas)			Rendimiento (kg/ha)			Producción	
	Secano	Regadío		Total	Secano	Regadío		
		Aire libre	Protegido			Aire libre		Protegido
ESPAÑA (TOTAL)	318	39.462	16.326	56.106	7.819	82.324	92.075	4.754.380
EXTREMADURA	–	23.408	13	23.421	–	94.995	230.769	2.226.633
ANDALUCÍA	72	9.102	12.182	21.356	2.194	66.657	90.724	1.712.073
R. DE MURCIA	–	498	2.029	2.527	–	36.287	100.194	221.364
NAVARRA	–	2.249	42	2.291	–	78.150	107.000	180.253
C. LA MANCHA	31	944	135	1.110	4.826	75.578	163.830	93.612
GALICIA	–	484	543	1.027	–	72.016	79.272	77.900
C. VALENCIANA	15	618	468	1.101	7.759	39.777	94.986	69.153
CANARIAS	–	55	551	606	–	41.903	93.401	53.768
CATALUÑA	47	865	125	1.037	5.568	31.940	97.621	40.093
ARAGÓN	18	505	14	537	16.736	75.296	122.286	40.038
BALEARES	–	360	30	390	–	23.000	37.600	9.408
LA RIOJA	–	84	21	105	–	79.000	93.000	8.589
MADRID	13	59	5	77	19.310	100.000	119.267	6.747
PAÍS VASCO	77	135	75	287	7.449	16.056	41.253	5.835
P. DE ASTURIAS	45	50	60	155	15.000	25.000	46.000	4.685
CASTILLA Y LEÓN	–	46	13	59	–	33.286	99.862	2.829
CANTABRIA	–	–	20	20	–	–	70.000	1.400

1.5. Variedades tradicionales de tomate

Las variedades tradicionales ofrecen significativamente un valor añadido, ya que, en contraposición al predominio de los cultivos comerciales, no solo se cultivan localmente, sino que también promueven la biodiversidad y preservan sabores y prácticas culinarias

ancestrales. Estas variedades son el resultado llevado a cabo por generaciones de agricultores, una cuidadosa selección y mejora, los cuales han adaptado las semillas a las condiciones específicas de cada región (García, 1999; Guzmán et al., 2000; Cebolla y Nuez, 2005).

A lo largo del tiempo, los criterios principales en la selección de estas variedades han sido la adaptación al entorno de cultivo y las preferencias de consumo, lo que ha generado grupos varietales adaptados a diferentes ambientes y altamente valorados en los mercados locales (García-Martínez, 2006).

Las características principales de estas variedades son su ubicación geográfica única, su excepcional diversidad fenotípica en comparación con las variedades comerciales y su evolución dinámica a lo largo del tiempo a través de la selección local realizada por los agricultores (Almekinders et al., 1994; Amurrio et al., 1993; Hawtin et al., 1996).

No obstante, con la llegada de la Revolución Verde a mediados del siglo XX, se han introducido semillas híbridas que buscan maximizar el rendimiento y adaptarse a la agricultura intensiva (Cecon, 2008).

La resistencia, la productividad y la vida útil prolongada de los frutos han sido los criterios predominantes en la selección de semillas para el cultivo de tomate, lo que ha llevado a variedades comerciales uniformes y diseñadas (Martínez-Carrasco et al., 2015).

La evolución ha amenazado la preservación de las variedades tradicionales y, por lo tanto, la diversidad de los sistemas agrarios, ya que las variedades comerciales han desplazado a las variedades locales debido a su mayor beneficio económico para los agricultores. Además, las variedades tradicionales han disminuido debido a la búsqueda de uniformidad en los mercados, la exclusividad en la comercialización de semillas y el escaso número de especies rentables (Nuez y Ruiz, 1999).

Estos factores han aumentado la amenaza de desaparición para las variedades tradicionales en el futuro al enfrentar desventajas en comparación con las nuevas variedades, tanto para los agricultores como para los consumidores y el mercado en general.

En el sureste español, una región conocida por su rica diversidad agrícola, se cultivan y conservan diversas variedades tradicionales de tomate. Entre ellas se destacan el "Muchamiel" de Alicante, el "De la pera", el "tomate moruno" y el "Muchamiel Rosa".

• **Muchamiel:** El tomate Muchamiel, originario de la localidad de Muchamiel en Alicante, es una variedad tradicional y emblemática en España, muy apreciada por su excelente calidad organoléptica y textura suave, descrita como “melosa” por expertos. Aunque su cultivo ha disminuido debido a la susceptibilidad a virus, sigue siendo muy conocida. A diferencia de las variedades híbridas modernas, presenta un “corazón” blanco en el centro, lo que puede ser un inconveniente para algunos consumidores. Los tomates Muchamiel, grandes, aplastados y algo rizados, se cultivan principalmente en Alicante, Valencia y Murcia.

• **De la pera:** El tomate "De la pera" destaca por su forma aplanada, y aunque se utiliza principalmente para conservar, los primeros frutos se consumen frescos. Al igual que el Muchamiel, se cultiva principalmente en el Este y Sureste de España. Desde mediados del siglo XX, las variedades híbridas han reemplazado a las tradicionales debido a su mayor rendimiento, resistencia a virus y mayor homogeneidad, factores que han reducido el cultivo del tomate "De la pera".

• **Moruno:** Esta variedad es altamente productiva y delicada, con un sabor dulce y un aroma intenso. Su piel es fina pero firme y contiene pocas semillas. Los frutos varían en tamaño y son de forma redondeada. En cuanto a sus propiedades organolépticas, presenta un buen equilibrio entre dulzura y acidez, siendo un tomate más jugoso que carnoso, con colores que van desde el tinto violáceo hasta el rosado.

• **Rosa:** Esta variedad es una joya de la huerta alicantina, reconocido por su tamaño grande e irregular, piel roja intensa y pulpa carnosa y jugosa. Su sabor es dulce, es equilibrado y tiene un punto de acidez. Suele utilizar para ensaladas, salsas y guisos, este tomate autóctono destaca por su calidad y sabor únicos.

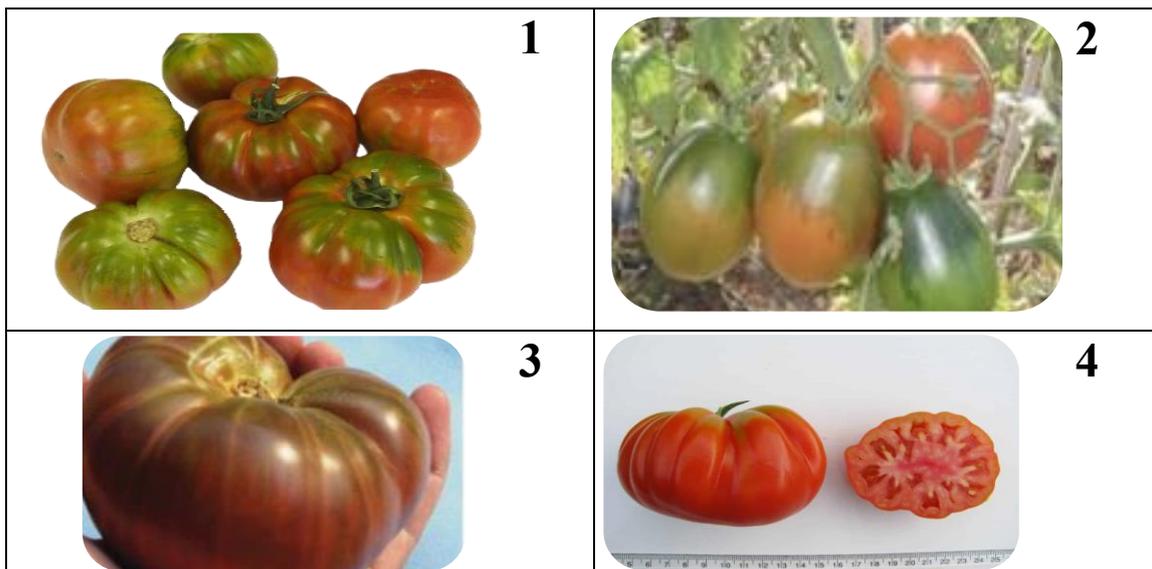


Ilustración 3. Frutos del tipo Muchamiel (1), De la pera (2), Moruno (3) y Rosa (4).

Las variedades tradicionales de tomate se distinguen por sus sobresalientes cualidades organolépticas, lo que las hace muy valoradas por los consumidores locales. No obstante, su alta susceptibilidad a diversas virosis dificulta su cultivo, lo que ha provocado un abandono progresivo en favor de variedades modernas, híbridas principalmente F1 (Nuez et al., 1998). Debido a razones económicas, la mejora de estas variedades, que cuentan con un mercado limitado, no es considerada por las empresas productoras de semillas. Por lo tanto, debería ser gestionada principalmente por organismos públicos (Nuez y Ruiz, 1999).

1.6. Programa de Mejora Genética de Tomate del CIAGRO-UMH

La mejora genética vegetal se define como la ciencia y tecnología que busca desarrollar nuevos cultivares mediante la modificación de su genotipo, optimizándolos para un entorno específico según las necesidades y usos que se requieran por parte del hombre (Frankel, 1958).

