

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA
GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y
AGROAMBIENTAL



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL INJERTO DE UN
HÍBRIDO DE TOMATE MUCHAMIEL (*Solanum*
***lycopersicum* L.) CULTIVADO EN PRIMAVERA-**
VERANO DE 2024 EN ELCHE.

AUTOR: Francisco José Ramón Bas

TUTORES: Dña. Aránzazu Alonso Sanchis

D. Pedro Carbonell Cerdá

“Evaluación del efecto del injerto de un híbrido de tomate Muchamiel (*Solanum lycopersicum*) cultivado en el ciclo de primavera-verano de 2024, en Elche.”

Resumen:

En este trabajo se evaluará la respuesta al injerto de un híbrido de tomate de tipo Muchamiel obtenido a partir de la línea registrada por el Grupo de Investigación “Biodiversidad Agrícola y Mejora Genética de Variedades” del CIAGRO, UMH 1200. Se compararán 10 patrones distintos, así como el autoinjerto y el híbrido sin injertar. El ensayo incluye los mismos tratamientos.

Los parámetros analizados se han clasificado en parámetros de vigor de planta (altura de la planta, diámetro del tallo y número de ramilletes con flores abiertas), agronómicos (producción, peso medio de frutos y número de frutos por planta) y de calidad (contenido de sólidos solubles y acidez valorable).

En los parámetros productivos es mayor el efecto del injerto sobre el híbrido Muchamiel, posiblemente debido a una mayor proporción de genoma tradicional, más susceptible a manifestar el efecto de cualquier incremento productivo.

En el rendimiento de la producción comercial frente a destrío, el positivo efecto del injerto sobre diferentes patrones es marcado en el caso de los Muchamiel, seguramente por la ventaja que aportan las resistencias en estos patrones, y que se deben haber perdido en el híbrido.

Palabras clave: tomate, injerto, híbrido.

Abstract:

In this study, the effect to grafting of a Muchamiel-type tomato hybrid obtained from the line registered by the Research Group “Agricultural Biodiversity and Genetic Improvement of Varieties” of CIAGRO, UMH 1200. Ten different rootstocks will be compared, as well as the autograft and the non-grafted hybrid. A commercial reference hybrid is included with the same treatments.

The parameters analyzed have been classified into plant vigor parameters (plant height, stem diameter and number of clusters with open flowers), agronomic parameters (production, average fruit weight and number of fruits per plant) and quality parameters (soluble solids content and titratable acidity).

In terms of production parameters, the effect of grafting on the Muchamiel hybrid is greater, possibly due to a higher proportion of traditional genome, which is more susceptible to showing the effect of any increase in production.

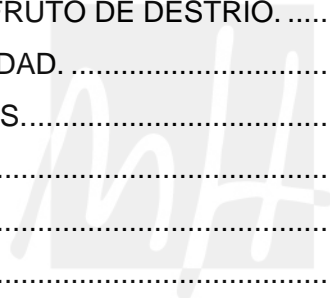
In terms of commercial production yield compared to spoilage, the positive effect of grafting on different rootstocks is marked in the case of Muchamiel, probably due to the advantage provided by the resistances in these rootstocks, which must have been lost in the hybrid.

Keywords: tomato, graft, hybrid.

ÍNDICE

1.INTRODUCCIÓN.....	8
1.1 ORIGEN Y DOMESTICACIÓN DEL TOMATE.....	8
1.2. SITUACIÓN TAXONÓMICA.....	10
1.3. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL TOMATE.....	11
1.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CULTIVARES.....	17
1.4.1. VARIEDADES HÍBRIDAS.....	17
1.4.2. VARIEDADES TRADICIONALES.....	17
1.4.3. ASPECTOS DE CALIDAD.....	19
1.5. PROGRAMA DE MEJORA EPSO-UMH.	20
1.6. EFECTO DE LA INTRODUCCIÓN DE RESISTENCIA GENÉTICA A VIRUS.	22
1.7. INJERTO EN TOMATE.....	23
1.8. LÍNEA EN LA QUE SE ENGLOBA EL TRABAJO DE FIN DE GRADO.....	24
2. OBJETIVOS.....	25
3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	26
3.1. MATERIAL VEGETAL UTILIZADO.....	26
3.2. INSTALACIONES.....	27
3.3. PRÁCTICAS DE CULTIVO.....	27
3.3.1. SEMILLERO.....	27
3.3.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	27
3.3.3 TRASPLANTE.....	28
3.3.4 MARCO DE PLANTACIÓN.....	28
3.3.5. ENTUTORADO Y PODA.....	29
3.3.6. FERTIRRIGACIÓN.....	29
3.3.7. ESTADO SANITARIO DURANTE EL ENSAYO.....	31
3.3.8. AUXILIARES UTILIZADOS.....	32
3.3.9. RECOLECCIÓN.....	33
3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	33
3.5.CARACTERES DE VIGOR DE PLANTA.....	35
3.5.1. ALTURA.....	35
3.5.2. DIÁMETRO DEL TALLO.....	35
3.5.3. NÚMERO DE RAMILLETES POR PLANTA.....	35
3.6. CARACTERES PRODUCTIVOS.....	35
3.6.1. PRODUCCIÓN COMERCIAL.....	36
3.6.2. PRODUCCIÓN DE DESTRÍO.....	36
3.6.3. PESO MEDIO DEL FRUTO COMERCIAL.....	36

3.6.4. PESO MEDIO DEL FRUTO DE DESTRÍO.	37
3.7. CARACTERES DE CALIDAD.	37
3.7.1. SÓLIDOS SOLUBLES.....	37
3.7.2. ACIDEZ.	40
3.8. MODELO ESTADÍSTICO.....	40
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	41
4.1. CARACTERES DE VIGOR DE PLANTA.....	41
4.1.1. ALTURA DE PLANTA.	41
4.1.2. DIÁMETRO DE TALLO.	43
4.1.3. NÚMERO DE RAMILLETES POR PLANTA.	45
4.2. CARACTERES PRODUCTIVOS.	47
4.2.1. PRODUCCIÓN COMERCIAL.....	47
4.2.2. PRODUCCIÓN DE DESTRÍO.	49
4.2.3. PESO MEDIO DEL FRUTO COMERCIAL.....	51
4.2.4. PESO MEDIO DEL FRUTO DE DESTRÍO.	52
4.3. CARACTERES DE CALIDAD.	54
4.3.1. SÓLIDOS SOLUBLES.....	54
4.3.2. ACIDEZ.	57
5. CONCLUSIONES.	60
6. BIBLIOGRAFÍA.	61



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Detalle de centro de origen, domesticación distribución del tomate. Fuente: Cabrera, 2019.....	8
Figura 2.Detalle de viajes de Cristobal Colón. Fuente: Ingelmo, 2012.	9
Figura 3.Detalle de producción/rendimiento tomate en el mundo.Fuente: FAOSTAT 2025.	11
Figura 4.Gráfico de proporción de producción de tomates por continente.Fuente: FAOSTAT 2025.	12
Figura 5.Detalle de producción/rendimiento tomate en Europa. Fuente: FAOSTAT 2025.	13
Figura 6.Detalle de producción/rendimiento tomate en España. Fuente: FAOSTAT 2025.	14
Figura 7.Detalle de productos más producidos en España. Fuente: FAOSTAT 2025.	15
Figura 8.Detalle de producción de los 10 principales productores de tomate. Fuente: FAOSTAT 2025.	16
Figura 9.Detalle de tomate Muchamiel 6-l del ensayo. Fuente: elaboración propia.....	17
Figura 10.Detalle de esquema con las etapas del programa de mejora.	21
Figura 11.Detalle de las instalaciones donde se realizó el ensayo. Fuente: elaboración propia.	27
Figura 12.Detalle de tareas de trasplante. Fuente: elaboración propia.	28
Figura 13.Detalle de trasplante realizado. Fuente: elaboración propia.	28
Figura 14.Detalle de daños en tomate Muchamiel por vasates (<i>Aculops lycopersici</i>)..	31
Figura 15.Detalle de <i>Bombus terrestris</i> . Fuente: https://santandernatural.es/recursos/especies-stv/abejorro-stv/	32
Figura 16.Detalle de <i>Nesidiocoris tenuis</i> . Fuente: https://bioplanet.eu/es/nes/	32
Figura 17.Detalle de recolección del ensayo. Fuente: elaboración propia.	33
Figura 18.Disposición de los tratamientos en la parcela.	34
Figura 19.Detalle de frutos óptimos para su comercialización. Fuente: elaboración propia.	36
Figura 20.Detalle de frutos en destrío, no aptos para su comercialización.Fuente: elaboración propia.	36
Figura 21.Detalle de frutos seleccionados para los análisis de calidad. Fuente: elaboración propia.	37
Figura 22.Detalle de frutos seleccionados para los análisis de calidad. Fuente: elaboración propia.	37
Figura 23.Detalle de troceado de frutos para su posterior trituración. Fuente: elaboración propia.	38
Figura 24.Detalle de fruto ya triturado guardado en tubo falcon para su posterior analisis. Fuente: elaboración propia.....	38
Figura 25.Detalle de tubos falcon en su gradilla parta su posterior analisis. Fuente: elaboración propia.	39
Figura 26.Refractómetro utilizado para medir el contenido de sólidos solubles.....	39
Figura 27.pHmetro pHmatic 23 CRISON.	40
Figura 28. Gráfica de interacción Variedad-Patrón para la altura de las plantas (cm) medida el 6 de junio. Los intervalos corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de confianza.....	42

Figura 29. Gráfica de interacción Variedad-Patrón para el diámetro del tallo (mm) medido el 6 de junio. Los intervalos corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de confianza..... 44

Figura 30. Gráfica de interacción Variedad-Patrón para el contenido de sólidos solubles (°Brix). Los intervalos corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de confianza..... 56

Figura 31. Gráfica de interacción Variedad-Patrón para el contenido de sólidos solubles (°Brix). Los intervalos corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de confianza..... 59



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Vocablos náhuatl relacionados con tomatl citados en la Historia general de las cosas de Nueva España de Fray Bernardino de Sahagún (1577, ed. 1988 visto en Nuez 1995).	9
Tabla 2. Líneas de mejora inscritas en el Registro de Variedades Protegidas, con su genotipo para los genes de resistencia a virus.....	22
Tabla 3. Detalle de patrones y tratamientos utilizados en este trabajo.	26
Tabla 4. Fórmula del abonado según la orden 10 de mayo 2012, de la Conserjería de agricultura Agua de la Región de Murcia por la que se regulan las normas de técnicas de producción integrada en el cultivo del tomate.	29
Tabla 5. Distribución del abonado.....	30
Tabla 6. Tratamientos aplicados durante el ensayo.	31
Tabla 7. Análisis de varianza para la altura de las plantas.....	41
Tabla 8. Análisis de varianza de diámetro de las plantas.....	43
Tabla 9. Análisis de varianza de ramilletes por planta.....	45
Tabla 10. Test de rango múltiple de ramilletes por planta de los dos híbridos	45
Tabla 11. Test de rango múltiple de ramilletes por planta de los distintos patrones.	46
Tabla 12. Análisis de la varianza para producción comercial.	47
Tabla 13. Análisis de la varianza para producción comercial.	47
Tabla 14. Test de rango múltiple para producción comercial (kg/m ²) de los distintos patrones.....	48
Tabla 15. Análisis de varianza para producción de destrío.	49
Tabla 16. Test de rango múltiple para producción de destrío comercial (kg/m ²) de los dos híbridos.	49
Tabla 17. Test de rango múltiple para producción de destrío comercial (kg/m ²) de los distintos patrones.....	50
Tabla 18. Análisis de varianza para peso medio del fruto comercial.	51
Tabla 19. Test de rango múltiple para peso medio del fruto comercial (kg/fruto).....	51
Tabla 20. Test de rango múltiple para peso medio del fruto comercial (kg/fruto).....	52
Tabla 21. Análisis de la varianza para peso medio del fruto de destrío.	52
Tabla 22. Test de rango múltiple para peso medio del fruto del destrío/híbrido.....	53
Tabla 23. Test de rango múltiple para peso medio del fruto de destrío/”patrón”	53
Tabla 24. Análisis de la varianza para el contenido de sólidos solubles.....	54
Tabla 25. Análisis de la varianza para el contenido de acidez.	57

1.INTRODUCCIÓN.

El tomate pertenece a la familia de las Solanáceas, siendo conocido actualmente por *Solanum lycopersicum* (Peralta *et al.*, 2008) tal y como fue denominado originalmente por Linneo en 1753.

Se trata de una especie originaria de la región andina, que comprende hoy día parte de Chile, Bolivia, Ecuador, Colombia y Perú (Sims, 1980). A pesar de ello debió ser domesticado posiblemente en México. A su llegada a Europa en el siglo XV fue considerado, en principio, únicamente como ornamental salvo en España e Italia, países donde tempranamente formó parte de la alimentación humana. Es a partir de siglo XVIII o principio del XIX cuando tiene lugar una domesticación mucho más intensa y se extiende su consumo ya por todo el continente europeo.

El tomate tiene muchas características que lo convierten en una planta modelo particularmente interesante como son sus frutos carnosos, raíz simpodial, hojas compuestas, etc., que otras plantas como el arroz o *Arabidopsis* no tienen. Muchas de estas características son agrónomicamente importantes y no pueden ser estudiadas con ninguna otra planta modelo (Kimura y Sinha, 2008).

1.1 ORIGEN Y DOMESTICACIÓN DEL TOMATE.

El lugar donde se produjo la domesticación no se define de forma clara. Hay motivos que inducen a creer que el origen de la domesticación de los tomates está en México (Nuez, 1995).

Entre otros argumentos, antes de la llegada de los españoles a América, el pueblo azteca lo cultiva, comercializa y consume en una “amplia” variedad de formas, por lo que el tomate está muy integrado en la cultura azteca a diferencia de la región andina. Otra de las consideraciones es que el tomate no posee ningún nombre conocido en quechua, aymara o cualquier otro de los idiomas andinos, resultando que el nombre moderno tiene su origen en el de *tomatl*, en la lengua náhuatl de México (Nuez, 1995).

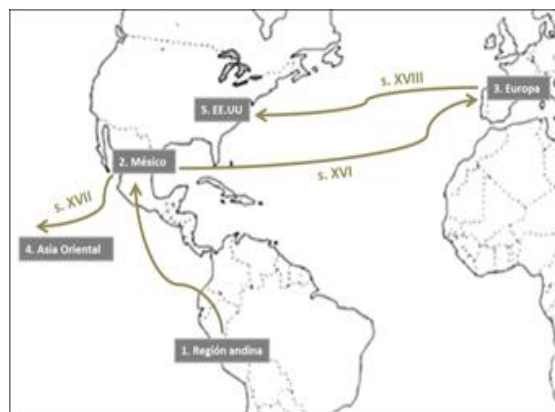


Figura 1. Detalle de centro de origen, domesticación distribución del tomate. Fuente: Cabrera, 2019.