En 1998, la Escuela Politécnica Superior de Orihuela de la Universidad Miguel Hernández inició un programa de mejora enfocado en introducir genes de resistencia a las tres virosis más relevantes que afectan el cultivo del tomate en el sureste de España: ToMV (Virus del mosaico del tomate.), TSWV (Virus del bronceado del tomate) y TYLCV (Virus del rizado amarillo del tomate). Se optó por el método de introgresión

asistida por marcadores moleculares. Este programa de mejora consta de las siguientes etapas:

1. Caracterización agronómica de las variedades tradicionales y de la fuente de resistencia.
2. Realización de cruzamiento.
3. Realización de retrocruzamiento.
4. Fijación de los genes de resistencia.
5. Selección de las mejores líneas.
6. Inscripción en el registro de variedades.

Se han utilizado marcadores moleculares para la selección temprana de individuos que portan todos los genes de interés. En las diversas generaciones de retrocruzamiento, se han aplicado de manera complementaria la selección genotípica mediante marcadores y la selección fenotípica. Esta última se lleva a cabo para identificar, entre las plantas que portan los genes de interés (según los marcadores utilizados), aquellas que no presentan síntomas de virosis y que poseen mejores características de cuajado, tamaño de fruto, uniformidad, producción, entre otros. Ambas técnicas son complementarias, habiéndose demostrado que el mejor resultado se obtiene empleando una combinación de las dos técnicas (García-García P., 2004).

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.

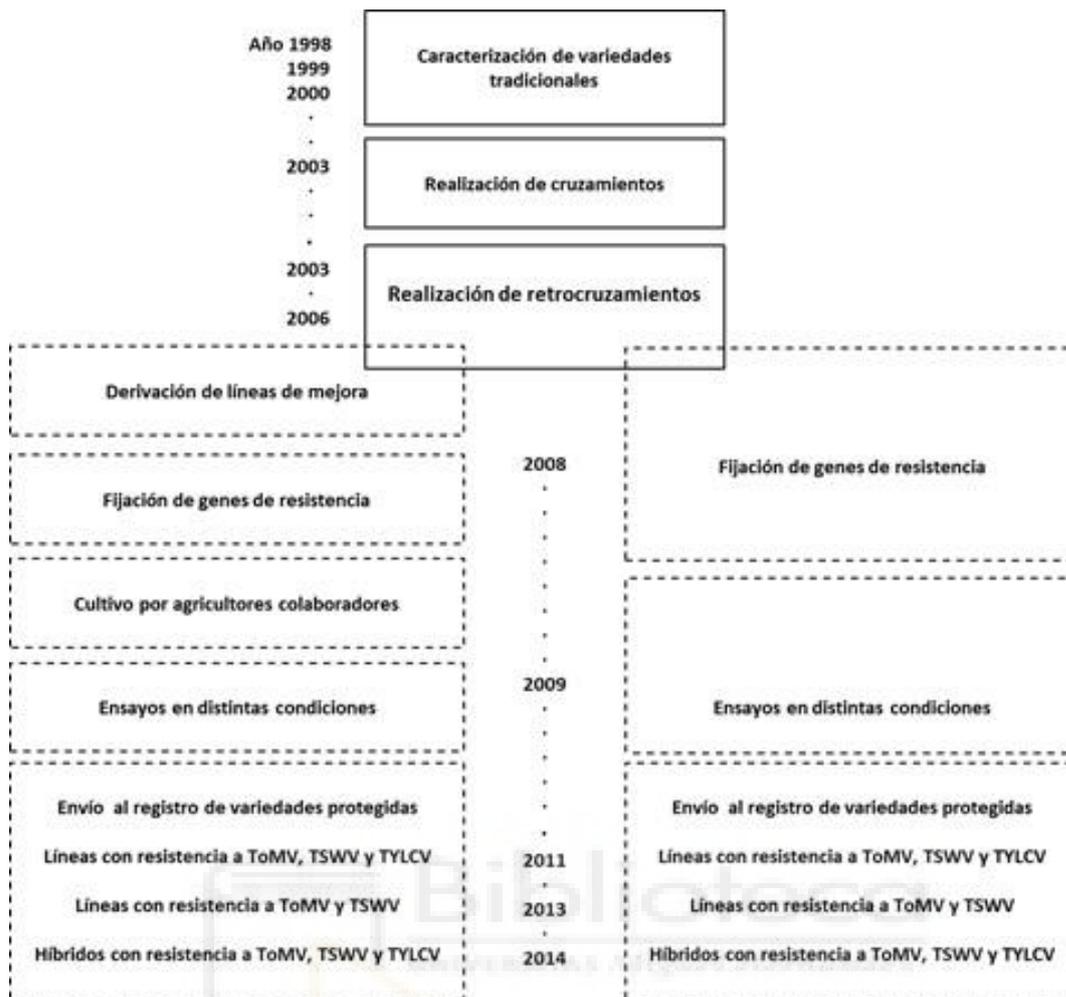


Ilustración 4. Esquema con las etapas del programa de mejora (Fuente: Cabrera 2019).

En 2013, se otorgaron los primeros Títulos de Obtención Vegetal (TOV) para líneas del programa de mejora de la EPSO-UMH, específicamente las líneas UMH 1200 (tipo Muchamiel) y UMH 1203 (tipo De la pera), ambas con resistencia en homocigosis a los tres virus. Además, se han obtenido líneas de mejora que presentan resistencia únicamente a ToMV y TSWV (sin resistencia a TYLCV), así como líneas con resistencia solo a ToMV, cuyos TOV fueron concedidos en 2017. También se han desarrollado híbridos que son resistentes a los tres virus en heterocigosis.

También se han desarrollado híbridos con resistencia heterocigótica a los tres virus. En la tabla 4 se puede observar todas las líneas con títulos de Obtención Vegetal logrados por el programa de mejora ESPO-UMH.

Tabla 4. Líneas de mejora inscritas en el Registro de Variedades Protegidas, con su genotipo para los tres genes de resistencia a virus.

Tipo varietal	Línea	Resistencias	Envío	Obtención
		ToMV-TYLCV-TSWV		Título
Mucha miel	UMH 1200	RR-RR-RR	2011	2013
Muchamiel	UMH 1139	RR-ss-RR	2013	2017
Muchamiel	UMH 1101xIF	Rs-Rs-Rs	2014	2017
De la pera	UMH 1203	RR-RR-RR	2011	2013
De la pera	UMH 1422	RR-ss-ss	2013	2017
De la pera	UMH 1415	RR-ss-RR	2013	2017
De la pera	UMH 1353	RR-ss-RR	2013	2017
De la pera	UMH 1354	RR-ss-RR	2013	2017
De la pera moreno	UMH 1209	RR-RR-RR	2017	2021
Cherry	UMH 1400	RR-RR-RR	2015	2018
Cherry	UMH 1401	RR-ss-RR	2015	2018
Cherry	UMH 1402	RR-ss-RR	2015	2018
Hibrido	UMH 1200xBFT	Rs-Rs-Rs	2017	2021
Hibrido	UMH 1200x Costo	Rs-Rs-Rs	2017	2021

En 2017 se empezó a introducir el gen ty-5 en algunas líneas de mejora por Muchamiel y De la pera (Cabrera et al., 2020). En 2021 se introdujo el gen Ty-2 en las líneas de tomate Muchamiel y De la pera con los 4 genes de resistencia mencionados anteriormente (Cabrera et al., 2021). Estos dos genes confieren resistencia al TYLCV.

1.7. Línea de investigación a la que pertenece el Trabajo Fin de Máster.

Este Trabajo Fin de Master es parte del proyecto “Desarrollo de ecotipos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con alta calidad y resistencia a virus, adaptados al cultivo en el Sureste de España” (Referencia PID2019-110221RR-C33), financiado por el Ministerio de Ciencia e Investigación, con Santiago García Martínez como Investigador Responsable. Participan en este proyecto el Grupo de Biodiversidad Agrícola y Mejora Genética de Variedades del CIAGRO-UMH, el Equipo de Sostenibilidad y Calidad Hortofrutícola del IMIDA, liderado por Pilar Flores Fernández-Villamil, y el Grupo de Mejora de Pimientos, Chiles y Ajés del CPMÁV -UPV, dirigido por Adrián Rodríguez Burruezo. Iniciada en 2020, la investigación sigue en un nuevo proyecto. Uno de los objetivos es obtener híbridos de las variedades Muchamiel, De la pera, Moruno y Rosa, resistentes a ToMV, TSWV y TYLCV, cruzando líneas de mejora del CIAGRO-UMH con variedades tradicionales de la Región de Murcia conservadas en el Banco de

Germoplasma del IMIDA. (BAGERIM). La obtención de estos híbridos se llevó a cabo en 2020 y 2021, y su evaluación se realizó junto a los parentales y dos híbridos comerciales de referencia en 2022 y 2023.



2. OBJETIVOS.

En este trabajo se realizará la evaluación de varios híbridos de tomate con resistencia genética a virus, cultivados en un invernadero de malla situado en Águilas (Murcia).

Se evaluarán los principales parámetros agronómicos (producción comercial, peso medio de frutos) y de calidad (contenido de sólidos solubles y acidez valorable).



3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. Material vegetal.

Se han estudiado dos híbridos Muchamiel, uno rosa y uno De la pera, obtenidos en el Programa de Mejora Genética de Tomate del CIAGRO-UMH, obtenidos cruzando líneas de mejora Muchamiel, rosa y De la pera con homocigosis a ToMV, TYLCV y TSWV y variedades tradicionales del Banco de Germoplasma del IMIDA. Tres híbridos tienen resistencia en heterocigosis a los tres virus (Tabla 5), mientras que uno tiene resistencia en heterocigosis a sólo dos virus. Se incluyó el híbrido comercial Boludo (Seminis, BAYER) como referencia.

Tabla 5. Genotipo de las variedades e híbridos estudiados, para los 3 genes de resistencia introducidos.

Variedad-Híbrido	Gen de resistencia		
	Tm-2 ^a	Ty-1	Sw-5
Boludo	Rs	Rs	Rs
UMH1200 x 3IMIDA	Rs	Rs	Rs
UMH1200 x 12IMIDA	Rs	Rs	Rs
UMH1406 x 2IMIDA	Rs	Rs	Rs
MR1 x 1IMIDA	Rs	ss	Rs

3.2. Condiciones de cultivo

A continuación, se describe el cultivo realizado en las instalaciones de Juan Hernández Pérez en Águilas (Murcia):

El ensayo se ha realizado en un invernadero de malla (Ilustración 5).



Ilustración 5. Invernadero donde se realizó el ensayo.

Antes de iniciar este estudio, el cultivo anterior era la sandía.

Se cultivó directamente en el suelo, y se riega localmente mediante cinta por goteo con goteros de 1 litro/hora espaciados 20 cm entre sí.

Se cultivaron 2 líneas de plantas pareadas, con 40 cm de separación dentro de la línea y 2,5 metros de separación entre los pares de líneas, es decir, la densidad es de 2 plantas/m², como se muestra en la ilustración 6.

La siembra se realizó en los Semilleros José y Belén, empresa situada en Albaterra (Alicante). Se utilizaron bandejas de poliestireno expandido de 150 alvéolos y el substrato empleado fue turba negra (20%) y turba rubia (80%) enriquecida con fertilizantes. La fecha de siembra de las semillas es el 15 de Febrero y la de trasplante es el 24 de marzo de 2023.



Ilustración 6. Bandeja de plántulas de tomate (izq.) y vista global del ensayo días después del trasplante (dcha.).

Para que las plantas de tomate crezcan erguidas necesitan una estructura que les sirva de guía, para ello se ha utilizado hilo de rafia atado al emparrillado superior y a los alambres de las líneas del suelo que con la ayuda de anillas de plástico mantienen al tallo erecto.

Las yemas axilares se retiran semanalmente, dejando un sistema guía o tronco. Es importante desinfectar cuchillos o guantes periódicamente para evitar la transmisión de virus, especialmente las variedades tradicionales por su alta susceptibilidad.



Ilustración 7. Entutorado con anillas y rafia (Fuente: Cabrera, 2019).

En las primeras etapas de crecimiento del cultivo, el tiempo de riego es de 20 minutos cada 2 días, aumentando gradualmente a 1 hora por día, nuevamente según la experiencia. Durante la cosecha, el riego se realiza por la mañana y por la tarde.

El abonado se realizó utilizando 3 abonos complejos a lo largo del cultivo, siguiendo este orden:

- 13-40-13, es decir, un fertilizante que contiene nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) siendo los números la riqueza de cada uno de los elementos. Este fertilizante se aplicó durante los primeros 15 días, a razón de 0,5 ml por planta.
- 19-6-6, hasta el momento del cuajado de los primeros frutos, a razón de 0,5 ml por planta.
- 15-5-30, hasta durante el resto del cultivo, empezando con 0,5 ml por planta y terminando con 1,5 ml por planta.

Durante la fase de recolección, en función de la experiencia del agricultor, se añadía calcio quelatado, micronutrientes, bioestimulantes y/o ácidos húmicos.



Ilustración 8. Vista global del ensayo días después del trasplante (izq.) y plantas en fase de recolección (dcha.).

Las plagas y enfermedades presentes fueron tuta (*Tuta absoluta*), trips (*Frankliniella occidentalis*) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*). Como enemigos naturales se emplearon nesidiocoris (*Nesidiocoris tenuis*) y el abejorro común (*Bombus terrestris*). Al final del cultivo apareció vasates (*Aculops lycopersici*). Otras plagas y enfermedades con menor incidencia han sido: araña roja (*Tetranychus urticae*), plusia (*Chrysodeixis chalcites*) y oídio o mancha amarilla (*Leveillula taurica*).

Los tratamientos se realizaron cada 10-15 días a excepción del azufre en polvo que era semanal. Los productos fitosanitarios empleados durante el desarrollo del cultivo se detallan a continuación en la Tabla 6.

Tabla 6. Productos fitosanitarios empleados.

Nombre Comercial	Materia Activa
AFFIRM	Emamectina 0,855% p/p
BREAKER MAX	Piretrina natural pura 4% p/v
COSTAR	Bacillus thuringiensis var. Kurstaki 18% p/p
FLASH UM	Fenpiroximato 5,12% p/v
MOSPILAN MAX	Acetamiprid 20% p/p
MOVENTO 150 O-TEQ	Spirotetramat 15% p/v
OBERON	Spiromesifen 24% p/v
REVUS	Mandipropamid 25% p/v
SPINTOR 480 SC	Spinosad 48% p/v
TERVIGO	Abamectina 2% p/v
VELUM PRIME	Fluopyram 40% p/v
VERTIMEC	Abamectina 1,8% p/p

3.3. Diseño experimental

En el invernadero, se dispusieron cuatro repeticiones por cada línea estudiada, compuestas por 15-20 plantas. En la tabla 7 se puede ver la disposición de cada una de ellas.

Tabla 7. Esquema del ensayo realizado. Los números 1,2,3 y 4 indican las repeticiones utilizadas, con 15-30 plantas cada una. En gris se representan los pasillos. La figura no está a escala.

Borde			
Boludo(2)	Boludo (1)		
Boludo (4)	Boludo (3)		
UMH1200 X 3IMIDA (4)	UMH X 3IMIDA (3)		
UMH X 3IMIDA (2)	UMH X 3IMIDA (4)	PASILLO PRINCIPAL	
UMH 1200 X 12IMIDA (2)	UMH 1200 X 12IMIDA (1)		
UMH 1200 X 12IMIDA (4)	UMH 1200 X 12IMIDA (3)		
UMH 1406 X 2IMIDA(2)	UMH 1406 X 2IMIDA(1)		
UMH 1406 X 2IMIDA(4)	UMH 1406 X 2IMIDA(3)		
MR1 X 2IMIDA(2)	MR1 X 2IMIDA(1)		
MR1 X 2IMIDA(4)	MR1 X 2IMIDA(3)		
Borde			

En total, se realizaron 9 recolecciones de forma semanal siendo la primera el día 13 de Junio de 2023 y la última, el día 10 de agosto de 2023. En la tabla 8 se muestran las principales tareas y su fecha de realización.

Tabla 8. Tareas principales y fecha de su realización.

Tarea	Fecha
Siembra	02/02/2023
Trasplante	24/03/2023
1ª Recolección	13/06/2023
2ª Recolección	20/06/2023
3ª Recolección	27/06/2023
4ª Recolección	04/07/2023
5ª Recolección	12/07/2023
6ª Recolección	20/07/2023
7ª Recolección	28/07/2023
8ª Recolección	03/08/2023
9ª Recolección	10/08/2023
Medida de sólidos solubles y acidez	04/09/2023
Medida de sólidos solubles y acidez	11/09/2023
Medida de sólidos solubles y acidez	19/09/2023

3.4. Caracteres analizados en el ensayo

3.4.1. Características agronómicas

3.4.1.1. Producción comercial, destrío y total

La producción comercial se define como la suma de todos los frutos comerciales o aptos para la venta recolectados de cada planta, agrupados por repetición y expresados en g/planta. Los frutos comerciales y las no comerciales o destrío, (donde se incluyen los frutos pequeños y con malformaciones) se separaron durante la recolección, y se pesaron por separado. Los frutos de todas las plantas de cada repetición se pesaban conjuntamente utilizando una balanza y una caja de plástico, y se dividía por el número de plantas. La producción total se calculaba sumando la comercial y la no comercial.

3.4.1.2. Peso medio de los frutos comerciales, no comerciales y totales

El peso medio del fruto comercial se obtiene calculando la media o el promedio de todos los frutos aptos para la venta recolectados de todas las plantas en cada repetición, considerando todas las recolecciones realizadas. El peso medio de los frutos no comerciales y totales se calcula como la media de los mismos.

3.4.1.3. Número de frutos comerciales, no comerciales y totales

El número de frutos comerciales, no comerciales y totales se calcula contando el número de cada uno de ellos en cada recolección, expresándose por planta.