Figura 2. Detalle de viajes de Cristobal Colón. Fuente: Ingelmo, 2012.

La distribución natural del tomate se extiende del Norte de Chile al sur de Colombia y de la costa del Pacífico a las estibaciones orientales de los Andes (Nuez, 1995). El vocablo tomate procede del término *tomatl* (agua gorda o fruto con ombligo), pertenecientes a la lengua náhuatl de México, que se aplicaba de forma genérica a plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa (Nuez, 1995).

En náhuatl se añadían prefijos a *tomatl* para discernir entre las diferentes especies (Tabla 1). No obstante, cuando se usaba la expresión *tomatl* o tomate se hacía referencia a cualquiera de estas especies o bien a la más apreciada en aquella época, el tomate milpero o de cáscara *Physalis philadelfica* Lam. El prefijo correspondiente para *Solanum lycopersicum* L. era xi- (*xitomatl*) (Nuez, 1995).

La difusión del tomate en EEUU no tuvo importancia real hasta finales del siglo XIX y principios del XX. (Nuez, 1995). Miguel Hernández

Tabla 1. Vocablos náhuatl relacionados con *tomatl* citados en la Historia general de las cosas de Nueva España de Fray Bernardino de Sahagún (1577, ed. 1988 visto en Nuez 1995).

Náhuatl	Castellano	Especie botánica
<i>Miltomatl</i>	tomate de la milpa	<i>Physalis philadelfica</i>
<i>Tepetomatl</i>	tomate del cerro	<i>Physalis</i> spp.
<i>Coztomatl</i>	tomate amarillo	<i>Physalis costomatl</i>
<i>Xitomatl</i>	tomate rojo, jitomate	<i>Lycopersicon esculentum</i>
<i>Coyotomatl</i>	tomate de coyote	<i>Vitex mollis</i>
<i>Xaltomatl</i>	tomate de la arena	<i>Saracha jitomata</i>
Tecomat	tecomate	Planta medicinal sin identificar

1.2. SITUACIÓN TAXONÓMICA.

La primera descripción botánica del tomate la realizó Pietro Andrea Gregorio Mattioli (1501-1577), del jardín botánico de Padua (Italia), quien publicó su herbario en 1554 (Nuez, 1995). Sin embargo, el espécimen de tomate más antiguo conservado en un herbario hasta la fecha actual se encuentra en el herbario de Ulisse Aldrovandi (herbario considerado como la colección más antigua existente de las plantas prensadas, comenzado en 1551 y ampliado por Aldrovandi a lo largo de su vida), ahora conservado en el herbario del Jardín Botánico de Bolonia (Peralta, 2008). Por lo tanto, la descripción botánica del tomate comenzó a mediados del siglo XVI. A partir de ese momento fue descrito en numerosos herbarios como el de Matthias de L'Obel en 1581, el de Gerard en Inglaterra en 1597 o el de Salmon ya en 1710 en Estados Unidos (Nuez, 1995).

Siguiendo a Hunziker (1979), la taxonomía generalmente aceptada es (Nuez, 1995):

- Clase: Dicotyledoneas.
- Orden: Solanales (Personatae).
- Familia: Solanaceae.
- Subfamilia: Solanoideae.
- Tribu: Solaneae.
- Género: *Solanum*.
- Especie: *lycopersicum*.



El tomate es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las Solanáceas, una de las familias de angiospermas más grandes e importantes, compuesta por 98 géneros y aproximadamente 2800 especies (Olmstead y Bohs, 2007). Actualmente los estudios moleculares más recientes han colocado al tomate, previamente clasificado como indicó Miller en el género *Lycopersicon*, dentro del género *Solanum*, pasándose a denominar *Solanum lycopersicum* L. (Knapp *et al.*, 2004).

El tomate es una planta que presenta flores radiales y con cinco estambres. El ovario es súpero, bicarpelar, con numerosos primordios seminales, produciendo bayas polispermas. Los carpelos se presentan en posición oblicua con respecto al plano mediano de la flor. Con la domesticación y cultivo es frecuente observar flores con mayor número de pétalos y sépalos, así como ovarios multiloculares. Todos los cultivares modernos de tomate se autopolinizan y, en función del cultivar tras 7-9 semanas el ovario fecundado se transforma en fruto maduro. Existen cultivares de tipo de crecimiento indeterminado cuyo tallo principal crece de forma continua, y otros de crecimiento determinado. (Nuez, 1995)

1.3. IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL TOMATE.

Actualmente, el tomate constituye una de las hortalizas de mayor difusión mundial. A ello contribuye el hecho de que se trata de un producto destinado a ser consumido en fresco o bien procesado de múltiples maneras (Costa y Heuvelink, 2005).

Su importancia económica a nivel global se consolidó en el siglo XIX, convirtiéndose en una de las verduras más difundidas en todo el mundo, en paralelo con el ascenso de otros cultivos como la patata. El tomate es una de las hortalizas más cultivadas en todo el mundo y de mayor valor económico (García-Martínez, 2006). A nivel mundial, la superficie cultivada en los últimos años ha superado los 5 millones de hectáreas, con una producción de 192 millones de toneladas en 2023. (Figura 3).

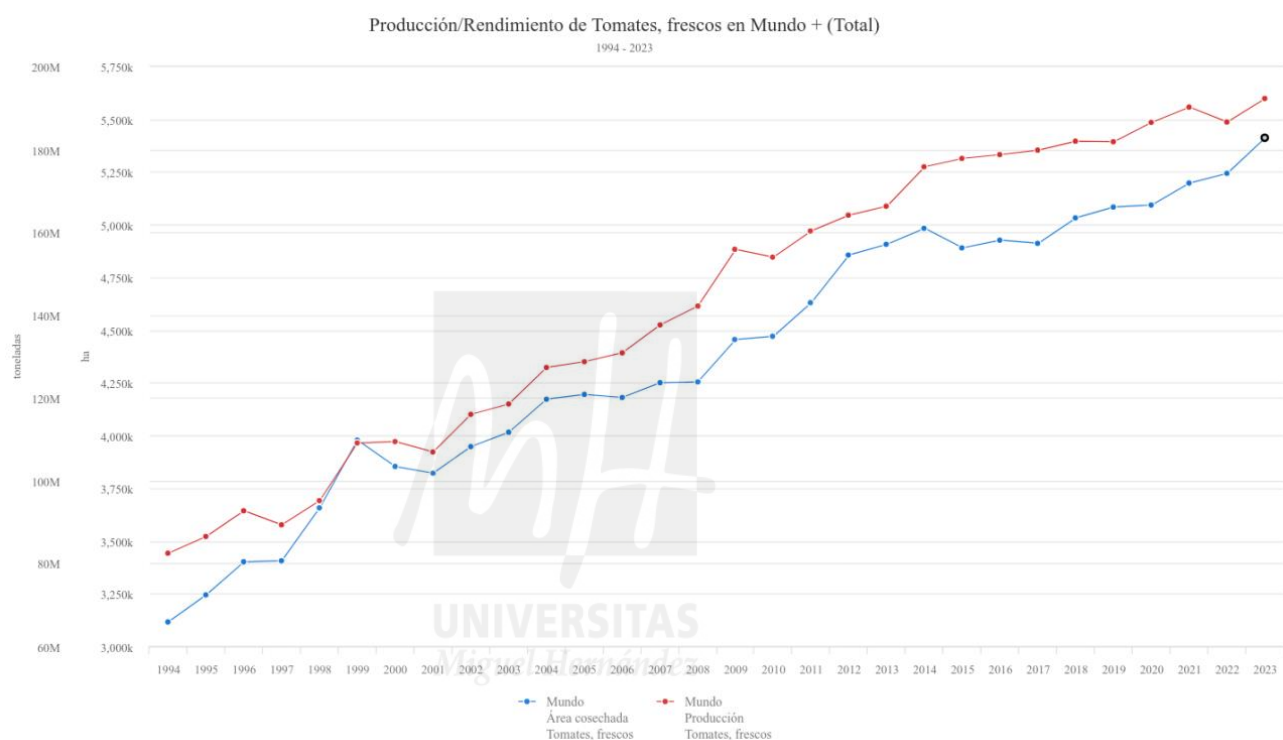


Figura 3. Detalle de producción/rendimiento tomate en el mundo. Fuente: FAOSTAT 2025.

En primer lugar, los datos promedio de 1994 a 2023, se encuentra Asia con un 55.4 % de la producción seguido de América con un 16.9 % y en tercer lugar Europa con un 15.1 %, seguido de África con un 12.2 % y Oceanía con un 0.3% de la producción. (Figura 4)

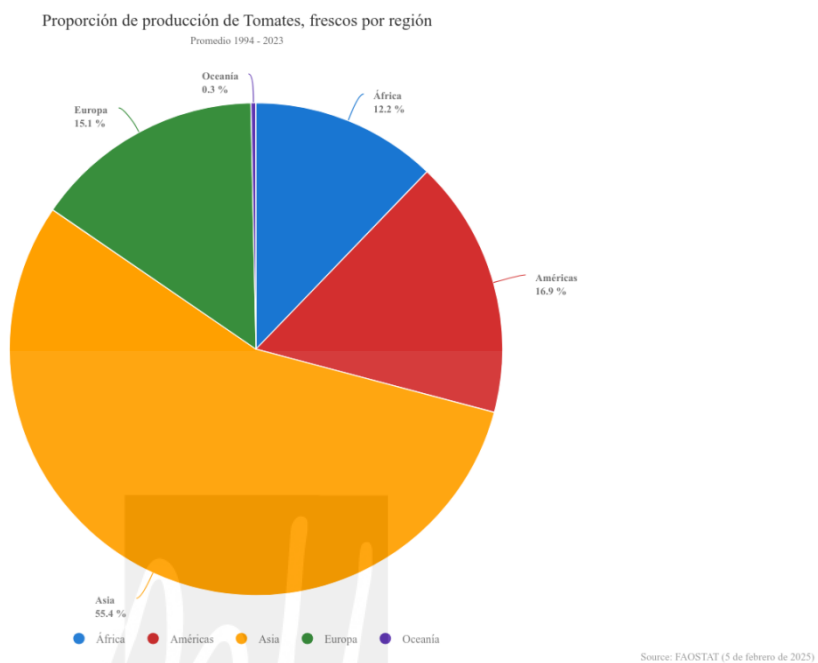


Figura 4. Gráfico de proporción de producción de tomates por continente. Fuente: FAOSTAT 2025.

A nivel europeo, con datos de 2023, la superficie alcanzada es de 395 mil hectáreas, con una producción de 21 millones de toneladas.(Figura 5). En los últimos años baja el área cosechada mientras la producción ha ido aumentando desde 1994, por lo cual el rendimiento es mayor en la actualidad.

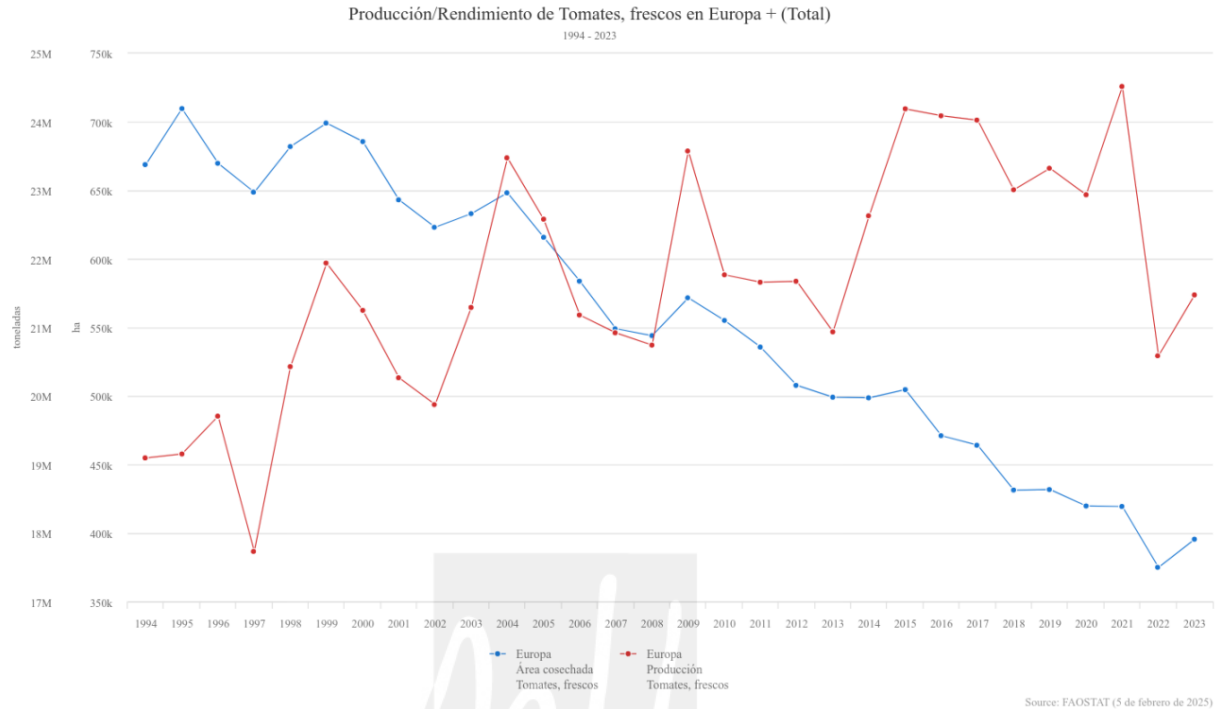


Figura 5. Detalle de producción/rendimiento tomate en Europa. Fuente: FAOSTAT 2025.

A nivel nacional, para el mismo año, 50.090 hectáreas cosechadas, con una producción de 3.968.460 toneladas (FAOSTAT, 2025).(Figura 6).



Figura 6. Detalle de producción/rendimiento tomate en España. Fuente: FAOSTAT 2025.



El tomate para consumo en fresco es un producto básico a nivel nacional, tal así, que en los últimos 5 años se encuentra en el séptimo producto más producido en España. (Figura 7).

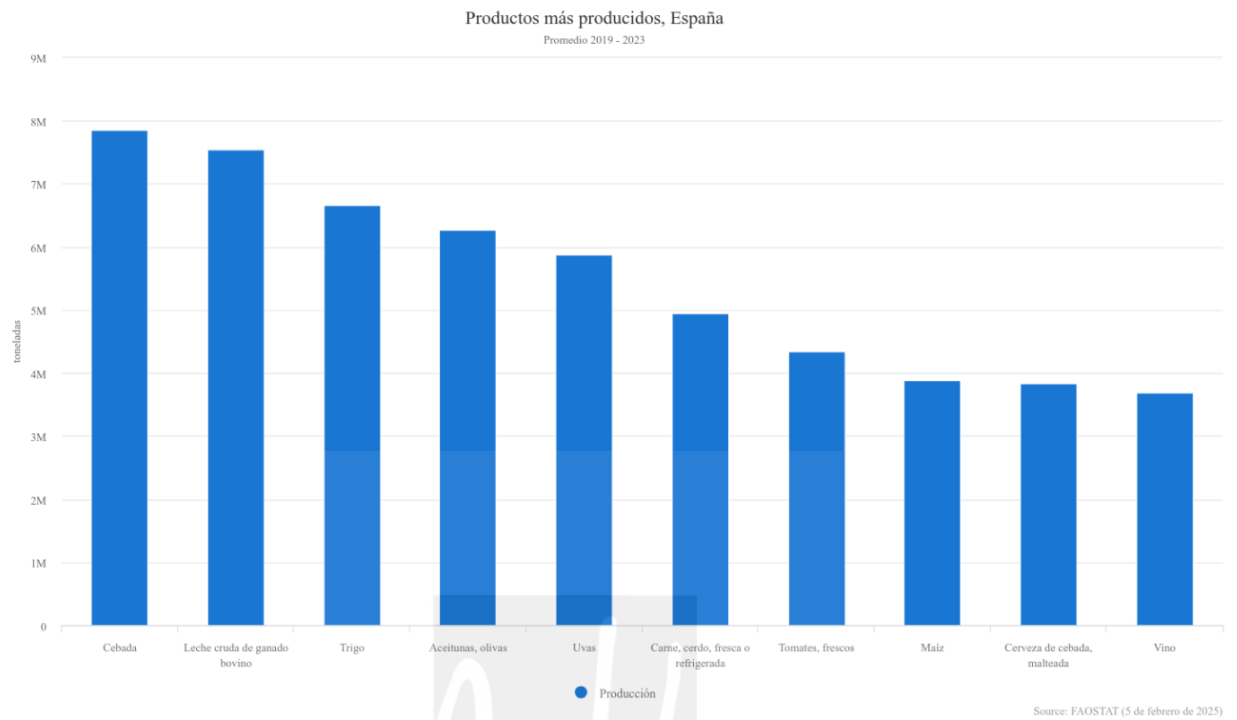


Figura 7. Detalle de productos más producidos en España. Fuente: FAOSTAT 2025.

España, con los datos promedio que abarcan 1994 a 2023, se encuentra en octavo lugar de la producción mundial y situándose en el segundo lugar tras Italia de la producción europea (FAOSTAT, 2025). (Figura 8)

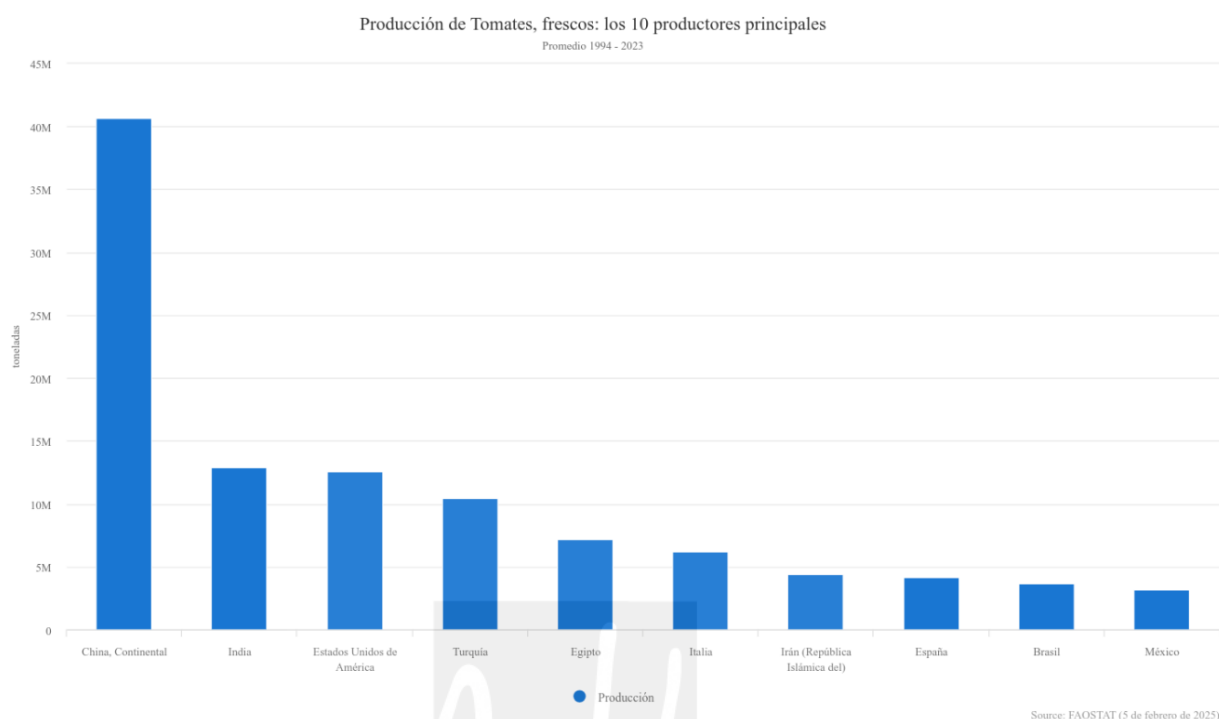


Figura 8. Detalle de producción de los 10 principales productores de tomate. Fuente: FAOSTAT 2025.

De hecho, el consumo *per cápita* de tomate en España es de 11.22 kilos por persona y año, según detalla el Informe del Consumo Alimentario en España en 2023, elaborado por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA, 2024).

En España la mayor parte de la producción de tomate en fresco se concentra en Almería, Murcia, Alicante, Valencia y Canarias. En el caso del tomate de industria, se especializan en su producción Navarra, La Rioja, Zaragoza y Extremadura (García-Martínez, 2006).

1.4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CULTIVARES.

Los cultivares de tomate suelen ser de naturaleza híbrida incorporando diversas resistencias a patógenos, ofreciendo frutos con buena presentación y/o calidad y adaptados a las cadenas de producción-consumo (Nuez, 1995).



Figura 9. Detalle de tomate Muchamiel 6-I del ensayo. Fuente: elaboración propia.

1.4.1. VARIEDADES HÍBRIDAS.

La mayor parte de los cultivos intensivos se realizan con híbridos F1 (producto resultante del cruzamiento entre dos líneas bastantes fijadas, obteniendo un híbrido de primera generación en el que se puede mantener el proceso de hibridación), con alto rendimiento, uniformidad y capacidad para cuajar en condiciones de estrés. Permiten acumular resistencias a varias enfermedades, cada vez que se quiera sembrar de nuevo, al guardarse semilla híbrida comercial de la campaña anterior, se puede utilizar sin problema de segregación. (Nuez, 1995).

1.4.2. VARIEDADES TRADICIONALES.

El aspecto de los frutos de los cultivares tradicionales, su uniformidad, y la resistencia de la planta a patógenos, son deficientes en muchos casos. Por el contrario, generalmente presentan una excelente calidad organoléptica. (Nuez, 1995).

Existe una queja constante de los consumidores sobre la baja calidad organoléptica de las variedades mejoradas de tomate. Esta situación ha favorecido que variedades tradicionales u obsoletas se mantengan en mercados de calidad asociadas a elevados precios de venta, compensando su menor producción. (Cortés-Olmos *et al.*, 2010).

Las variedades tradicionales proporcionan un valor añadido adicional, ya que no sólo son producidas localmente, sino que fomentan la biodiversidad y recuperan sabores y tradiciones, perdidos ante el auge de los cultivos comerciales. Son el resultado de selección y mejora realizada a lo largo del tiempo por los agricultores para la obtención de semilla y posterior uso en la campaña siguiente (García, 1999; Guzmán *et al.*, 2000; Cebolla y Nuez, 2005). La adaptación a la zona de cultivo, la adecuación a los ámbitos de consumo y otros aspectos relacionados con las características organolépticas, han sido fundamentalmente los criterios de selección, obteniendo así, a través del tiempo, grupos varietales especialmente adaptados a cada ambiente y con productos muy apreciados en los mercados a los que se destinaban (García-Martínez,

2006). Históricamente, los agricultores cultivaban una cantidad limitada de razas locales o variedades tradicionales (Husaini,y Sohail, 2024).

Una raza local es una población dinámica de una planta cultivada que tiene un origen histórico, una identidad distintiva y carece de mejoras formales en el cultivo, además de ser a menudo genéticamente diversa, estar adaptada localmente y estar asociada a los sistemas agrícolas tradicionales' (Camacho-Vila *et al.*, 2005). Con la Revolución Verde, los mejoradores realizaron cruces "artificiales" para crear miles de variedades de plantas adecuadas para la agricultura de alto consumo de insumos (Husaini,y Sohail, 2024).

Dado su objetivo declarado de aliviar la pobreza y el hambre (Harwood, 2018), el modelo de intensificación agrícola basado en insumos agroquímicos, grandes monocultivos y homogeneización del paisaje logró aumentar los rendimientos (Tschardt *et al.*, 2021). Sin embargo, también ha provocado una disminución considerable de la biodiversidad global y es perjudicial para la salud y el medio ambiente (Bavec y Bavec, 2015). Por lo tanto, estas "prácticas agrícolas convencionales" no son sostenibles a largo plazo (Husaini,y Sohail, 2024).

Ello conlleva a un cambio de paradigma, actualmente se perciben estos materiales, denominados recursos fitogenéticos, como elementos que trascienden su valor agrícola, para constituirse como objetos culturales. (Casañas *et al.* 2021). Al ser sustituidas las variedades antiguas en los campos por otras nuevas, frecuentemente ocurre la erosión genética (Ruiz de Galarreta *et al.*, 2016).

La primera utilización del término "erosión genética" fue en referencia a la pérdida de razas o variedades primitivas de las plantas cultivadas conforme eran sustituidas por nuevas variedades más productivas (FAO, 1967 visto en Carrillo, en Ruiz de Galarreta *et al.*, 2016). Gran número de trabajos coincide en que la principal causa de la erosión genética ha sido y es la implantación generalizada de la agricultura moderna o industrializada. Existe un consenso en que la erosión genética se produce principalmente como resultado del cambio de los sistemas de producción tradicionales, de los que dependen las variedades locales, a los modernos (Ruiz de Galarreta *et al.*, 2016).

La adopción de cultivares modernos sustituyendo las variedades tradicionales ha variado considerablemente entre países, regiones y cultivos. El INIA en 1995, en el Informe Nacional para la Conferencia Técnica Internacional de la FAO en Leipzig, (FAO, 1996) sobre los Recursos Fitogenéticos refleja que, en hortícolas, con la excepción de algunos cultivares antiguos de alta calidad organoléptica (por ejemplo, pimienta, tomate, cebolla y melón), la mayoría han sido sustituidas por variedades mejoradas. Y por otro lado, las hortícolas que se cultivan en pequeños huertos suelen ser en una gran proporción variedades tradicionales destinadas al autoconsumo. El problema de estas fincas es, habitualmente, su ubicación en zonas de poca importancia hortícola, o terrenos marginales y su uso por personas de avanzada edad, por lo que están en franco retroceso.

Aunque en los años 1960 se anunció que las variedades locales desaparecerían inevitablemente, continúan teniendo un papel importante en la producción agrícola, en ambientes marginales y en ciertos nichos de mercado por razones culturales. (Ruiz de Galarreta *et al.*, 2016).

1.4.3. ASPECTOS DE CALIDAD.

Si bien la calidad aparente ha mejorado sensiblemente en los cultivares para consumo en fresco desarrollados hasta la última década del s XX, respecto a los tradicionales, en muchos casos se ha producido el fenómeno inverso respecto a la calidad organoléptica (Nuez, 1995).

Frecuentemente se constatan quejas por parte de los consumidores con respecto a dicha calidad en los tomates comprados en supermercados (Baldwin *et al.*, 2000). Proporcionar mejor sabor a frutas y hortalizas probablemente aumente su consumo, por lo que es necesario prestar más atención al sabor y la calidad nutricional, aunque estos aspectos son mucho más complejos que otros factores de la calidad (Kader, 2008).

La calidad es un término difícil de definir objetivamente, ya que es el resultado de un juicio meramente subjetivo y así podemos entender que se apliquen distintos criterios según, entre otros aspectos, si la persona que lo valora es consumidor, comerciante o agricultor (Lavilla, 1998). Además, la calidad de los productos alimenticios es “compleja” porque no puede ser determinada por una sola propiedad o factor aislado, sino por la combinación de todas sus propiedades físicas, químicas y organolépticas, y es “relativa” porque debe ser tal que determine la aceptación por parte del consumidor (Pretel *et al.*, 1993).

Los factores de calidad externa son simples (forma, color...) y pueden ser evaluados fácilmente, mientras que los de calidad interna son más difíciles de medir (Roselló y Nuez, 2006). Estos cultivares tradicionales presentan en general una excelente calidad organoléptica y atesoran una amplia variabilidad genética (Adalid *et al.*, 2008), que los conforma como una interesante fuente de variabilidad para la mejora de la calidad interna de los cultivares modernos (Valcarcel, 2009; Saha *et al.*, 2009).

1.5. PROGRAMA DE MEJORA EPSO-UMH.

La mejora genética vegetal se puede definir como ciencia y tecnología destinada a producir nuevos cultivares cambiando su genotipo, y mejorándolo para un determinado medio según las necesidades y aprovechamientos para los que vayan destinados de acuerdo con las necesidades del hombre (Frankel, 1958).

En 1998 empezó en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela de la Universidad Miguel Hernández un programa de mejora para la introducción de genes de resistencia a las tres virosis más importantes que afectan al cultivo del tomate en el sureste español: ToMV (Tomato Mosaic Virus), TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus) y TYLCV (Tomato Yellow Leaf Curl Virus).

Como resultado se ha obtenido una colección de líneas de mejora resistentes para distintos tipos tradicionales que son cultivadas por agricultores que colaboran en dicho programa. (Alonso, 2009).

El método elegido fue una introgresión asistida por marcadores moleculares. Las etapas que comprende este programa de mejora son las siguientes:

Caracterización agronómica de las variedades tradicionales y de la fuente de resistencia.

- Realización de cruzamientos.
- Realización de retrocruzamientos.
- Fijación de los genes de resistencia.
- Selección de las mejores líneas.
- Inscripción en el registro de variedades.

Se han empleado marcadores moleculares para la selección precoz de individuos portadores de todos los genes de interés. En las distintas generaciones de retrocruzamiento se han empleado de forma complementaria la selección genotípica, mediante marcadores, y la selección fenotípica. Esta selección fenotípica se realiza para obtener, entre las plantas portadoras de los genes de interés (según los marcadores empleados) aquellas que no manifiesten síntomas de la virosis y que tengan mejores características de cuajado, tamaño de fruto, uniformidad, producción, etc.

Ambas técnicas no son excluyentes, habiéndose confirmado que el resultado óptimo 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.