3.4.2. Caracteres de calidad

3.4.2.1. Sólidos solubles

Los valores de sólidos solubles y acidez están intrínsecamente ligados a la madurez del fruto, lo que resalta la importancia de garantizar una maduración uniforme al momento de analizarlos. Por lo tanto, después de la cosecha (cosechas alternas), se seleccionaron cuidadosamente frutos completamente maduros, asegurando la homogeneidad en el grado de madurez de cada línea. Estos frutos fueron destinados al laboratorio, donde se procedió a la medición de sólidos solubles y acidez. Para cada repetición de cada línea se recogieron varios frutos, sobre los 15 o 20, para después en el laboratorio seleccionar 3 frutos similares por tubo y haciendo 3 tubos por cada línea (Ilustración 12, Ilustración 13 e Ilustración 14), los cuales fueron cortados en trozos y triturados utilizando una batidora doméstica. El triturado resultante se transfirió a tubos de 50 ml, previamente etiquetados con el nombre de la línea y la repetición correspondiente, para su posterior almacenamiento en un congelador a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, a la espera de su posterior análisis.

Para evaluar el contenido de sólidos solubles y la acidez, las muestras fueron descongeladas y luego centrifugadas a 4.000 rpm durante 1 minuto, asegurándose previamente de que el peso de las muestras estuviera equilibrado. Posteriormente, se procedió a eliminar la mayor parte de la pulpa de las muestras, y después de equilibrarlas nuevamente, se centrifugaron nuevamente a 4.000 rpm durante 4 minutos. El sobrenadante resultante de cada tubo, libre de pulpa, fue utilizado para realizar las mediciones, duplicando el proceso para garantizar la precisión de los resultados.



Ilustración 9. Batidora doméstica (izq.) y centrifuga (dcha.)

Para medir la glucosa y la fructosa (sólidos solubles) se ha utilizado un refractómetro digital de la marca Atago, realizando 2 medidas por muestra y arrojando el resultado en °Brix.



Ilustración 10. Refractómetro utilizado para medir los sólidos solubles (Fuente: Catálogo Atago).

Para medir la acidez se han utilizado los sobrenadantes de los tubos, concretamente 0,5 ml de los cuales se ha valorado la acidez con NaOH 0,01 N en un pHmetro pHmatic 23 CRISON mientras la muestra se encuentra en el proceso de agitación, se disuelve en agua destilada.

El resultado se expresa en gramos de ácido cítrico por cada 100 gramos de tejido fresco o porcentaje, realizando por cada muestra 2 medidas.



Ilustración 11. Proceso de valoración de la acidez (Fuente: Crison Instruments).

A continuación, se muestran las imágenes de las 5 líneas analizadas, concretamente del 20 de Junio de 2023, cuando se realizó la segunda recolección. En ellas se puede observar los frutos por la cara superior y las diferencias morfológicas entre cada híbrido.



Ilustración 12. Frutos del híbrido 1200x3 (izquierda) y 1200x12(derecha) seleccionados para medir caracteres de calidad en una recolección.



Ilustración 13. Frutos del híbrido 1406x2 (izquierda) y MR1x1(derecha) seleccionados para medir caracteres de calidad en una recolección.



Ilustración 14. Frutos de la variedad Boludo seleccionados para medir caracteres de calidad en una recolección.

3.5. Tratamiento estadístico.

Se realizaron 2 análisis:

- Un análisis de varianza unifactorial con los valores finales totales del ensayo, para los caracteres productivos (producción, peso medio de los frutos y número de frutos) de calidad (contenido de sólidos solubles y acidez).
- Un análisis de la varianza multifactorial, con la variedad y la recolección como factores, para los caracteres productivos (producción, peso medio de los frutos y número de frutos).

En caso de encontrar diferencias significativas, se aplicó un contraste post-hoc de LSD (Least Significant Difference o Mínima Diferencia Significativa) realizado al 95% del nivel de confianza, para determinar las diferencias significativas entre los valores medios de cada tratamiento. Todos estos análisis fueron realizados utilizando el programa STATGRAPHICS PLUS versión 3.1 para Windows.



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Caracteres productivos

4.1.1. Producción.

El análisis de la varianza (ANOVA) realizado para la producción comercial, destrío y producción total se muestran en la siguiente tabla, junto con el análisis de rango múltiple LSD (Mínima Diferencia Significativa), realizado al 95% del nivel de confianza. Se han encontrado diferencias significativas para el destrío y la producción total.

Tabla 9. Nivel de significación del ANOVA y análisis de rango múltiple (LSD, Mínima Diferencia Significativa, al 95% de nivel de confianza) para la producción comercial, destrío y total de las variedades estudiados.

	Comercial	Destrío	Total
	P valor : 0,1255	P valor : 0,0004	P valor:0,0287
Variedad	Media (gr/planta) y grupos homogéneos.	Media (gr/planta) y grupos homogéneos	Media (gr/planta) y grupos homogéneos
UMH1406x2	5827,85 (A)	608,48 (AB)	6436,33 (A)
UMH 1200x12	6355,55 (AB)	420,65 (A)	6776,21 (AB)
UMH 1200x3	6888,78 (B)	832,29 (B)	7721,07(BC)
MR1x1	6642,31 (AB)	1198,17 (C)	7840,47 (C)
Boludo	6503,72 (AB)	338,99 (A)	6842,71 (AB)

La producción comercial obtenida oscila entre 5827,95 g/planta para el híbrido UMH1406x2 y 6888,78 g/planta para el híbrido UMH1200x3. En este caso, sólo hay diferencias significativas entre estos dos híbridos. La producción comercial obtenida por los híbridos no ha sido inferior a la de la variedad comercial Boludo, lo que indica el buen comportamiento productivo de los híbridos del Programa de Mejora. Los valores obtenidos en este TFM son ligeramente inferiores a los de Pérez (en preparación), que repitió el ensayo en la estación Experimental Agraria de Elche, también en un invernadero de malla, en el mismo ciclo de cultivo y año, y obtuvo 4764,7 g/planta en UMH1406x2 y 7436,7 g/planta en MR1x1.

El destrío obtenido oscila entre 338,99 g/planta para la variedad comercial Boludo y 1198,17 g/planta para MR1x1. En este caso, hay diferencias significativas entre los híbridos y la variedad comercial, ya que se distinguen en tres grupos homogéneos diferentes. El destrío obtenido por los híbridos ha sido superior a la de la variedad comercial Boludo. Los valores obtenidos en este TFM son ligeramente superiores a los de Pérez (en preparación), que repitió el ensayo en la estación Experimental Agraria de Elche, en el mismo ciclo de cultivo y año, y obtuvo 287,28 g/planta en UMH1406x2 y

1135,71 g/planta en MR1x1. Los valores tan elevados del híbrido MR1x1 se deben a frutos deformados de gran tamaño del primer ramillete. Esta característica es común en algunas variedades de fruto grande, y se suele dar en el primer ramillete.

La producción total obtenida oscila entre 6436,33 g/planta para el híbrido UMH1406x2 y 7840,47 g/planta para el comercial MR1x1. En este caso, hay diferencias significativas entre los híbridos y la comercial, ya que se distinguen en tres grupos homogéneos diferentes. En la producción total obtenemos que algunos híbridos han tenido una producción inferior y otros una producción superior que la variedad comercial, es decir, la variedad Boludo que se encuentra en la media de estos. Los valores obtenidos en este TFM son más homogéneos que los de Pérez (en preparación), que repitió el ensayo en la estación Experimental Agraria de Elche, en el mismo ciclo de cultivo y año, y obtuvo 5051 g/planta en UMH1406x2 y 9572,44 g/planta en MR1x1. Estas diferencias pueden deberse a unas mejores condiciones de cultivo.

Si se comparan estos datos con otros estudios, en el trabajo de Quintero (2023), la variedad UMH1200x3IMIDA presenta 3,32 kg/planta y la variedad UMH1200x12 IMIDA tiene 2,38 kg/planta, frente a los resultados obtenidos en este trabajo que son 6,88 kg/planta y 6,35 kg/planta, respectivamente, por lo que la producción en este caso ha sido muy superior. Estas diferencias pueden deberse a las condiciones de cultivo y al ciclo de cultivo, ya que este ensayo se ha realizado en el ciclo de verano-otoño y el de Quintero (2023) en el de primavera-verano. El ciclo de Quintero fue más corto, solo se realizaron 5 recolecciones.

Para los comerciales MR1x1 y Boludo, en el trabajo de Quintero (2023) presentan 2,56 kg/planta y 2,75 kg/planta, frente a los datos obtenidos en este trabajo que son de 6,64 kg/planta y 6,50 kg/planta, respectivamente, por lo que en este caso también la producción ha sido superior.

Para el híbrido del tipo varietal de la pera UMH1406x2, en el trabajo de Quintero (2023) presentan 2,64 kg/planta, frente a los datos obtenidos en este trabajo que son de 5,82 kg/planta, por lo que en este caso también la producción ha sido superior, por el distinto ciclo de cultivo.

Para estudiar la evolución de los distintos parámetros durante la recolección se ha realizado un ANOVA multifactorial, con variedad y recolección como factores. En la Tabla 9 se muestra el nivel de significación obtenido para la producción comercial, el

destrío y la producción total. Para los 3 parámetros se han encontrado diferencias significativas en los dos factores, así como en la interacción.

Tabla 10. Análisis de la varianza para la producción comercial, destrío y total de las distintas variedades estudiadas durante el cultivo.

Fuentes de variación	Comercial	Destrío	Total
Efectos principales	Nivel de significación		
Variedad	0,0293	<0,0001	0,0002
Recolección	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Interacciones			
Variedad -Recolección	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Debido a que la interacción es significativa, es necesario emplear un gráfico de interacción que se muestra en el gráfico 3.

En primer lugar, se observa el distinto comportamiento de UMH 1200x3, siendo su pico de producción comercial en la tercera recolección. Al principio presenta dos picos de producción, pero después la línea general disminuye a lo largo de las recolecciones hasta que sucede la última seguramente debido a algún fallo humano, ya que después se muestra muy similar al resto. Al igual que Boludo, pero con una producción más homogénea. La variedad MR1x1 en las dos primeras recolecciones tiene una producción alta, pero después tiene un descenso lineal a lo largo de las recolecciones. Los otros dos híbridos tienen recolecciones muy homogéneas y lineales.

Las variedades UMH1406x2 y UMH 1200x3 presentan una producción inferior y superior respectivamente. Las otras variedades tienen producciones similares. El híbrido UMH1406x2 es el que más tarde entra en recolección.

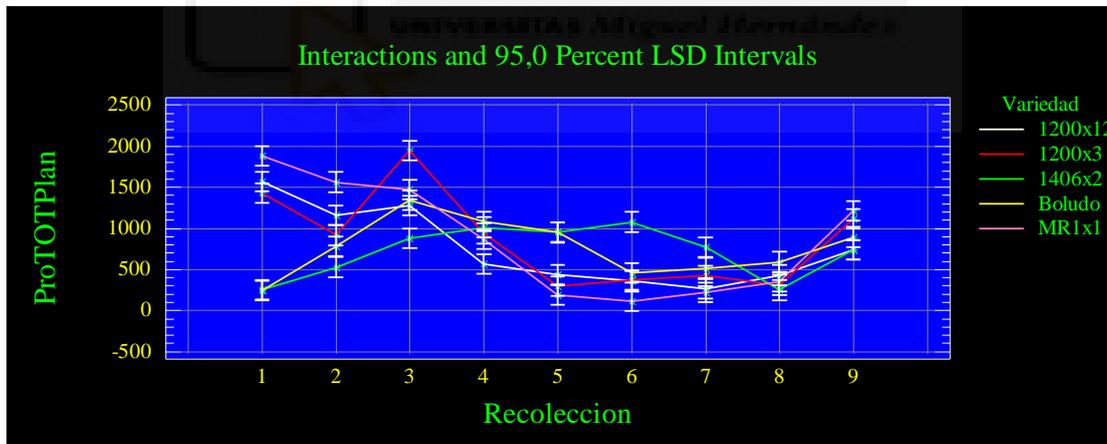
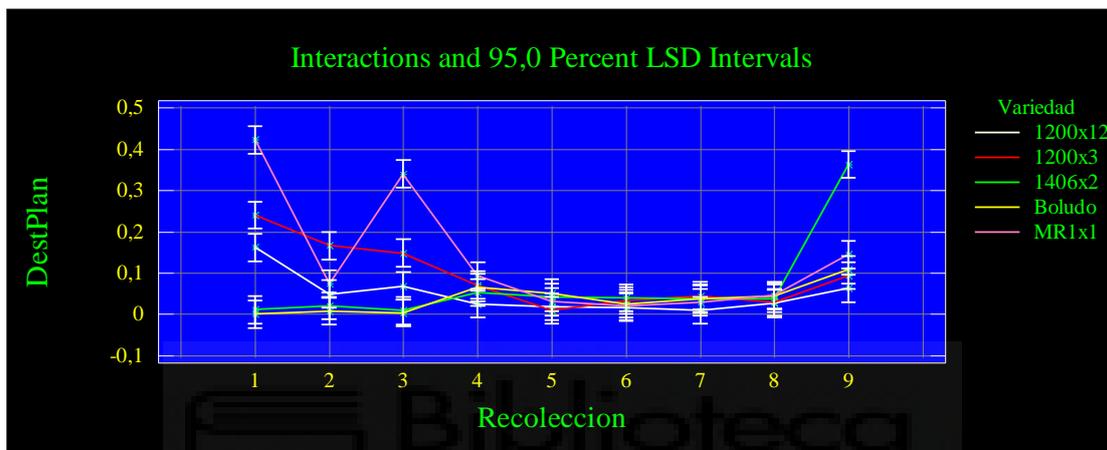
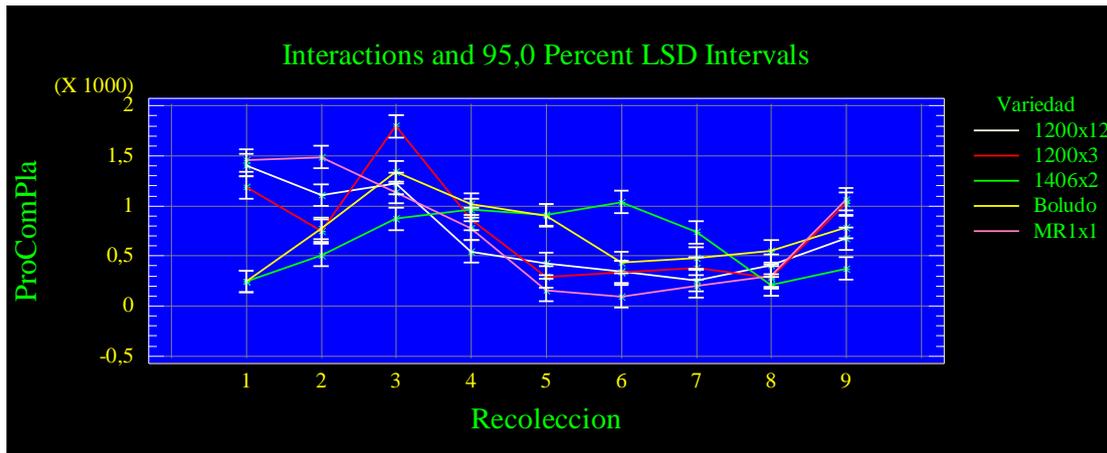


Gráfico 3. Gráfica de interacción Variedad-Recolección para la producción comercial (Arriba), destrío (Centro) y total (Abajo) en g/planta. Los intervalos corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de significación.

En el destrío se observa el distinto comportamiento del híbrido MR1x1, con una alta producción en la primera y tercera recolección, siendo la que tenía el mayor destrío en comparación de las otras líneas. Respecto a la línea UMH1200x3 al principio presenta el mayor valor de destrío, pero después la línea va disminuyendo hasta igualar al resto

(menos en esa parte inicial). Respecto al UMH1406x2 presenta un pico muy elevado en la recolección 9, seguramente debido a que fue la última recolección, y se recogieron todos los frutos de la planta. Las variedades UMH1406x2 y Boludo presentan una producción muy similar, siendo el último el que presenta una producción ligeramente inferior.

En primer lugar, se observa el distinto comportamiento de UMH 1200x3, siendo su pico de producción en la tercera recolección. Al principio presenta dos picos de producción, pero después la línea general disminuye a lo largo de las recolecciones hasta que sucede la última seguramente debido a algún fallo humano, ya que después se muestra muy similar al resto. Al igual que Boludo pero con una producción más homogénea. La variedad Mr1x1 en las dos primeras recolecciones tiene una producción alta, pero después tiene un descenso lineal a lo largo de las recolecciones. Los otros dos híbridos tienen recolecciones muy homogéneas y lineales.

Las variedades UMH1406x2 y MR1x1 presentan una producción inferior y superior respectivamente. Las otras variedades tienen producciones similares.



4.1.2. Peso medio de los frutos.

En la siguiente tabla se muestra el análisis de la varianza realizado, además del análisis de rango múltiple o LSD realizado al 95% del nivel de confianza para el peso medio de los frutos de las variedades estudiadas.

Tabla 11. Nivel de significación del ANOVA y análisis de rango múltiple (LSD, Mínima Diferencia Significativa, al 95% de nivel de confianza) para el peso medio de los frutos de los híbridos estudiados.

	Comercial	Destrío	Total
Peso Medio	P valor: <0,0001	P valor: <0,0001	P valor: <0,0001
Variedad	Media(gr/fruto) y grupos homogéneos.	Media(gr/fruto) y grupos homogéneos	Media(gr/fruto) y grupos homogéneos
UMH 1406x 2	114,87 (A)	59,51 (A)	105,56 (A)
UMH 1200x12	264,06 (B)	183,50 (B)	257,61 (C)
UMH 1200x3	321,27 (C)	243,90(C)	310,15 (E)
MR1x1	287,61 (B)	267,13 (C)	282,95 (D)
Boludo	134,10 (A)	76,73 (A)	129,06 (B)

Los rangos del peso medio de los frutos comerciales obtenidos oscilan entre 114,87 gr/fruto para UMH 1406x 2 y 321,27 gr/fruto para UMH1200x3. Se observan tres grupos homogéneos: el primero formado por UMH 1406x2 y Boludo, el segundo por UMH1200x12 y MR1x1 y el tercero por UMH 1200x3, siendo este último el que mayor media presenta. Estos resultados se deben al tipo varietal de cada híbrido.