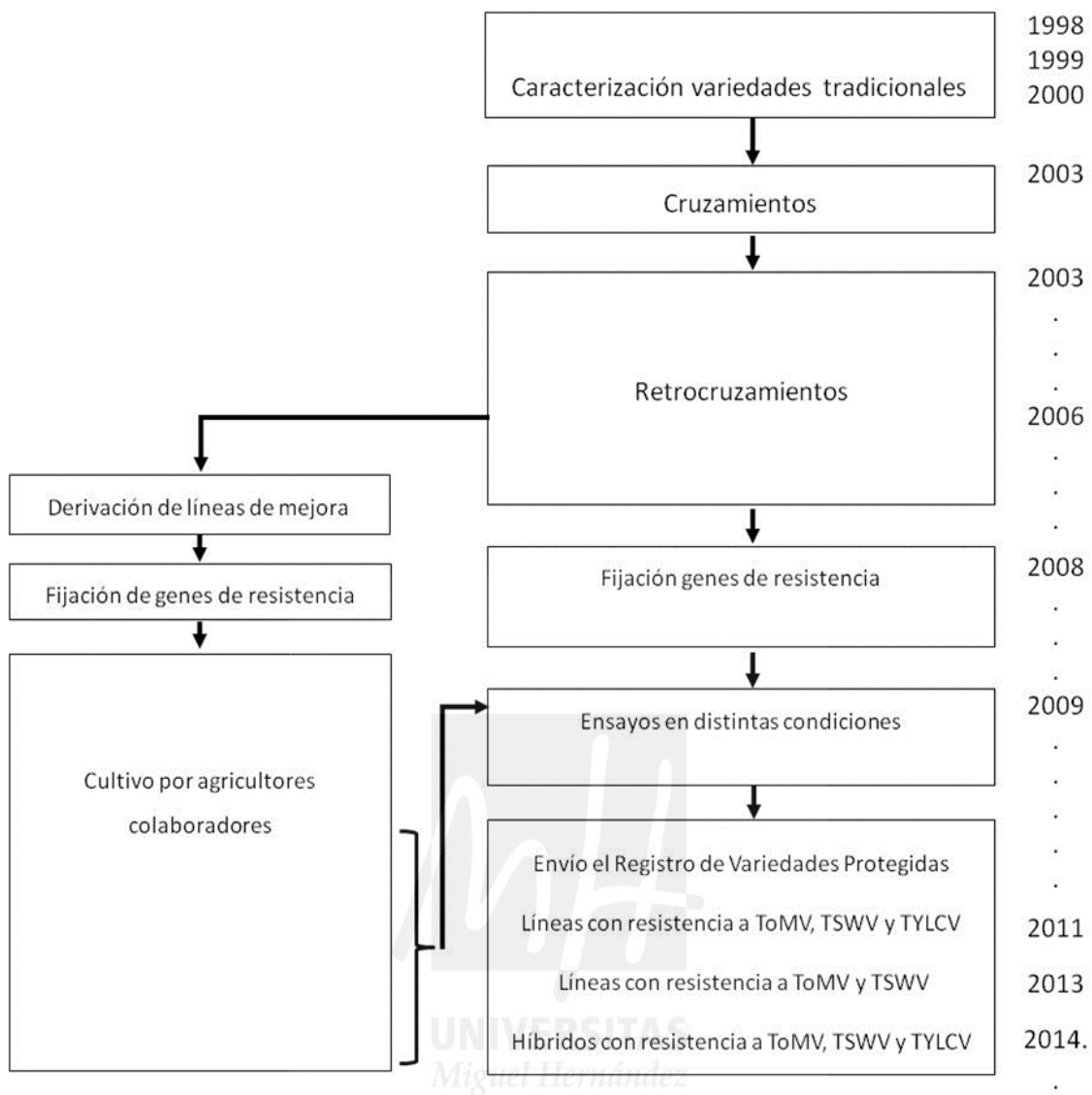


Figura 10. Detalle de esquema con las etapas del programa de mejora.

En 2013 se concedieron los primeros Títulos de Obtención Vegetal (TOV) de líneas procedentes del programa de mejora de la EPSO-UMH, las líneas UMH 1200 (tipo Muchamiel) y UMH 1203 (tipo De la pera), ambas con resistencia en homocigosis a los 3 virus.

También se han obtenido líneas de mejora sólo con resistencia a ToMV y TSWV (y por lo tanto sin resistencia a TYLCV), así como con resistencia sólo a ToMV, cuyos TOV fueron concedidos en 2017. También se han desarrollado híbridos, con resistencia a los tres virus en heterocigosis. En la (Tabla 2) se puede observar todas las líneas con títulos de Obtención Vegetal logradas por el Grupo de Investigación “Biodiversidad Agrícola y Mejora Genética de Variedades” del CIAGRO.

Tabla 2. Líneas de mejora inscritas en el Registro de Variedades Protegidas, con su genotipo para los genes de resistencia a virus.

Tipo varietal	Línea	Resistencias ToMV-TYLCV-TSWV	Envío	Obtención título
Muchamiel	UMH 1200	RR-RR-RR	2011	2013
Muchamiel	UMH 1139	RR-ss-RR	2013	2017
Híbrido	UMH 1101 x IF	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
Cherry	UMH 1401	RR-ss-RR	2015	2018
Pera moruno	UMH 1209	RR-RR-RR	2015	2018
Pera moruno	UMH 1155	RR-ss-RR	2017	2021
Híbrido	UMH 1200 x BfT	Rs-Rs-Rs	2017	2021
Híbrido	UMH 1200 x Costoluto	Rs-Rs-Rs	2017	2021

En 2017 se inició la introducción del gen *ty-5* en algunas líneas de mejora Muchamiel y De la pera ya registradas (Cabrera *et al.*, 2020). En 2021 se inició la introducción del gen *Ty-2* en líneas de tomate Muchamiel y De la pera con los 4 genes de resistencia comentados (Cabrera *et al.*, 2021). Estos dos genes confieren tolerancia a TYLCV.

El siguiente paso será la introducción de resistencia al virus del fruto rugoso marrón del tomate (ToBRFV).

1.6. EFECTO DE LA INTRODUCCIÓN DE RESISTENCIA GENÉTICA A VIRUS.

Se necesita mucho tiempo para introgresar tres genes de resistencia en una línea de tomate tradicional. Además, en ocasiones la introducción de la resistencia ocasiona una disminución de algunos caracteres de calidad, respecto a la variedad original (Alonso, 2009).

En las últimas etapas del Programa de Mejora de variedades tradicionales donde nos encontramos se deben seleccionar las líneas con mejores características agronómicas y de calidad (Alonso, 2009).

1.7. INJERTO EN TOMATE

Con el injerto se pretende evitar el contacto de la parte productiva con el suelo, al darse en éstas circunstancias que no son favorables para que la planta exprese todas sus potencialidades y cualidades productivas.

Las causas que motivan el aislamiento de la parte productiva del suelo pueden ser de naturaleza biótica (patógenos y parásitos, es decir plagas en el sentido amplio) o abiótica, ligada a las características físicas (estructura degradada, suelos pesados de difícil regulación de la humedad, poco oxigenados, etc.), químicas (acumulación de sales, o de elementos tóxicos, altos contenidos en caliza activa, etc.) o de ambas al mismo tiempo.

En ocasiones se llegan a utilizar plantas injertadas, aunque no se den condiciones adversas en el suelo, simplemente como forma de conseguir aumentos en la producción unitaria, debido al mayor vigor que confiere el patrón a la planta injertada en relación a la planta no injertada.

Las enfermedades fúngicas vasculares, productoras de traqueomicosis (producidas por formas especializadas de *Fusarium oxysporum* y sus diferentes razas, o por *Verticillium dahliae*, principalmente), las enfermedades producidas por hongos que afectan al cilindro cortical del cuello y las raíces provocando marchitamientos o secas (especies de los géneros *Phytophthora*, *Pyrenochaeta*, etc.), las producidas por los nematodos fitopatógenos (*Meloidogyne*, etc.), las producidas por algunas bacterias o las provocadas por la acumulación en el suelo de microorganismos considerados como patógenos subclínicos o implicados en los procesos de la fatiga del suelo, son las principales causas bióticas que determinan el uso del injerto.

La influencia del patrón sobre la variedad es uno de los aspectos más importantes de la utilización y mejora de éste. Al efectuar la unión entre ambos, el patrón influye directamente en muchos aspectos de crecimiento y de la fisiología de la parte aérea de la planta. Entre estos aspectos destacamos su influencia en el vigor de la planta, la precocidad en la floración y la entrada en producción, la longevidad, en la coloración y calidad del fruto, en la adaptación climática al medio, en la resistencia a enfermedades (injerto por motivos bióticos), etc.

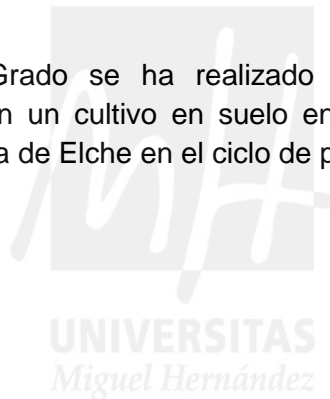
En general, el patrón influye sobre el híbrido injertado en el estado sanitario general, así como en el desarrollo y crecimiento de la planta y en la calidad y precocidad de sus frutos.

1.8. LÍNEA EN LA QUE SE ENGLOBA EL TRABAJO DE FIN DE GRADO.

Este Trabajo Fin de Grado forma parte del proyecto “Desarrollo participativo de variedades tradicionales de tomate resistentes a virus con alto valor añadido y adaptadas a la producción con bajos insumos en el sureste de España” (Referencia PID2022-137735OR-C32), financiado por el Ministerio de Ciencia e Investigación, con Santiago García Martínez como Investigador Responsable. En este proyecto participa el Grupo de Biodiversidad Agrícola y Mejora Genética de Variedades del CIAGRO-UMH, junto con el Equipo de Sostenibilidad y Calidad Hortofrutícola del IMIDA, liderado por Pilar Flores Fernández-Villamil y Pilar Hellín García y el Grupo de Mejora de Pimientos, Chiles y Ajíes del CPMVAV-UPV, liderado por Adrián Rodríguez Burruezo. Este proyecto empezó en 2023, y está previsto que finalice en agosto de 2026.

Una de las tareas del proyecto es el estudio de híbridos entre líneas de mejora de tomate Muchamiel, De la pera y Rosa con resistencia a ToMV, TSWV y TYLCV (obtenidas en el Programa de Mejora del CIAGRO-UMH) con variedades tradicionales de los mismos tipos (originarias de la Región de Murcia y conservados en el Banco de Germoplasma del IMIDA, BAGERIM) injertados en 10 patrones comerciales, con distinto vigor. Se estudiarán los principales caracteres agronómicos y de calidad, así como un análisis sensorial.

En este Trabajo Fin de Grado se ha realizado el análisis de los caracteres agronómicos y de calidad en un cultivo en suelo en invernadero de plástico de la Estación Experimental Agraria de Elche en el ciclo de primavera-verano de 2024.



2. OBJETIVOS.

El objetivo de este trabajo consiste en la evaluación del efecto del injerto de un híbrido de tomate de tipo Muchamiel obtenido a partir de la línea registrada por el Grupo de Investigación “Biodiversidad Agrícola y Mejora Genética de Variedades” del CIAGRO, UMH 1200, y una variedad tradicional del Banco de Germoplasma del IMIDA. Se utilizarán 10 patrones distintos con características diferentes para permitir una buena comparación. Así mismo, se incluyen en el ensayo el autoinjerto (el injerto del híbrido sobre el mismo híbrido, para valorar el efecto que pueda causar el injerto únicamente), y el híbrido sin injertar.

Como referencia, el ensayo incluye los mismos tratamientos, es decir los injertos sobre los 10 patrones seleccionados, el autoinjerto y el no injerto, el híbrido comercial Dumas de referencia. El ensayo tuvo lugar en un invernadero de la Estación Experimental Agraria de Elche (Alicante).

Se evaluará en este trabajo el efecto del injerto sobre parámetros de vigor de planta (altura, diámetro del tallo y número de ramilletes con flores abiertas), los principales parámetros agronómicos (producción, peso medio de frutos y número de frutos por planta) y de calidad (contenido de sólidos solubles y acidez valorable).



3. MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1. MATERIAL VEGETAL UTILIZADO.

El ensayo realizado para este trabajo compara un híbrido Muchamiel obtenido en el marco del Proyecto en que se ubica este TFG y un híbrido comercial de referencia. El híbrido Muchamiel tiene su origen en el cruce de la línea registrada UMH 1200, con resistencia en homocigosis a ToMV, TYLCV y TSWV, y la variedad tradicional de tipo Muchamiel 3 del Banco de Germoplasma del IMIDA (BAGERIM). El tomate de referencia utilizado es Dumas F1, de Syngenta.

En cuanto a los patrones utilizados y su codificación se ve a continuación (Tabla 3). El hecho de introducir en el ensayo, además de los distintos patrones sobre los que se injerta, los híbridos estudiados sin injertar y autoinjertados tiene sentido para comparar el efecto que pueda tener el injerto.

Debemos señalar que en el caso del tratamiento 10 con Dumas, únicamente se pudieron contabilizar 4 plantas en lugar de las 15 plantas previstas para cada tratamiento, y es que en el momento de la siembra encontramos que solamente había 4 plantas injertadas sobre el patrón Commodo. Por este motivo se excluye del ensayo este tratamiento.

Tabla 3. Detalle de patrones y tratamientos utilizados en este trabajo.

Código en el ensayo	Patrón/Tratamiento	Casa Comercial
1	Beufort	De Ruiter
2	Multifort	De Ruiter
3	Vitalifort	De Ruiter
4	Spirit	Nunhems
5	Enpower	Nunhems
6	Silex	Fitó
7	Embajador	Rijk Zwaan
8	Armstrong	Syngenta
9	Kardio	Syngenta
10	Commodo	Syngenta
11	Autoinjertado	
12	Sin injertar	

La elección de estos patrones se realizó atendiendo a las características que las casas comerciales proporcionan sobre ellos en cuanto a vigor (abarcando desde poco vigorizantes a otros de alto vigor), y resistencias.

3.2. INSTALACIONES.

El cultivo se realizó en un invernadero, perteneciente a la Estación Experimental Agraria de Elche, situada en la carretera de Dolores, CV-855, Km. 1, perteneciente al término municipal de Elche, Alicante.

El invernadero es de tipo multitúnel, compuesto por 2 cuerpos de 7.2 metros de anchura. La altura a la canal es de 3 metros, y a la cumbre de 4 metros. Las paredes laterales son de plástico, pero el techo es de malla.



Figura 11. Detalle de las instalaciones donde se realizó el ensayo. Fuente: elaboración propia.

3.3. PRÁCTICAS DE CULTIVO.

A continuación, se describen cada una de las diferentes prácticas de cultivo llevadas a cabo en el ensayo.

3.3.1. SEMILLERO.

La siembra e injerto del material vegetal se produjo desde Semilleros La Sala, en San Pedro del Pinatar (Murcia), a partir del envío de semilla de los híbridos ensayados, por parte del grupo de mejora de variedades del CIAGRO.

3.3.2. PREPARACIÓN DEL TERRENO.

Las primeras labores desarrolladas en el terreno fue la utilización de metam-sodio para la desinfección del mismo, previa al trasplante, y el aporte de 2 kg/m² de estiércol como abonado de fondo. A continuación, se realizó un subsolado y un fresado para dejar listo el terreno al trasplante.

3.3.3 TRASPLANTE.

El trasplante tuvo lugar el 21 de marzo de 2024, cuando las plántulas tenían entre 40-45 días. El ensayo ocupó la mitad de uno de los módulos del invernadero, ocupando 6 filas de cultivo.



Figura 12. Detalle de tareas de trasplante. Fuente: elaboración propia.



Figura 13. Detalle de trasplante realizado. Fuente: elaboración propia.

3.3.4 MARCO DE PLANTACIÓN.

Las plantas se disponen en filas individuales, separadas 1.2 metros. La separación entre plantas era de 0.3 metros, con lo que se obtiene una densidad de 2.77 plantas/m².

3.3.5. ENTUTORADO Y PODA.

Para el entutorado se emplean hilos de rafia, sujetos al emparrillado de alambre de la parte superior de la estructura.

El sistema de poda elegido es el de una guía o tallo y se realizó con la colaboración de los trabajadores de la Estación Experimental. Los brotes laterales (o axilares) se eliminaron con una frecuencia de entre 10 y 12 días.

3.3.6. FERTIRRIGACIÓN.

El agua utilizada para el riego en la Estación Experimental proviene del trasvase Tajo-Segura y se almacena en una balsa en la finca. Se ha utilizado un sistema de riego por goteo localizado, con emisores no autocompensantes, caudal de 2.2 l/h y colocados a una distancia de 0.33 m entre sí. La cantidad de riego variaba según la fase de desarrollo del cultivo, al igual que el suministro de fertilizantes. Las necesidades hídricas fueron calculadas mediante la ETo media de los últimos 10 años, extraída del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío, disponible en www.riegos.ivia.es/red-siar.

Para el abonado se siguieron las indicaciones de la Orden de 10 de mayo de 2012, de la Consejería de Agricultura y Agua de la Región de Murcia por la que se regulan las normas técnicas de producción integrada en el cultivo de tomate. En la siguiente tabla se detallan las unidades fertilizantes totales de los principales macronutrientes aportadas al cultivo.

Tabla 4. Fórmula del abonado según la orden 10 de mayo 2012, de la Consejería de agricultura Agua de la Región de Murcia por la que se regulan las normas de técnicas de producción integrada en el cultivo del tomate.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	MgO
UF/tm.	3.5	1.5	5.5	2.5	1
tm/ha	70	70	70	70	70
UF/ha	245	105	285	175	70

En la (Tabla 5) se muestra la tabla de distribución del abonado durante las semanas de cultivo.

Tabla 5. Distribución del abonado.

Semana Tras trasplante	UF/ha				UF/ 294,624			
	N	P2O5	K2O	MgO	N	P2O5	K2O	MgO
1	0	0	0	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000
2	4,34	2,13	19,25	0,0	0,128	0,063	0,567	0,000
3	4,34	2,13	19,25	0,0	0,128	0,063	0,567	0,000
4	8,69	4,07	23,10	3,5	0,256	0,120	0,681	0,103
5	8,69	4,07	23,10	3,5	0,256	0,120	0,681	0,103
6	13,03	5,23	26,95	4,2	0,384	0,154	0,794	0,124
7	13,03	5,23	26,95	4,2	0,384	0,154	0,794	0,124
8	14,77	6,39	26,95	4,9	0,435	0,188	0,794	0,144
9	14,77	6,39	26,95	4,9	0,435	0,188	0,794	0,144
10	17,38	7,36	26,95	5,6	0,512	0,217	0,794	0,165
11	17,38	7,36	26,95	5,6	0,512	0,217	0,794	0,165
12	17,38	7,36	23,10	4,9	0,512	0,217	0,681	0,144
13	17,38	7,36	23,10	4,9	0,512	0,217	0,681	0,144
14	17,38	7,36	19,25	4,2	0,512	0,217	0,567	0,124
15	17,38	7,36	19,25	4,2	0,512	0,217	0,567	0,124
16	13,03	5,23	11,55	3,5	0,384	0,154	0,340	0,103
17	13,03	5,23	11,55	3,5	0,384	0,154	0,340	0,103
18	9,56	4,26	7,70	2,1	0,282	0,126	0,227	0,062
19	9,56	4,07	7,70	2,1	0,282	0,120	0,227	0,062
20	6,95	3,29	7,70	2,1	0,205	0,097	0,227	0,062
21	6,95	3,10	7,70	2,1	0,205	0,091	0,227	0,062
22	0,00	0,00	0,00	0,0	0,000	0,000	0,000	0,000
	245,0	105,0	385,0	70,0	7,218	3,094	11,343	2,062

3.3.7. ESTADO SANITARIO DURANTE EL ENSAYO.

En general las plantas se desarrollaron con normalidad y solo cabe resaltar algún foco de vasates (*Aculops lycopersici*) (Figura 14) al final del cultivo. No obstante, se detallan en la (Tabla 6) los tratamientos aplicados durante el ensayo.

Tabla 6. Tratamientos aplicados durante el ensayo.

PRODUCTO	MATERIA ACTIVA
Araw	Eugenol 3,3% p/v (33 g/l), Geraniol 6,6% p/v (66 g/l), Timol 6,6% (66 g/l)
COSTAR	BACILLUS THURINGIENSIS KURSTAKI (CEPA SA-12) 18% ((8,5 X 10 ¹² UFC/KG)) [WG] P/P
DELFIN	BACILLUS THURINGIENSIS Kurstaki (cepa SA-11) 85% (32 Millones U.I./g). WG
Oberon	Spiromesifen 24%
SONAR	MALTODEXTRINA 47,6%
SONATA	BACILLUS PUMILUS (cepa QST 2808) 14,35 g/l (1X10 ⁹ UFC/G) [SC]
THIOVIT JET	Azufre mojable (Riqueza 80% [WG])
TUREX 50 WG	BACILLUS THURINGIENSIS AIZAWAI 50% [WG] P/P



Figura 14. Detalle de daños en tomate Muchamiel por vasates (*Aculops lycopersici*).

3.3.8. AUXILIARES UTILIZADOS.

En este ensayo se utilizaron colmenas de *Bombus terrestris* (Figura 15) para conseguir mejorar la polinización y cuajado.



Figura 15. Detalle de *Bombus terrestris*. Fuente: <https://santandernatural.es/recursos/especies-stv/abejorro-stv/>.

El otro auxiliar empleado fue el depredador *Nesidiocoris tenuis* (Figura 16), como protección frente a tuta (*Tuta absoluta*), un microlepidóptero que afecta de manera bastante generalizada al cultivo del tomate.



Figura 16. Detalle de *Nesidiocoris tenuis*. Fuente: <https://bioplanet.eu/es/nest/>.

3.3.9. RECOLECCIÓN.

La recolección de los frutos se realizaba semanalmente (Figura 17), cuando los frutos presentaban la piel de color rojo. Los frutos de las plantas de la repetición de cada tratamiento se recogían juntos e independientes de las otras líneas.

Se realizaron en total **8 recolecciones**: en Junio los días 6, 14, 20 y 25; y en Julio, los días 2, 10, 15 y 25.



Figura 17. Detalle de recolección del ensayo. Fuente: elaboración propia.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.

De las 6 filas reservadas en la parcela para nuestro ensayo las 2 filas exteriores se cultivaron con un híbrido fuera de ensayo para evitar el efecto borde, así como dos plantas al principio y al final de cada fila. Como puede observarse en la (Figura 18) existe una zona aproximadamente en la mitad de cada fila en la que se interrumpe el cultivo para el buen manejo y la logística necesaria en el ensayo.

El ensayo se diseñó con 3 repeticiones por tratamiento, de 5 plantas cada una. Además de las plantas objeto de este estudio, el híbrido Muchamiel y Dumas, en la plantación también encontramos otros híbridos pertenecientes al Grupo de Mejora de Variedades del CIAGRO, para otros trabajos simultáneos en ese proyecto.

Ro6	Mu6	Mu4	Du4
Pe12	Mu12	Du2	Du10-WK
Pe11	Du1	Mu3	Mu9
Mu7	Ro11	Pe2	Mu5
Du11	Du5	Du7	Pe1
Pe9	Ro12	Pe5	Mu1
Ro4	Pe3	Pe7	Pe8
Ro5	Du12	Ro2	Pe4
Ro3	Mu11	Pe10	Ro1
Ro7	Ro9	Ro10	Mu8
Ro8	Du8	Du6	Du9
Mu2	Pe6	Mu10	Du3
WAKU-Du49	Pe12	Mu5	Du12
Ro6	Pe5	Ro10	Du5
Du2	Ro4	Du6	Pe11
Pe9	Ro7	Mu9	Pe4
Ro11	Mu2	Ro2	Du4
Pe3	Pe8	Mu7	Ro5
Du7	Mu3	Pe6	Mu11
Pe1	Du9	Ro9	Mu8
Mu10	Ro8	Pe10	Du8
Ro1	Du3	Pe7	Mu4
Mu12	Ro3	Ro12	Du1
Mu6	Du11	Pe2	Mu1
Mu4	Pe6	Pe7	Mu5
Pe10	Du7	Du9	Ro5
Du2	Mu2	Ro11	Ro6
Mu1	Pe12	Pe8	Pe3
Pe4	Ro10	Mu7	Ro2
Pe5	Du1	Ro4	Ro3
Du4		Du6	Ro7
Ro8	Mu6	Pe1	Du11
Mu8	Ro12	Du5	Du8
Ro1	Mu3	Du12	Du3
Mu10	Mu9	Mu12	Pe11
Pe9	Mu11	Pe2	Ro9
híbrido Rosa	híbrido Rosa	híbrido Rosa	híbrido Rosa
Fila 4	Fila 3	Fila 2	Fila 1

Figura 18. Disposición de los tratamientos en la parcela.

3.5. CARACTERES DE VIGOR DE PLANTA

Teniendo en cuenta que este trabajo pretende evaluar el efecto del injerto sobre distintos patrones, el vigor que confiera cada patrón a la variedad injertada debe ser tenido en cuenta. Como parámetros descriptivos de dicho vigor hemos tomado la altura de las plantas, el grosor de tallo y el número de ramilletes que presentan.

3.5.1. ALTURA

Las medidas de la altura de cada planta, expresadas en cm, fueron tomadas con una cinta métrica sujeta a una caña larga, el día 6 de junio, coincidiendo con la entrada en producción de los distintos tratamientos.

3.5.2. DIÁMETRO DEL TALLO

Las medidas del diámetro de tallo de cada planta, expresadas en mm, fueron tomadas con un calibre digital el día 6 de junio, coincidiendo con la entrada en producción de los distintos tratamientos.

3.5.3. NÚMERO DE RAMILLETES POR PLANTA.

El conteo del número de ramilletes por planta fue tomado el día 6 de Junio, coincidiendo con la entrada en producción de los distintos tratamientos.

3.6. CARACTERES PRODUCTIVOS

La productividad del cultivo es un factor determinante a la hora de que un híbrido logre el éxito, y la recomendación de la posible utilidad del injerto para conseguir mejorar el aspecto productivo es de suma importancia. En este ensayo se han considerado los siguientes parámetros productivos: producción comercial y producción de destrío, peso medio del fruto comercial y peso medio del fruto de destrío, número de frutos comerciales por planta, y número de frutos no comerciales, y verdes en la última recolección.

3.6.1. PRODUCCIÓN COMERCIAL.

Es la parte de la producción total que corresponde con frutos óptimos para el mercado.



Figura 19. Detalle de frutos óptimos para su comercialización. Fuente: elaboración propia.

3.6.2. PRODUCCIÓN DE DESTRÍO.

Es la fracción de la producción total correspondiente a frutos dañados o cuyo peso es inferior al peso medio de un fruto comercial, para este trabajo hemos estimado este valor en 80g.



Figura 20. Detalle de frutos en destrío, no aptos para su comercialización. Fuente: elaboración propia.

3.6.3. PESO MEDIO DEL FRUTO COMERCIAL.

Es el peso medio de los frutos comerciales calculado como la producción comercial pesada para cada tratamiento y repetición, dividido por el número de frutos comerciales recolectados, calculando la media por repetición. Las medidas fueron tomadas en gramos.

3.6.4. PESO MEDIO DEL FRUTO DE DESTRÍO.

Es la media del peso correspondiente a los frutos no comerciales, calculada como la producción no comercial pesada para cada tratamiento y repetición, dividido por el número de frutos no comerciales recolectados. También se expresa en gramos.

3.7. CARACTERES DE CALIDAD.

3.7.1. SÓLIDOS SOLUBLES.

Habida cuenta de la importancia del estado de madurez para la determinación del contenido en sólidos solubles, tras la recolección se seleccionaban frutos comerciales completamente maduros, lo más homogéneos posible en cuanto a maduración de cada línea, para medir los sólidos solubles, y también la acidez, en el laboratorio.

Para cada una de las repeticiones, de cada línea se seleccionaban muestras compuestas por 3-4 frutos cada una, para 4 tubos que se analizarán posteriormente (Figuras 21 y 22).



Figura 21. Detalle de frutos seleccionados para los análisis de calidad. Fuente: elaboración propia.



Figura 22. Detalle de frutos seleccionados para los análisis de calidad. Fuente: elaboración propia.

Los frutos seleccionados se cortaban en trozos (Figura 23) tras la recolección, para triturarlos con una batidora doméstica.



Figura 23. Detalle de troceado de frutos para su posterior trituración. Fuente: elaboración propia.

El triturado se guardaba en tubos falcon de 50 ml, etiquetados con el nombre de la línea y la repetición (Figura 24), organizados en gradillas (Figura 25), en un congelador a -18 °C para su posterior análisis, en septiembre de 2024.



Figura 24. Detalle de fruto ya triturado guardado en tubo falcon para su posterior análisis. Fuente: elaboración propia.



Figura 25. Detalle de tubos falcon en su gradilla para su posterior analisis. Fuente: elaboración propia.

Para medir el contenido de sólidos solubles y acidez, tras descongelar las muestras, se centrifugan a 4000 rpm durante 1 minuto, tras comprobar un peso equilibrado de las muestras. Posteriormente se elimina la mayor parte de la pulpa depositada en la parte superior del tubo, y tras equilibrarlas de nuevo, se vuelve a centrifugar a 4.000 rpm durante 4 minutos. El sobrenadante de cada tubo, sin pulpa, se utilizó para realizar medir por duplicado los sólidos solubles. Los sólidos solubles están constituidos en su mayor parte por azúcares, los más abundantes son la glucosa y la fructosa que se encuentran en proporciones similares.