El peso medio de los frutos no comerciales obtenido oscila entre 59,51 gr/fruto para la variedad híbrida para UMH 1406x 2 y 267,13 gr/fruto para MR1x1. En este caso, hay diferencias significativas entre los híbridos y la variedad comercial, y entre los comerciales también. El destrío obtenido en este TFM es muy superior a los de Pérez (en preparación), que repitió el ensayo en la estación Experimental Agraria de Elche, en el mismo ciclo de cultivo y año, el cual obtuvo 38,20 gr/fruto en UMH1406x2 y 196,26 gr/fruto en UMH1200x3.

El peso medio de los frutos totales obtenido oscila entre 105,56 gr/fruto para el híbrido UMH1406x2 y 310,15 gr/fruto para el híbrido UMH1200x3. En este caso, hay diferencias significativas entre todos los híbridos y la variedad comercial, ya que se distinguen en 5 grupos homogéneos diferentes. Los valores obtenidos en este TFM son ligeramente superiores que los de Pérez (en preparación), que repitió el ensayo en la estación Experimental Agraria de Elche, en el mismo ciclo de cultivo y año, y obtuvo 91,98 gr/fruto en UMH1406x2 y 276,79 gr/fruto en UMH1200x3. Estas diferencias pueden deberse a unas mejores condiciones de cultivo.

Al comparar estos datos con otros estudios, en el trabajo de Quintero (2023), los híbridos UMH 1200x12 presenta 235 gr/fruto y UMH 1200x3 tiene 285 gr/fruto, frente a los resultados obtenidos en este trabajo que son 264 gr/fruto y 321 gr/fruto, respectivamente, por lo que el peso medio por fruto en este trabajo ha sido mayor.

Para los comerciales MR1x1 y Boludo, en el trabajo de Quintero (2023) presentan 253 gr/fruto y 116 gr/fruto, frente a los datos obtenidos en este trabajo que son de 287gr/fruto y 134 gr/fruto, respectivamente, por lo que, para ambas variedades, el peso por fruto ha sido mayor.

Para el híbrido del tipo varietal De la pera UMH1406x2, en el trabajo de Quintero (2023) presentan un peso medio de fruto de 111gr/fruto, frente a los datos obtenidos en este trabajo que son de 114 gr/fruto, por lo que en este caso tienen un peso medio similar.

En la tabla 12 se muestra el análisis de la varianza multifactorial realizado, para el peso medio de los frutos, que indica la existencia de diferencias significativas para las variedades y para las recolecciones, además para la interacción Variedad-Recolección, que también ha resultado significativa.

Tabla 12. Análisis de la varianza para el peso medio de los frutos de las distintas variedades estudiadas durante el cultivo.

Fuentes de variación	Comercial	Destrio	Total
Efectos principales	Nivel de significación		
Variedad	<0,0001	<0,00010	<0,0001
Recolección	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Interacciones			
Variedad -Recolección	<0,0001	0,0002	<0,0001

Como la interacción es significativa, se realiza un gráfico de interacción que se muestra en el grafico 4.

En primer lugar, se observa el distinto comportamiento de UMH 1200x3, MR1x1 y 1200x12 siendo su pico de peso medio en la tercera recolección. Boludo y 1406x2 tienen frutos comerciales con un peso medio muy homogéneo y constante.

En el destrío se observa el distinto comportamiento de MR1x1, con un alto peso medio en la primera, tercera y sexta recolección, siendo la que tenía el mayor peso medio en destrío en comparación de las otras líneas. Respecto a la línea 1200x3 de la primera a la tercera recolección tiene un peso medio lineal, pero después la línea va disminuyendo hasta igualar al resto (menos en esa parte inicial). Las variedades UMH1406x2 y boludo presentan una producción muy similar, siendo el último el que presenta una producción ligeramente inferior.

En primer lugar, se observa el distinto comportamiento de UMH 1200x3, siendo su pico de producción en la tercera recolección, pero después la línea general disminuye a lo largo de las recolecciones.

La variedad MR1x1 en las tres primeras recolecciones tiene un peso medio alto, pero después tiene un descenso lineal a lo largo de las recolecciones. Boludo y 1406x2 tienen una producción más homogénea y lineal.

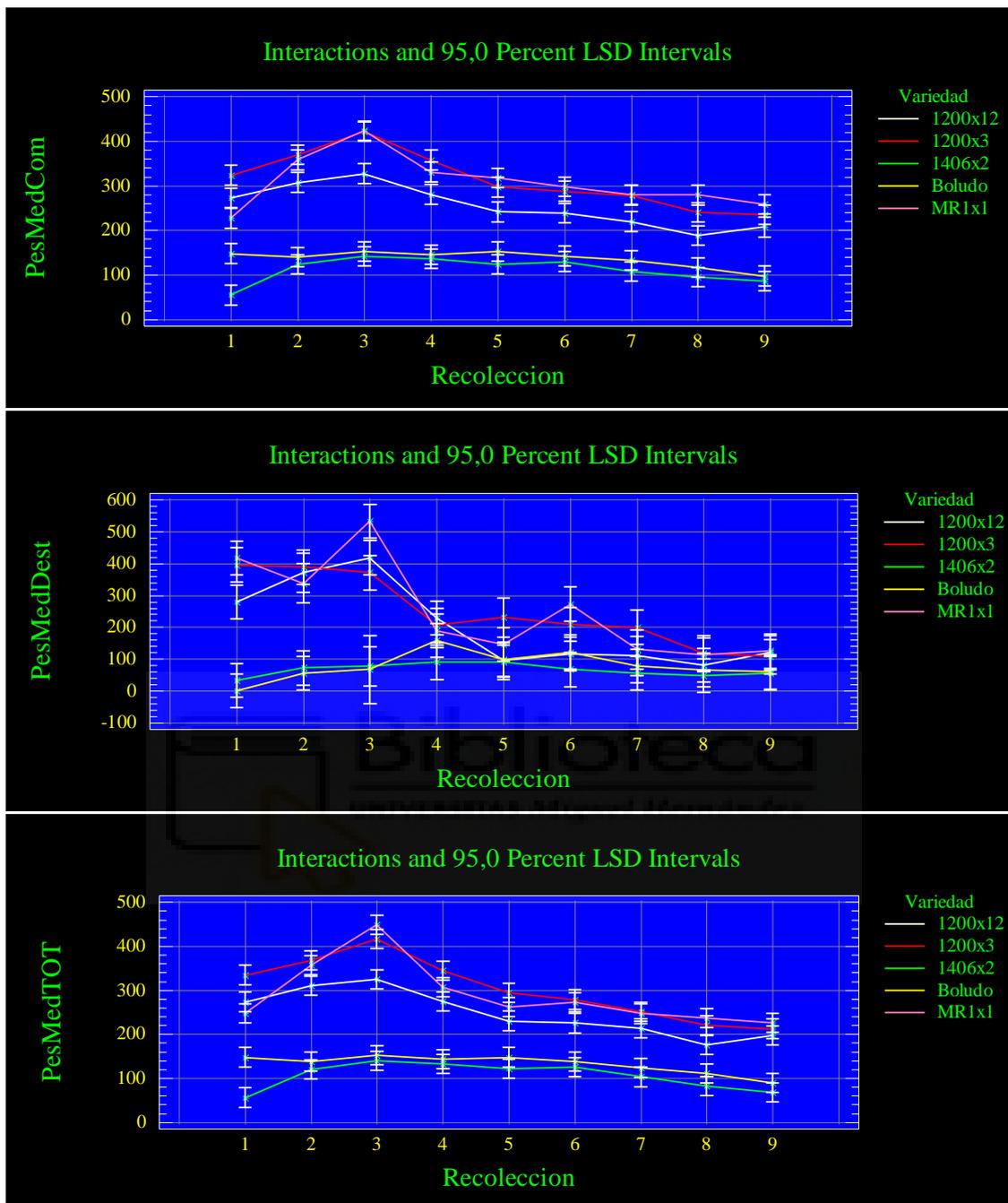


Gráfico 4. Gráfica de interacción peso medio de frutos comerciales (Arriba), no comerciales (centro) y totales (abajo) en cada recolección, expresado en gramos/fruto.

4.1.3. Numero de frutos.

Con relación al número de frutos, se ha realizado la prueba de ANOVA ya que esta variable cumple tanto la normalidad como la homocedasticidad, y puesto que el p-valor es inferior a 0,05, se aplica la prueba LSD para ver que líneas difieren de otras.

Tabla 13. Nivel de significación del ANOVA y análisis de rango múltiple (LSD, Mínima Diferencia Significativa, al 95% de nivel de confianza) para el N° de frutos de los híbridos estudiados.