Los sólidos solubles se midieron por duplicado con un refractómetro digital (Figura 26).



Figura 26. Refractómetro utilizado para medir el contenido de sólidos solubles.

3.7.2. ACIDEZ.

Este parámetro se analiza a partir del sobrenadante, lo más limpio posible, obtenido tras el proceso detallado anteriormente para el análisis del contenido de sólidos solubles.

La acidez se valora para cada tubo por duplicado, con un pHmetro pHmatic 23 CRISON empleando NaOH a concentración de 0.01 N, hasta pH 8.01, expresándose el resultado en gramos de ácido cítrico por cada 100 gramos de tejido fresco.



Figura 27. pHmetro pHmatic 23 CRISON.

3.8. MODELO ESTADÍSTICO.

UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Se llevó a cabo un análisis de varianza multifactorial considerando las diferentes variedades (UMH1200x-3IMIDA y Dumas) y patrones (10 patrones, autoinjerto y sin injertar). En el caso de detectar diferencias significativas, se aplicó un contraste *post-hoc* LSD (Mínima Diferencia Significativa) para identificar las diferencias entre las medias de cada tratamiento. Ambos análisis se realizaron mediante el software STATGRAPHICS PLUS, versión 3.1 para Windows.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. CARACTERES DE VIGOR DE PLANTA.

4.1.1. ALTURA DE PLANTA.

El análisis de la varianza para la altura de las plantas (Tabla 7) muestra diferencias significativas tanto para las variedades (los híbridos ensayados), como para el tratamiento (“patrón”). La interacción Variedad-Patrón también es significativa.

Tabla 7. Análisis de varianza para la altura de las plantas.

Analysis of Variance for Altura - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: Variedad	12714,9	1	12714,9	82,35	0,0000
B: Patron	3235,9	10	323,59	2,10	0,0248
INTERACTIONS					
AB	5086,38	10	508,638	3,29	0,0005
RESIDUAL	44315,6	287	154,41		

TOTAL (CORRECTED)	65745,6	308			

Cuando la interacción es significativa se debe utilizar el gráfico de interacción.

En el caso de Dumas, los distintos tratamientos proporcionan valores entre 158 (patrón 4, Spirit) y 176.1 cm (patrón 7, Embajador), mientras que en los Muchamiel, las alturas medias van de 175.4 (tratamiento 12 sin injertar) a 186.9 cm (patrón 2, Multifort).

Las diferencias de altura en el caso de Dumas y Muchamiel sin injertar (tratamiento 12), son mínimas (176 y 175.4 cm, respectivamente). Y para Dumas, prácticamente igual al dato máximo registrado que correspondía al patrón 7.

Al realizar el test de Newman Keuls se obtiene que son las plantas Muchamiel las más altas, y que en cuanto a la variable tratamiento (“patrón”) se distinguen 4 grupos.

Los patrones en los que encontramos mayor diferencia de alturas entre las medias de Muchamiel y Dumas son el 4 (27 cm), el 1 (22.6 cm), el 10 (20.9 cm) y, ya por detrás el 6 y el 9 (19.1 cm en ambos casos).

El experimento no es posible compararlo con otros estudios similares ya que no se encuentran trabajos realizados para discutir los resultados.

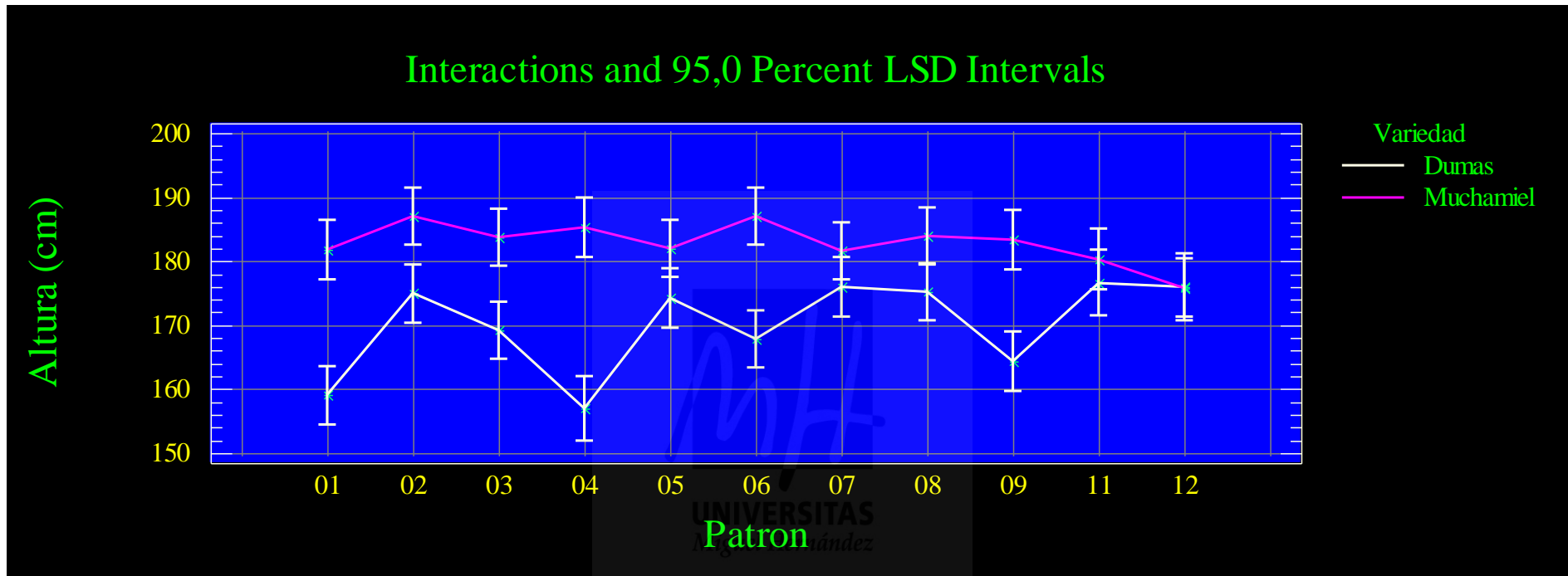


Figura 28. Gráfica de interacción Variedad-Patrón para la altura de las plantas (cm) medida el 6 de junio. Los intervalos corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de confianza.

4.1.2. DIÁMETRO DE TALLO.

El análisis de la varianza para el diámetro de las plantas (Tabla 8) muestra diferencias significativas tanto para variedad (Muchamiel o Dumas), como para “patrón”, así como la interacción Variedad-Patrón.

Tabla 8. Análisis de varianza de diámetro de las plantas.

Analysis of Variance for Diametro - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: Variedad	55,5598	1	55,5598	12,22	0,0005
B: Patron	527,798	10	52,7798	11,61	0,0000
INTERACTIONS					
AB	136,663	10	13,6663	3,01	0,0013
RESIDUAL	1304,53	287	4,54539		

TOTAL (CORRECTED)	2018,49	308			

Cuando la interacción es significativa se debe utilizar el gráfico de interacción.

Los datos obtenidos para Dumas y Muchamiel, en cuanto a diámetro de planta siguen la misma tendencia en todos los tratamientos.

En el caso de Dumas, los distintos tratamientos proporcionan grosores de tallo medios entre 14.2 mm (patrón 4, Spirit) y 20.3 cm (patrón 3, Vitalifort), mientras que en los Muchamiel, los diámetros medios van de 16.5 (el tratamiento 11, autoinjertado) a 19.5 cm (patrón 3, Vitalifort).

El efecto del patrón 4, Spirit, sobre Dumas lo posiciona claramente con valores medios de altura de planta y diámetro de tallo menores.

Al realizar el test de Newman Keuls se aprecia que las plantas Muchamiel tienen tallos más gruesos, y que en cuanto a la variable tratamiento se distinguen hasta 6 grupos homogéneos distintos. Los patrones en los que encontramos mayor diferencia de grosores de tallo medios entre Muchamiel y Dumas son el 4 (2.7 mm), el 1 (2.5 mm) y el 6 (2.4 mm), a favor de las plantas Muchamiel. Los Dumas solo son más gruesos sin injertar (tratamiento 12 con 1.4 mm de media) y con el tratamiento 3 (0.8 mm de media).

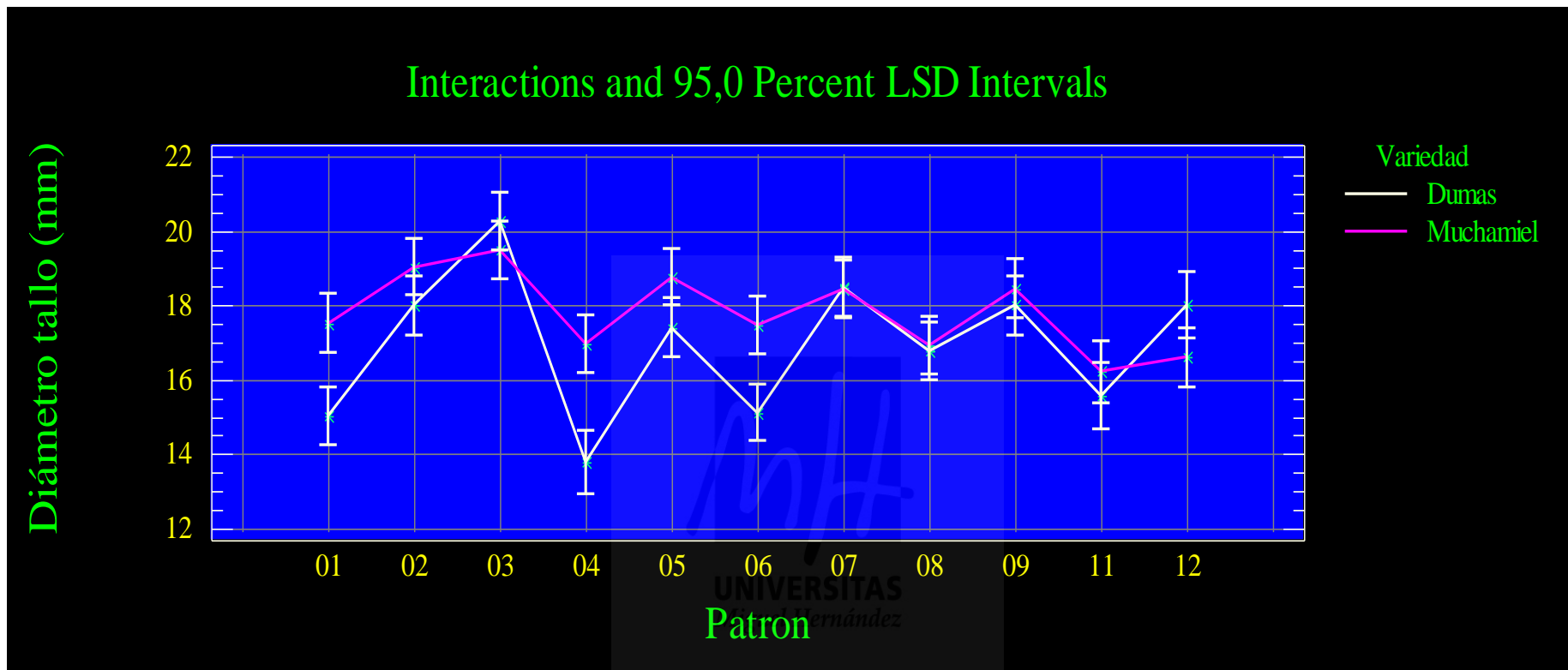


Figura 29. Gráfica de interacción Variedad-Patrón para el diámetro del tallo (mm) medido el 6 de junio. Los intervalos corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de confianza.

4.1.3. NÚMERO DE RAMILLETES POR PLANTA.

El análisis de la varianza aplicado al número de ramilletes con flores abiertas (Tabla 9) muestra diferencias significativas de nuevo para ambas variables analizadas. La interacción Variedad-Patrón no es significativa.

Tabla 9. Análisis de varianza de ramilletes por planta.

Analysis of Variance for Ramillete - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: Variedad	35,611	1	35,611	39,41	0,0000
B: Patron	19,8451	10	1,98451	2,20	0,0181
INTERACTIONS					
AB	13,7066	10	1,37066	1,52	0,1325
RESIDUAL	259,317	287	0,903545		
TOTAL (CORRECTED)	330,738	308			

El test LSD para la variedad (Tabla 10) indica que las plantas Muchamiel tienen más ramilletes de media que Dumas.

Tabla 10. Test de rango múltiple de ramilletes por planta de los dos híbridos

Multiple Range Tests for Ramillete by Variedad			
Variedad	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
Dumas	150	3,67383	X
Muchamiel	159	4,35578	X

A pesar de las diferencias tan pequeñas en los valores medios de este parámetro, el test de rangos múltiples diferencia 3 grupos entre los tratamientos (Tabla 11).

Tabla 11. Test de rango múltiple de ramilletes por planta de los distintos patrones.

Multiple Range Tests for Ramillete by Patron

Method: 95,0 percent LSD			
Patron	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
12	25	3,73052	X
08	30	3,73333	X
04	26	3,7619	XX
01	29	3,77381	XX
11	24	3,82517	XX
06	30	4,03333	XXX
03	30	4,06667	XXX
09	28	4,17857	XXX
02	29	4,25476	XX
05	29	4,3619	X
07	29	4,44286	X

Los tratamientos que presentan de media más ramilletes en una menor altura de planta son en el caso de Dumas el 7 (Embajador), el 9 (Kardio) y el 3 (Vitalifort), mientras que para Muchamiel el 5 (Enpower), el 2 (Multifort), el 7 (Embajador) y el 9 (Kardio), en este orden. Sería por tanto el tratamiento 7 el que incrementa el número medio de ramilletes en la altura de planta, tanto en Dumas como en Muchamiel.

El hecho de que para la fecha de la determinación de este carácter las plantas de unos tratamientos contabilicen mayor número de ramilletes abiertos que otras, puede ser indicativo también de una inducción a la precocidad. En este sentido, el 7 (Embajador) es el que da el mayor valor de media en Dumas (4.3 ramilletes/planta), y un valor también bueno en Muchamiel (4.6 ramilletes/planta).

Y comparando los valores de medias obtenidas para el número de ramilletes con el diámetro de tallo, los tratamientos que contabilizaron más ramilletes sin necesidad de tallos gruesos son para Dumas el 6 (Silex), el 7 (Embajador) y el 11 (autoinjertado), todas con el mismo ratio. En el caso de los Muchamiel son los tratamientos 2 (Multifort), 4 (Spirit), 5 (Enpower), 6 (Silex) y 9 (Kardio). En este caso el tratamiento 6 (Silex), es el único patrón que favorece tanto en Dumas como en Muchamiel la posibilidad de desarrollar más ramilletes con menor grosor de tallo.

4.2. CARACTERES PRODUCTIVOS.

4.2.1. PRODUCCIÓN COMERCIAL.

El análisis de la varianza para la producción comercial (Tabla 12) indica que hay diferencias significativas en todas las variables analizadas. La interacción Variedad-Patrón no es significativa.

Tabla 12. Análisis de la varianza para producción comercial.

Analysis of Variance for ProComM2 - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Hibrido	198,295	1	198,295	37,97	0,0000
B:Patron	95,3421	10	9,53421	1,83	0,0840
INTERACTIONS					
AB	53,8074	10	5,38074	1,03	0,4347
RESIDUAL	229,797	44	5,22265		

TOTAL (CORRECTED)	577,242	65			

En el caso del test LSD para la variable “variedad” (Tabla 13) es el híbrido Muchamiel el que presenta mayor producción comercial.

Tabla 13. Análisis de la varianza para producción comercial.

Multiple Range Tests for ProComM2 by Hibrido

Hibrido	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
Dumas	33	15,441	X
Muchamiel	33	18,9077	X

Para la variable “patrón”, en realidad los tratamientos, se diferencian 3 grupos homogéneos distintos (Tabla 14).

Tabla 14. Test de rango múltiple para producción comercial (kg/m^2) de los distintos patrones.

Multiple Range Tests for ProComM2 by Patron

Method: 95,0 percent LSD

Patron	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
01	6	15,8189	X
06	6	16,0861	X
08	6	16,1185	X
11	6	16,2429	X
04	6	16,5835	XX
09	6	16,7289	XX
12	6	16,9487	XXX
03	6	17,7722	XXX
07	6	17,966	XXX
02	6	19,178	XX
05	6	19,4742	X

El patrón 6, Silex, que favorecía tanto en Dumas como en Muchamiel el desarrollo de ramilletes con menor grosor de tallo, también iguala la producción comercial en ambos híbridos. En los Muchamiel, la diferencia máxima existente entre los valores medios de producción comercial corresponde a los tratamientos 5 (Enpower) y 6 (Silex), y supone una diferencia media de producción comercial de $5.6 \text{ kg}/\text{m}^2$ a favor del 5. En los Dumas, la máxima diferencia entre los valores medios de los patrones, ocurre entre el 2 (Multifort) y el 1 (Beaufort), resultando en $4.8 \text{ kg}/\text{m}^2$ a favor del 2.

Los patrones 2 (Multifort) y 5 (Enpower) son los que mayor producción comercial media logran con Dumas (17.8 y $17 \text{ kg}/\text{m}^2$, respectivamente), pero su media no se diferencia mucho de la conseguida sin injertar ($16.2 \text{ kg}/\text{m}^2$). En los Muchamiel, la ventaja que confieren estos mismos patrones 2 y 5 (20.5 y $21.9 \text{ kg}/\text{m}^2$, respectivamente), sí aleja sus medias del efecto del tratamiento sin injertar (17.7).

El patrón 4, Spirit, que en Dumas parece inducir menor altura de planta y menor grosor de tallo, también conlleva de las menores producciones comerciales.

En cuanto a la producción comercial, los valores obtenidos en este trabajo son superiores a los que tuvo Perez Romera, (2025) en su ensayo, la producción comercial máxima obtenida es de $6888,78 \text{ g}/\text{planta}$ para el híbrido UMH1200x3, que también se centraba en comparar el efecto del injerto en distintos tipos de tomate, nuestra producción comercial máxima obtenida es de $7906.13 \text{ g}/\text{planta}$.

Por otra parte, comparando con Manchón, (2023), que incluye el ensayo del híbrido UMH1200 x 4 , y una producción comercial obtenida de $3303 \text{ g}/\text{planta}$, por lo que la producción comercial obtenida es muy superior a estos estudios realizados.

4.2.2. PRODUCCIÓN DE DESTRÍO.

En este caso el ANOVA (Tabla 15) solo muestra diferencias significativas para el híbrido, no para el tratamiento ("patrón"). La interacción Variedad-Patrón no es significativa.

Tabla 15. Análisis de varianza para producción de destrío.

Analysis of Variance for DestM2 - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Hibrido	2,63926	1	2,63926	4,51	0,0393
B:Patron	3,02287	10	0,302287	0,52	0,8691
INTERACTIONS					
AB	1,44423	10	0,144423	0,25	0,9891
RESIDUAL	25,74	44	0,584999		
TOTAL (CORRECTED)	32,8463	65			



El híbrido Muchamiel es el que tiene mayor producción de destrío (Tabla 16).

Tabla 16. Test de rango múltiple para producción de destrío comercial (kg/m^2) de los dos híbridos.

Multiple Range Tests for DestM2 by Hibrido

Method: 95,0 percent LSD			
Hibrido	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
Dumas	33	1,49597	X
Muchamiel	33	1,89592	X

Para el destrío de los patrones no se han encontrado diferencias (Tabla 17).

Tabla 17. Test de rango múltiple para producción de destrío comercial (kg/m²) de los distintos patrones.

Multiple Range Tests for DestM2 by Patron

Method: 95,0 percent LSD			
Patron	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
06	6	1,33704	X
09	6	1,37569	X
01	6	1,55548	X
04	6	1,57415	X
08	6	1,64537	X
05	6	1,66481	X
07	6	1,78565	X
11	6	1,89174	X
12	6	1,89676	X
02	6	1,92222	X
03	6	2,00648	X

Aunque no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos para el destrío, comparando los resultados de las medias de la producción comercial y el destrío, en Dumas el mayor porcentaje de producción comercial corresponde al tratamiento 6 (Silex), con un 93.3%, y la producción comercial para este tratamiento no resultó mal tampoco (15.9 kg/m²).

En los Muchamiel el patrón 3 (Vitalfort), el 11 (Autoinjerto) y el 12 (Sin injertar), incrementan el destrío en contraste con los 9 (Kardio), 5 (Enpower) y 4 (Spirit), cuyo porcentaje de producción comercial es superior al 92% (93.3%, 92.4% y 92.1%, respectivamente).

El positivo efecto del injerto sobre diferentes patrones, en el rendimiento de la producción comercial frente a destrío, es marcado en el caso de los Muchamiel, seguramente por la ventaja que aportan las resistencias en estos patrones, y que se deben haber perdido en el híbrido.

En cuanto a la producción de destrío, los valores obtenidos en el estudio (Perez Romera), 2025 en su ensayo, la producción comercial máxima fue de 1198,17 g/planta para el híbrido MR1X1 y de 338.99 g/planta para el híbrido Boludo, que también se centraba en comparar el efecto del injerto en distintos tipos de tomate, nuestra producción de destrío obtenida oscila entre 938.62 g/planta y 469.31 g/planta.

4.2.3. PESO MEDIO DEL FRUTO COMERCIAL.

El análisis de la varianza (Tabla 18) muestra diferencias significativas para las variedades. no se han encontrado diferencias significativas entre los patrones, y la interacción Variedad-Patrón no es significativa.

Tabla 18. Análisis de varianza para peso medio del fruto comercial.

Analysis of Variance for PeMeCom - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Hibrido	0,0307965	1	0,0307965	54,90	0,0000
B:Patron	0,0107176	10	0,00107176	1,91	0,0693
INTERACTIONS					
AB	0,0039346	10	0,00039346	0,70	0,7178
RESIDUAL	0,0246807	44	0,000560925		
TOTAL (CORRECTED)	0,0701293	65			

El test LSD para la variedad (Tabla 19) indica que la variedad Muchamiel tiene un peso medio del fruto mayor a Dumas.

Tabla 19. Test de rango múltiple para peso medio del fruto comercial (kg/fruto).

Multiple Range Tests for PeMeCom by Hibrido

Method: 95,0 percent LSD			
Hibrido	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
Dumas	33	0,315887	X
Muchamiel	33	0,35909	X

Para la variable “patrón”, diferenciamos 3 grupos homogéneos distintos (Tabla 20).

Tabla 20. Test de rango múltiple para peso medio del fruto comercial (kg/fruto).

Multiple Range Tests for PeMeCom by Patron

Method: 95,0 percent LSD

Patron	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
04	6	0,314953	X
07	6	0,32132	XX
06	6	0,330774	XX
02	6	0,334121	XX
05	6	0,334151	XX
08	6	0,337606	XX
12	6	0,339483	XXX
01	6	0,343735	XX
03	6	0,344013	XX
11	6	0,346883	XX
09	6	0,365338	X

En cuanto al peso medio del fruto comercial, los valores obtenidos en este trabajo son superiores a los que tuvo Perez Romera, (2025) en su ensayo, para el híbrido UMH 1200X3 obtuvo su valor máximo en el ensayo de 321.27 g/fruto.

Por otra parte, comparando con Manchón, (2023), el valor obtenido en este caso es de 179.336 g/fruto para el híbrido 1200x18, lo que nos resulta bastante bajo respecto a nuestros valores.

4.2.4. PESO MEDIO DEL FRUTO DE DESTRÍO.

El análisis de la varianza (Tabla 21) muestra que no se han encontrado diferencias significativas en las variables estudiadas.

Tabla 21. Análisis de la varianza para peso medio del fruto de destrío.

Analysis of Variance for PeMeDest - Type III Sums of Squares

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Hibrido	0,000624192	1	0,000624192	0,15	0,6983
B:Patron	0,0461906	10	0,00461906	1,13	0,3647
INTERACTIONS					
AB	0,0420199	10	0,00420199	1,03	0,4387
RESIDUAL	0,180358	44	0,00409904		
TOTAL (CORRECTED)	0,269193	65			

No se encuentran diferencias significativas.

Tabla 22. Test de rango múltiple para peso medio del fruto del destrío/híbrido.

Multiple Range Tests for PeMeDest by Híbrido

Method: 95,0 percent LSD			
Híbrido	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
Dumas	33	0,257034	X
Muchamiel	33	0,263184	X

Tabla 23. Test de rango múltiple para peso medio del fruto de destrío/"patrón".

Multiple Range Tests for PeMeDest by Patron

Method: 95,0 percent LSD			
Patron	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
04	6	0,226793	X
05	6	0,232816	X
03	6	0,240601	X
11	6	0,245307	XX
12	6	0,251193	XX
02	6	0,25155	XX
01	6	0,253194	XX
09	6	0,27159	XX
06	6	0,271625	XX
07	6	0,299868	XX
08	6	0,316661	X

En cuanto al peso medio del fruto de destrío, los valores obtenidos en este trabajo son superiores a los que tuvo Perez Romera, (2025), en su ensayo, con un valor máximo de 267.13 g/fruto en MR1X1, lo que nos resulta un valor superior al comparar con nuestro ensayo de Dumas pero bastante inferior respecto a Muchamiel.

4.3. CARACTERES DE CALIDAD.

4.3.1. SÓLIDOS SOLUBLES.

El análisis de la varianza para el contenido en sólidos solubles (Tabla 24) únicamente muestra diferencias significativas para la variable "variedad". La interacción Variedad-Patrón es significativa.

Tabla 24. Análisis de la varianza para el contenido de sólidos solubles.

Analysis of Variance for Solidos solubles - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Variedad	16,7545	1	16,7545	81,98	0,0000
B:Patron	1,85179	10	0,185179	0,91	0,5292
INTERACTIONS					
AB	10,5913	10	1,05913	5,18	0,0000
RESIDUAL	31,063	152	0,204362		
TOTAL (CORRECTED)	61,0205	173			

Cuando la interacción es significativa se debe utilizar el gráfico de interacción.

Para todos los tratamientos estudiados, los valores medios de sólidos solubles de Dumas son superiores salvo en el caso de los 11 y 12 (autoinjertados y sin injertar).

En el híbrido Muchamiel, los injertos sobre distintos patrones conllevan una reducción del contenido en sólidos solubles. Es llamativo que los tratamientos 11 (autoinjertado) y 12 (sin injertar), muestran valores medios en los Muchamiel superiores a Dumas.

En general, los valores obtenidos no son elevados, alcanzando solamente los 4.5 °Brix de media. en el caso de Dumas con el tratamiento 2 (Multifort).

En el caso de Dumas el valor medio de la producción comercial es menor y eso podría favorecer una mayor acumulación de sólidos solubles en los frutos. Esto ocurre también en el híbrido Muchamiel sobre el tratamiento 5 (Enpower), que muestra una producción algo más elevada, acompañada de un menor valor de sólidos solubles.

Sin embargo, el híbrido Dumas con el tratamiento 2 (Multifort), muestra tanto una alta producción comercial (20.5 kg/m²) como un elevado contenido en sólidos solubles (4.47 °Brix).

Al realizar comparaciones con otros estudios de similar ensayo, en Perez Romera, (2025), que realizó sus ensayos en las instalaciones de Juan Hernández Pérez en Águilas (Murcia), sus valores oscilan entre 3.95° Brix y 4.56° Brix, superan estos datos a los obtenidos en nuestro ensayo de 3.1° Brix y 4.47° Brix.

Por otra parte en el ensayo de Manchón, (2023), que realizó en las instalaciones nombradas anteriormente oscilan los valores entre 3.9° Brix y 6.1° Brix. Lo que nos resulta muy superior a nuestros resultados.



Interactions and 95,0 Percent LSD Intervals

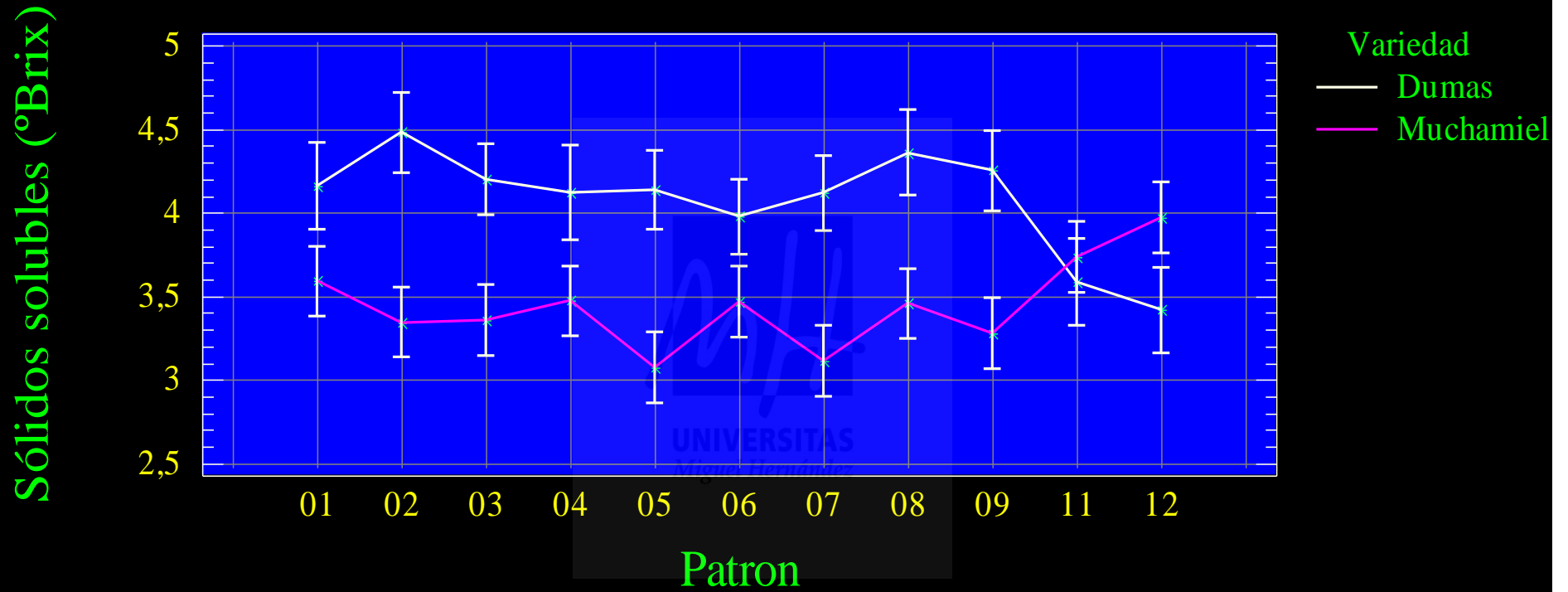


Figura 30. Gráfica de interacción Variedad-Patrón para el contenido de sólidos solubles (°Brix). Los intervalos corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de confianza.