	Comercial	Destrio	Total
N° de frutos	P valor: <0,0001	P valor: <0,0001	P valor: <0,0001
Variedad	Media (N°/planta) y grupos homogéneos.	Media (N°/planta) y grupos homogéneos	Media (N°/planta) y grupos homogéneos
UMH1406x 2	50,77(B)	10,22 (C)	61 (C)
UMH 1200x12	24,07(A)	2,23(A)	26,31(A)
UMH 1200x3	21,47(A)	3,47(AB)	24,94(A)
MR1x1	23,07(A)	4,55(B)	27,62(A)
Boludo	48,51(B)	4,50(B)	53,02(B)

El número de frutos comerciales obtenidos oscilan entre 21,47 N° frutos/planta para UMH1200x3 y 50,77 N° frutos/planta para UMH 1406x2. Se observan dos grupos homogéneos: el primero formado por UMH 1200x12, UMH 1200x3 y MR1x1, el segundo por UMH 1406x2 y Boludo, siendo estos dos los que mayor media presentan.

El destrío obtenido respecto al n° de frutos oscilan entre 2,23 N° frutos/planta para la variedad híbrida para UMH 1200x12 y 10,22 N° frutos/planta para UMH 1406x2. En este caso, hay diferencias significativas entre los híbridos y los comerciales y entre los comerciales también. El destrío obtenido en este TFM similar a los de Pérez (en preparación), que repitió el ensayo en la estación Experimental Agraria de Elche, en el mismo ciclo de cultivo y año, el cual obtuvo 3,03 N° frutos/planta en UMH1200x3 y 8,87 N° frutos/planta en MR1x1.

La producción total obtenida oscila entre 24,94 N° frutos/planta para el híbrido UMH 1200x3 y 61 N° frutos/planta para el híbrido UMH1406x2. En este caso, hay diferencias significativas entre todos los híbridos y todos los comerciales, ya que se distinguen en 3 grupos homogéneos diferentes. Los valores obtenidos en este TFM son ligeramente superiores que los de Pérez (en preparación), que repitió el ensayo en la estación Experimental Agraria de Elche, en el mismo ciclo de cultivo y año, y obtuvo 21,17 N° frutos/planta en UMH 1200x3 y 59,17 N° frutos/planta en Boludo. Estas diferencias pueden deberse a unas mejores condiciones de cultivo.

Al comparar estos datos con otros estudios, en el trabajo de Quintero (2023), los híbridos UMH 1200x12 presenta 9,6 N° frutos/planta y UMH 1200x3 tiene 10,9 N° frutos/planta,

frente a los resultados obtenidos en este trabajo que son 24 N° frutos/planta y 21,4 N° frutos/planta, respectivamente, por lo que el número de frutos en este trabajo ha sido mayor.

Para los comerciales MR1x1 y Boludo, en el trabajo de Quintero (2023) presentan 9,33 N° frutos/planta y 23,13 N° frutos/planta, frente a los datos obtenidos en este trabajo que son de 23,07 N° frutos/planta y 48,51 N° frutos/planta, respectivamente, por lo que, para ambas variedades, el número de frutos por planta ha sido mayor.

Para el híbrido del tipo varietal de la pera UMH1406x2, en el trabajo de Quintero (2023) presentan un número de frutos de 23,1 N° frutos/planta, frente a los datos obtenidos en este trabajo que son de 50,77 N° frutos/planta, por lo que en este caso el número de fruto es el doble.

En la tabla 14 se muestra el análisis de la varianza multifactorial realizado, para el N° de frutos, que indica la existencia de diferencias significativas para las variedades y para las recolecciones, además para la interacción Variedad-Recolección, que también ha resultado significativa.

Tabla 14. Análisis de la varianza para el N° de frutos comerciales, destrío y total de las distintas variedades estudiadas durante el cultivo.

Fuentes de variación	Comercial	Destrío	Total
Efectos principales	Nivel de significación		
Variedad	0,0293	<0,0001	0,0002
Recolección	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Interacciones			
Variedad -Recolección	<0,0001	<0,0001	<0,0001

La línea comercial Boludo tiene dos picos en el número de frutos en la tercera y novena recolección. La línea híbrida 1406x2 tiene un punto de inflexión en la segunda recolección, pero va ascendente hasta la sexta recolección, la cual desciende hasta la octava recolección con otro repunte en la última recolección. La línea 1200x12 y la Mr1 x 1 va descendiendo ligeramente a lo largo de las recolecciones hasta la recolección 6 que empieza a subir ligeramente.

La línea 1200x3 tiene dos picos en el número de frutos en la tercera y novena recolección, a partir de la tercera desciende ligeramente hasta la octava, donde llega al último pico.

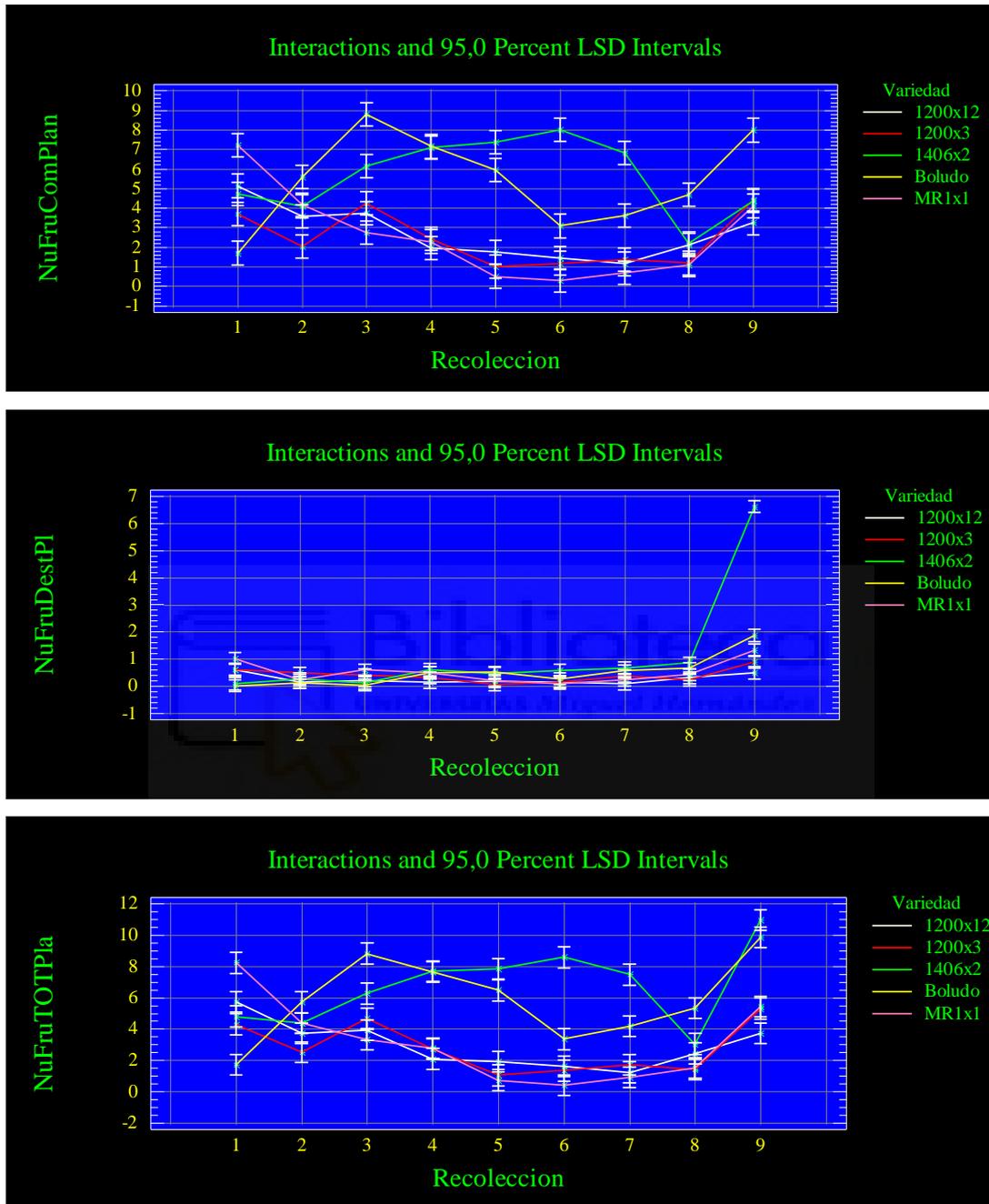


Gráfico 5. Gráfica de interacción de Nº de frutos Comercial (Arriba), Destrió (Centro) y Total (Abajo)-Recolección.

En el destrío tanto las líneas híbridas como las líneas comerciales tiene un comportamiento muy bajo durante todas las recolecciones, habiendo en todas ellas un mayor número de frutos en la novena recolección. Respecto al UMH1406x2 presenta un

pico muy elevado en la recolección 09 debido a las características del tipo varietal al que pertenece.

Los resultados obtenidos son muy similares a los obtenidos en el número de frutos comercial, como se puede observar en el gráfico 5.

4.2. Calidad

4.2.1. Contenido de sólidos solubles

El análisis de la varianza realizado para el contenido de sólidos solubles (Tabla 15) indica la existencia de diferencias significativas en las variedades estudiadas.