4.3.2. ACIDEZ.

Para este carácter el análisis de la varianza (Tabla 25) indica diferencias significativas tanto para “variedad” como para “patrón”. La interacción Variedad-Patrón también es significativa.

Tabla 25. Análisis de la varianza para el contenido de acidez.

Analysis of Variance for Acidez - Type III Sums of Squares					
Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A: Variedad	0,283093	1	0,283093	65,80	0,0000
B: Patrón	0,228769	10	0,0228769	5,32	0,0000
INTERACTIONS					
AB	0,0879883	10	0,00879883	2,05	0,0324
RESIDUAL	0,653956	152	0,00430234		

TOTAL (CORRECTED)	1,29511	173			

Cuando la interacción es significativa se debe utilizar el gráfico de interacción.

Dumas supera los valores de acidez del Muchamiel en todos los casos. En el caso del tratamiento 1 (Beaufort), y en el 12 (sin injertar) las medias de acidez en Dumas y Muchamiel son similares.

El híbrido Muchamiel en el tratamiento 6 (Silex), presenta menor producción comercial media que el resto de tratamientos, y vemos que incrementa ligeramente la acidez valorable. Del mismo modo, con los tratamientos 5 y 7 (Enpower y Embajador) presentaba valores de producción comercial medios relativamente elevados (21.9 y 20.2 kg/m², respectivamente), y se ve disminuido su contenido en sólidos solubles. La explicación más posible de esto es el reparto de ácidos en los frutos comerciales.

En el caso del patrón 6 (Silex), la producción comercial media entre Dumas y Muchamiel era muy similar pero los frutos de Dumas superan en cuanto este parámetro a los Muchamiel. Los tratamientos 1 y 12 (Beaufort y sin injertar) dan valores de acidez muy similares tanto para Dumas como para Muchamiel.

Nuestros resultados de acidez oscilan entre 0.27% y 0.43%, mostrando diferencias significativas en el análisis de la varianza en “variedad” y “patrón”.

Los resultados de acidez valorable obtenidos en este ensayo se encuentran en rangos similares a otros estudios anteriores. Comparando nuestros resultados con otros experimentos, encontramos en Mateu, (2020) un rango de acidez de 0.33% y de 0.42% observando diferencias significativas entre los híbridos UMH1200 y variedad comercial Batlle respectivamente. Mateu, realizó sus ensayos en las mismas instalaciones con los híbridos tipo Muchamiel UMH1200x4 y UMH1200x18.

Por otra parte en Perez Romera, (2025), sus resultados oscilaron entre 0.30% y 0.38% respectivamente.

En el estudio de Manchón, (2023), sus resultados fueron de 0.40% y 0.49%.

Exceptuando a Manchón, (2023), que sus resultados fueron relativamente superiores a los demás experimentos ya mencionados, el resto oscila en los mismos parámetros.



Interactions and 95,0 Percent LSD Intervals

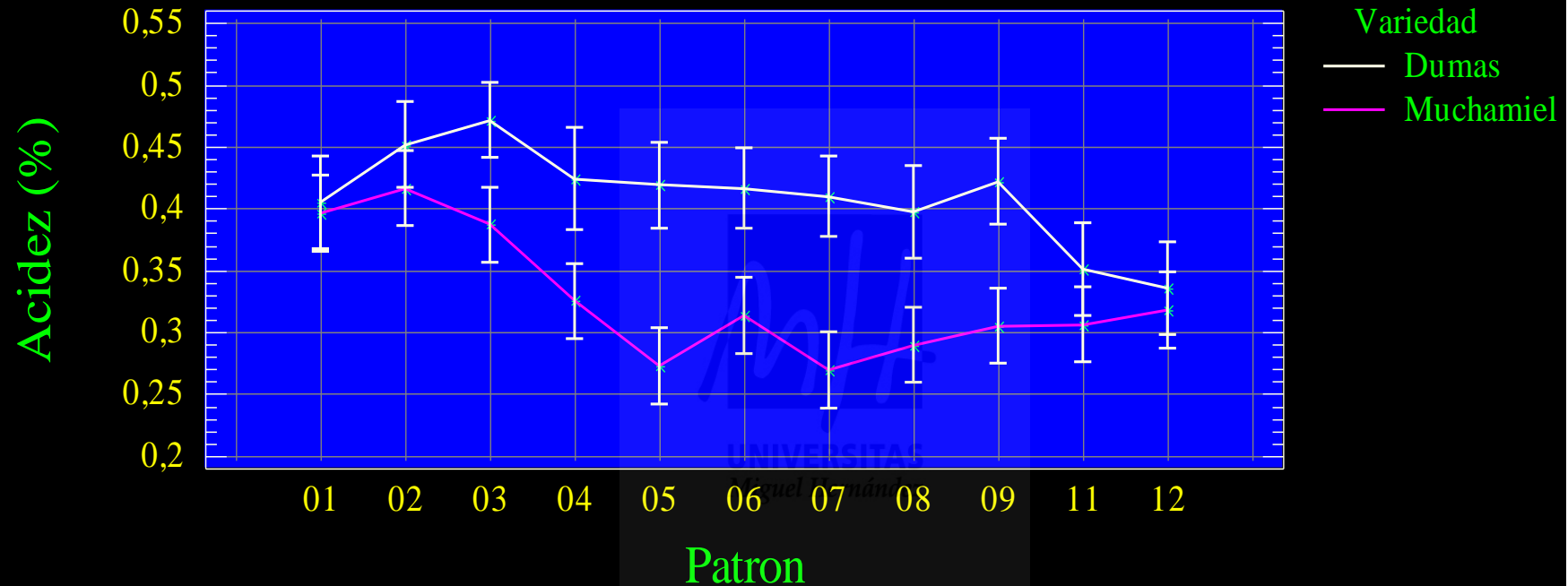


Figura 31. Gráfica de interacción Variedad-Patrón para el contenido de sólidos solubles (°Brix). Los intervalos corresponden al intervalo de Mínima Diferencia Significativa (LSD: Least Significance Difference) al 95% de nivel de confianza.

5. CONCLUSIONES.

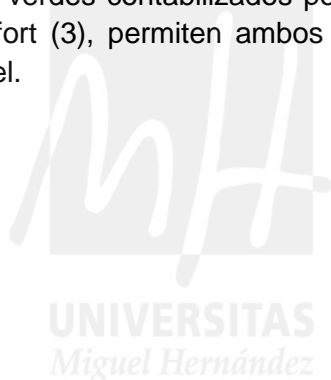
Como conclusión principal destaca el hecho de un mayor efecto en todos los parámetros productivos del injerto sobre el híbrido Muchamiel, posiblemente debido a una mayor proporción de genoma tradicional, más susceptible a manifestar el efecto de cualquier incremento productivo.

Como híbrido de referencia, Dumas resulta una elección muy adecuada como indica el hecho de que para el tratamiento 12 (sin injertar) tanto Muchamiel como Dumas son bastante similares en la mayoría de los caracteres analizados.

El positivo efecto del injerto sobre diferentes patrones, en el rendimiento de la producción comercial frente a destrío, es marcado en el caso de los Muchamiel, seguramente por la ventaja que aportan las resistencias en estos patrones, y que se deben haber perdido en el híbrido. Esto justificaría su coste si finalmente los resultados de los análisis sensoriales confirman la calidad del híbrido Muchamiel.

En el caso del tratamiento 7 (Embajador), se da la circunstancia de que el peso medio de los frutos de destrío supera al peso medio comercial (0.354 frente a 0.304 kg/fruto).

En base al número de frutos verdes contabilizados por planta al final del ensayo, los patrones Multifort (2) y Vitalfort (3), permiten ambos un incremento de 3 frutos por planta en el híbrido Muchamiel.



6. BIBLIOGRAFÍA.

Alonso A, (2009). Estudio de caracteres de calidad en un programa de Mejora Genética de variedades tradicionales de tomate del sureste español. Tesis doctoral en el Área de Genética del Departamento de Biología Aplicada de la Universidad Miguel Hernández.

Baldwin, E. A.; Scott, J. W.; Shewmaker, C. K. and Schuch, W. (2000). Flavor trivia and tomato aroma: biochemistry and possible mechanisms for control of important aroma components. HortScience 35: 1013-1022.

Bavec, F., & Bavec, M. (2015). Underutilized Crops and Intercrops in Crop Rotation as Factors for Increasing Biodiversity on Fields. InTech. doi: 10.5772/59131

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.

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.

Casañas, F., Simó, J. y Casals, J. (2021). LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD CULTIVADA. El futuro de las variedades tradicionales de plantas cultivadas: un enfoque evolutivo. Investigación y Ciencia, vol. 532, p. 58-62. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA.

Camacho Villa, T. C., Maxted, N., Scholten, M., & Ford-Lloyd, B. (2005). Defining and identifying crop landraces. Plant genetic resources: characterization and utilization, 3(3), 373-384. <https://doi.org/10.1079/PGR200591>

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.

ANÁLISIS DE LA CALIDAD ORGANOLÉPTICA EN VARIEDADES TRADICIONALES Y OBSOLETAS DE TOMATE. C. Cortés-Olmos, A.M. Adalid, M. Leiva-Brondo, J. Roselló, J. Cebolla-Cornejo y F. Nuez. V Congreso de Mejora Genética de Plantas, Madrid. Actas de Horticultura 55: 161-162.

Costa, J.M. and Heuvelink, E. (2005). Introduction: the tomato crop and industry. EN: Heuvelink, E. (Ed.) Tomatoes. CAB International Publishing, New York. pp: 1-21.

FAO/FAOSTAT. (2025). Bases de datos estadísticos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en la web www.fao.org/faostat/es/

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-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. Mundiprensa, Madrid.

Harwood, J. (2018). The green revolution as a process of global circulation: plants, people and practices, en Historia Agraria.

Hunziker, A.T. (1979). South American Solanaceae: a synoptic survey. Linn. Soc. Symp. Series (7):49-85.

Husaini, A. M. y Sohail, M. (2024). Agrochemical-free genetically modified and genome-edited crops: Towards achieving the United Nations sustainable development goals and a 'greener' green revolution. Journal of the Biotechnology, vol. 389. 20 June 2024, Pages 68-77 <https://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2024.04.015>

Kader, A. (2008). Flavor quality of fruits and vegetables. Journal of the Science of Food and Agriculture 88: 1863-1868.

Kimura, S. and Sinha, N. (2008). Tomato (*Solanum lycopersicum*): a model fruit-bearing crop. Cold Spring Harbor Protocols 105.

Knapp, S.K., Peralta, I.E., Spooner, D.M. (2004). New species of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*: Solanaceae) from Northern Peru. Systematic Botany 30 (2):424-434.

Lavilla, M.T. (1998). Efecto sobre diferentes sistemas de atmósfera controlada sobre la producción aromática en manzanas: Golden Delicious, Starking Delicious y Granny Smith. Tesis doctoral. Universitat de Lleida, Lleida.

Manchón. (2023). Evaluación de híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Muchamiel con resistencia a virus, cultivados en condiciones comerciales, en el ciclo de verano-otoño de 2023. Trabajo Fin de Master. Universidad Miguel Hernández.

MAPA. (2024). Estadísticas del ministerio de agricultura, Pesca y Alimentación.

Mateu. (2020). Evaluación de líneas de mejora de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) injertadas en patrones comerciales. Trabajo Fin de Grado. Universidad Miguel Hernández.

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

Peralta. (2008). Taxonomy of wild tomatoes and their relatives (*Solanum* sections *Lycopersicoides*, *Juglandifolia*, *Lycopersicon*; Solanaceae). Syst Bot Monogr 84:1-186.

Perez Romera. (2025). Evaluación de híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con resistencia a virus, cultivados en condiciones comerciales, en el ciclo de verano-otoño 2023. Trabajo fin de Master. Universidad Miguel Hernández.

Ruiz de Galarreta, J.I., Prohens, J. y Tierno, R. (2016). Las variedades locales en la mejora genética de plantas.

Sims, W.L. (1980). History of tomato production for industry around the world. Acta Horticulturae 100: 25.

Olmstead R., Bohs L. (2007). A Summary of Molecular Systematic Research in

Beyond organic farming – harnessing biodiversity-friendly landscapes. Tschardtke, T.; Grass, I.; Wanger, T.C.; Westphal, C. y Batáry, P. Trends in Ecology & Evolution, Volume 36, Issue 10, 919 – 930.

Valcarcel, M. (2009). Optimización del proceso de evaluación y selección del germoplasma de tomate por características de calidad organoléptica: uso de tecnología NIR y sensores electrónicos. Tesis doctoral. UPV. Valencia.

Recursos web:

<https://bioplanet.eu/es/nes/>

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2010-04-28_\(35\)_Erdhummel,_Buff-tailed_bumblebee,_Bombus_terrestris.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:2010-04-28_(35)_Erdhummel,_Buff-tailed_bumblebee,_Bombus_terrestris.jpg)

www.riego.ivia.es/red-siarchrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcqlclefindmkaj/https://www.mapa.gob.es/eu/ministerio/servicios/informacion/tomate_tcm35-102712.pdf

<https://www.elcamaleonverde.com/historia-del-tomate/>

<https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL/visualize>

<https://www.mapa.gob.es/en/alimentacion/temas/consumo-tendencias/panel-de-consumo-alimentario/ultimos-datos/default.aspx>

(PDF) Análisis de la calidad organoléptica en variedades tradicionales y obsoletas de tomate. Available from:

https://www.researchgate.net/publication/296478801_Analisis_de_la_calidad_organoleptica_en_variedades_tradicionales_y_obsoletas_de_tomate [accessed Feb 11 2025].

<https://bioplanet.eu/es/nes/>

<https://santandernatural.es/recursos/especies-stv/abejorro-stv/>