Tabla 15. Análisis de la varianza para el contenido de sólidos solubles de las variedades estudiadas

Sólidos solubles	P valor : <0,0001
Variedad	Media (°Brix) y grupos homogéneos.
UMH 1406x 2	4,26 (B)
UMH 1200x12	3,95 (A)
UMH 1200x3	4,25 (B)
MR1x1	4,28 (B)
Boludo	4,56 (C)

Los sólidos solubles de los frutos comerciales, destrío y total obtenidos oscilan entre 3,95 Brix para UMH1200x12 y 4,56 °Brix para Boludo. Se observan tres grupos homogéneos: el primero formado por UMH 1200x12, el segundo por UMH 1406x2, UMH 1200x3 y MR1x1 y el tercer grupo por Boludo.

Al comparar con otros estudios, los valores obtenidos en este TFM son semejantes que los de Pérez (en preparación), que repitió el ensayo en la estación Experimental Agraria de Elche, en el mismo ciclo de cultivo y año, y obtuvo 4 °Brix en UMH 1200x3 y 4,27 °Brix en Boludo. La única línea que tiene un valor ligeramente menor de 4 es la línea UMH1200x12, pero arroja un valor similar al ensayo de elche que fue de 4,02 °Brix.

Comparando los datos con los trabajos de Quintero (2020) y Sáez (2024) para los híbridos y los comerciales, los resultados son similares sin encontrar diferencias muy destacables.

4.2.2. Acidez valorable.

El análisis de la varianza realizado para la acidez (Tabla 16) indica la existencia de diferencias significativas entre las variedades estudiadas.

Tabla 16. Análisis de la varianza para la acidez de las diferentes variedades estudiadas

P valor : <0,0001

Variedad	Media (%) y grupos homogéneos.
UMH 1406x 2	0,30 (A)
UMH 1200x12	0,35 (B)
UMH 1200x3	0,35 (B)
MR1x1	0,43 (C)
Boludo	0,48 (D)

Los valores de acidez obtenidos oscilan en una amplia horquilla que va desde el 0,30% en el híbrido UMH1406x2 y el 0,48% en la variedad Boludo. UMH1200x3 y UMH1200x12 tienen una acidez de 0,35%, mientras que MR1x1 alcanza 0,43%. Entre los híbridos, MR1x1 es el que alcanza mayor valor de acidez, como en los estudios anteriores. Al igual que ocurre en otros trabajos citados anteriormente donde estudian las mismas líneas, en el ensayo de Elche los resultados son similares.



5. CONCLUSIONES

Una vez estudiados los principales resultados observados en este Trabajo Final de Máster se extraen las siguientes conclusiones:

En términos de productividad, los híbridos estudiados han demostrado un rendimiento destacable, superando o igualando en producción a la variedad comercial Boludo. El híbrido MR1x1 es el que alcanza una mayor producción no comercial o destrío. Se observa que el peso medio de los frutos de los híbridos ha experimentado una variación significativa a lo largo del ciclo de cultivo, destacándose el híbrido UMH1200x3 por registrar los mayores valores. Esta variabilidad en el peso medio de los frutos podría atribuirse a la influencia de factores como la genética, el manejo agronómico y las condiciones ambientales durante el período de estudio.

En cuanto a la calidad de los frutos, sus valores son adecuados, destacando el valor de acidez de MR1x1. Sería interesante realizar un análisis sensorial, para confirmar resultados.

Estos resultados resaltan la importancia de la selección genética en la obtención de variedades con características deseables para el mercado y el consumidor final, así como el papel crucial de las prácticas agronómicas y las condiciones ambientales en la expresión de estas características.

6. BIBLIOGRAFÍA

Almekinders, C.J.M.; Louwaars, N.P.; de Bruijn, G.H. (1994). Local seed systems and their importance for an improvement seed supply in developing countries. *Euphytica* 78: 207-216.

Alvarado, P., Escalona, V., Martín, A., Monardes, H. y Urbina, C. (2009). Manual del cultivo del tomate. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile.

Amurrio, J.M.; de Ron, A.M.; Escribano, M.R. (1993). Evaluation of *Pisum sativum* landraces from the northwest of the Iberian Peninsula and their breeding value. *Euphytica* 66:1-10.

Angarita Díaz, MDP. (2009). Generación de líneas T-DNA de tomate (*Solanum Lycopersicon* cv p.73) e identificación de mutantes de inserción. Tesis doctoral. Editorial Universidad Politécnica de València.

Cabrera, J.A., Carbonell, P., Salinas, J.F., Grau, A., Alonso, A., García-Martínez, S., Ruiz, J.J. (2021). Introducción del gen Ty-2 en el Programa de Mejora Genética de Variedades Tradicionales de Tomate del CIAGRO-UMH. Actas del II Congreso Universitario en Innovación y Sostenibilidad Agroalimentaria CUISA 2021. Páginas 51-56.

Cabrera, J.A., Salinas, J.F., Carbonell, P., Grau, A. Alonso, A., García-Martínez, S., Ruiz, J.J. (2020). Evaluación y selección de la generación BC4 del programa de mejora de la EPSO-UMH para la introducción del gen ty-5. Actas del I Congreso Universitario en Innovación y Sostenibilidad Agroalimentaria CUISA 2020. Páginas 18-26.

Cebolla, J; Nuez, F. (2005). Mejora genética de variedades tradicionales de tomate: un paso hacia la recuperación de su cultivo. *Actas Portuguesas de Horticultura* 4:62-68.

Ceccon, E. (2008). La revolución verde tragedia en dos actos. *Ciencias* núm. 91:20-29.

Chamarro L. J. (2001). Anatomía y Fisiología de la Planta. En: El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa, España. 43-91 pp.

Esquinas-Alcázar, J. y Nuez, F. (1995). Situación taxonómica, domesticación y difusión. *El Cultivo del Tomate*, p. 14-42. Editorial Mundi- Prensa.

- FAO. (2025).** FAOSTAT. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>
- Frankel, O.H. (1958).** Plant breeding. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 24:112.
- García, FS. (1999).** El tomate. Estudio de la planta y su producción comercial. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires.
- García- García, P. (2004).** Herramientas biotecnológicas y uso de recursos fitogenéticos. En: Resistencia genética a patógenos vegetales. Nuez, F.; Carrillo, J.M. y Pérez de la Vega, M. (Eds). Editorial de la UPV.
- García-Martínez, S. (2006).** Mejora genética de variedades tradicionales de tomate del sureste español. Tesis doctoral. Universidad Miguel Hernández.
- Guzman, G.; González De Molina, M.; Sevilla, E. (2000).** Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Ed. Mundi-prensa, Madrid.
- Grayson, R.I. y Sawhney, V.K. (1972).** Initiation and early growth of flowers organs of *Nigella* and *Lycopersicon*: insights from allometry. *Bot. Gaz.*, 133: 160-190 pp.
- Hawtin, G.C.; Iwnaga, M.; Hodgkin, T. (1996).** Genetic resources in breeding for adaptation. *Euphytica* 92: 255-266.
- Integrated Taxonomic Information System of North America. (ITIS). (2024, febrero).** *Solanum Lycopersicum* L. Recuperado de: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=521671#null
- Knapp, S.K.; Peralta, I.E.; Spooner, D.M. (2005).** New species of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*: *Solanaceae*) from Northern Peru. *Systematic Botany* 30 (2):424-434.
- Peralta I.E, Spooner D.M y Knapp S.K. (2008).** Taxonomy of wild tomatoes and their relatives (*Solanum* sections *Lycopersicoides*, *Juglandifolia*, *Lycopersicon*; *Solanaceae*). *Syst Bot Monogr* 84:1-186.
- Maroto, J.V. (1994).** Horticultura herbácea especial. 4º edición. Ediciones Mundi-Prensa Madrid. 611 pp.

Maroto J.V. (2002). Horticultura Herbácea Especial 5ª edición. Ediciones Mundi-Prensa Madrid.

Martínez-Carrasco, L., Brugarolas-Mollá, M., Martínez-Poveda, A., Ruiz-Martínez, J., & García-Martínez, S. (2015). Aceptación de variedades tradicionales de tomate en mercados locales. Un estudio de valoración contingente. ITEA. Vol. 111, no. (1), p. 56-7. Portada ITEA 111-1_portada DEF ITEA n° 103-3.qxd (aida-itea.org).

Nuez F. (1995). El cultivo del tomate. Ed. Mundiprensa.

Nuez, F., Roselló, S. y Picó, B. (1998). La conservación y recuperación de nuestro patrimonio hortícola. Mejorar para conservar. Agrícola Vergel 194: 74-80.

Nuez, F.; Ruiz, J.J. (1999). La Biodiversidad Agrícola Valenciana: Estrategias para su conservación y Utilización. UPV. Valencia.



Direcciones de internet o recursos web:

FAO/FAOSTAT (2025). Bases de datos estadísticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

www.fao.org/faostat/es/

Registro de productos (2025). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

<https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro-productos/>

Superficies y producciones anuales de cultivos (2025). Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

<https://www.mapa.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/superficies-producciones-anuales-cultivos/>

El origen del tomate, su distribución y descubrimiento (2016). Tomate canario.

<https://tomatecanario.es/origen-del-tomate/>