

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ**  
**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA**

---

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y  
AGROAMBIENTAL.**



**“EVALUACION DE LINEAS DE MEJORA DE  
TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) DE LA  
PERA CON RESISTENCIA A VIRUS  
CULTIVADAS BAJO MALLA”**

TRABAJO FIN DE GRADO

Septiembre 2015

Autor: Darío Palazón Agulló

Tutor: Santiago García Martínez



## RESUMEN

En este trabajo de fin de grado se ha realizado un estudio con tomate de la pera, se han cogido siete líneas de mejora de este tomate con resistencia genética a distintas virosis, del programa de mejora de la EPSO-UMH, para estudiar determinados parámetros y ver si estas líneas son apropiadas para su cultivo. Junto a estas líneas de mejora se han cultivado, tres líneas de mejora ya registradas, tres variedades tradicionales y dos híbridos comerciales de referencia, cultivadas en un invernadero de malla en el ciclo de primavera-verano de 2014.

Con los datos obtenidos en este trabajo y con ayuda de trabajos anteriores que se han utilizado de referencia se ha determinado que las siete líneas de mejora no registradas han obtenido buenos resultados, destacando en los parámetros de producción total y sólidos solubles con valores de entre 3,4-5,5 (kg/planta) y 5,2-6,3 (°Brix) respectivamente. Pero las líneas de mejora escogidas tomando como referencia los valores del peso medio del fruto son las líneas AU 1354-43 y AU 1354-49 que han obtenido unos valores alrededor de los 75 (g/fruto), por lo que estas dos líneas son las más interesantes para ser inscritas en el Registro de Variedades Comerciales y Protegidas

Palabras clave: Programa de mejora, variedad tradicional, calidad, producción, registro.

## ABSTRACT

In this final degree work has conducted a study with tomato pear, have taken seven lines of improved this tomato with genetic resistance to different viruses, the program to improve EPSO-UMH, to study certain parameters and see if these lines are suitable for cultivation. Along these lines of improvement have grown three lines of improvement already recorded three traditional varieties and two commercial reference hybrids grown in a greenhouse mesh in the cycle of spring-summer 2014.

The data obtained in this work and with the help of previous works that have been used to reference it has been determined that the seven lines of improvement unregistered

have obtained good results, highlighting the parameters of total and soluble solids production values between 3.4-5.5 (kg / plant) and 5.2- 6.3 (Brix) respectively. But the lines of improvement chosen by reference to the values of the average weight of the fruit are the AU 1354-43 and AU 1354-49 lines with values obtained about 75 (g / fruit), so these two lines are the most interesting to be entered in the Register of Commercial Varieties and Protected.

Keywords: Improvement program, traditional variety, quality, production, record.



## AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer a mi tutor Santiago García Martínez (Santi) por darme la oportunidad de realizar este trabajo junto a él y los compañeros del departamento de genética, Arantxa, Pedro y Fernando, agradecer que nos ayudaran en los calurosos días de recolecta y que hicieran más amenas las tardes de trituración en el laboratorio.

Agradecer a mi familia por todo el apoyo que me han dado, a mis padres por no rendirse nunca para que su hijo pueda seguir adelante y mis abuelos porque si no fuera por ellos esto no hubiera sido posible.

A Iryna, mi novia a la que conocí en esta universidad y que ha hecho que estos cuatro años de carrera sean una gran experiencia y siempre ha estado cuando la he necesitado, gracias.

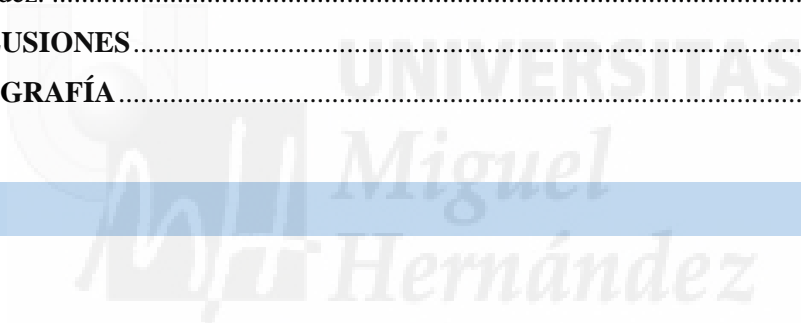
A mis amigos de toda la vida por estar siempre y ayudarme a dejar de lado los estudios de vez en cuando, que alguna que otra fiesta no está mal.

Y como no a los amigos que he hecho durante estos cuatro años, unos amigos que van a ser para siempre y con los que he podido contar en todo momento para los trabajos y claro esta para los futbolines. Pero sobre todo a Iván que ha sido mi compañero de trabajo y de peleas de sillas en el laboratorio, algún día enseñaremos a Santi el video que tenemos.

# INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	8
1.1	Referencia histórica, origen y distribución del tomate.....	8
1.2	SITUACIÓN TAXONÓMICA.....	9
1.3	Características botánicas.....	10
1.4	Importancia del tomate.....	15
1.4.1	A nivel mundial.....	15
1.4.2	A nivel nacional.....	17
1.5	VARIEDADES DEL TOMATE.....	17
1.5.1	TOMATE TRADICIONAL.....	17
1.5.2	TOMATE TRADICIONAL DE PERA.....	19
1.6	MEJORA GENETICA EN EL TOMATE.....	20
1.7	PROGRAMA DE MEJORA DE LA EPSO-UMH.....	22
1.8	EFFECTOS ADVERSOS A LA INTRODUCCIÓN DE GENES DE RESISTENCIA... 24	
1.8.1	CARGA O BASURA DE LIGAMENTO.....	24
1.9	LÍNEA DE INVESTIGACIÓN A LA QUE PERTENECE ESTE TRABAJO.....	25
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	26
<b>3</b>	<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	27
3.1	MATERIAL VEGETAL EMPLEADO.....	27
3.2	CONDICIONES DEL CULTIVO.....	27
3.2.1	INSTALACIONES.....	28
3.3	PRÁCTICAS DE CULTIVO.....	28
3.3.1	SEMILLERO.....	28
3.3.2	TRASPLANTE.....	28
3.3.3	MARCO DE PLANTACIÓN.....	29
3.3.4	ENTUTORADO Y PODA.....	29
3.3.5	FERTIRRIGACIÓN.....	30
3.3.6	TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS.....	31
3.3.7	RECOLECCIÓN.....	32
3.4	PLANIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS.....	32
3.4.1	Cronología de las tareas.....	32
3.4.2	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	32
3.5	CARACTERES ANALIZADOS EN EL ENSAYO.....	33

3.5.1	CARACTERES AGRONÓMICOS.....	33
3.5.1.1	Producción total.....	33
3.5.1.2	Peso medio del fruto.....	34
3.5.1.3	Número de frutos por planta.....	34
3.5.2	CARACTERES DE CALIDAD.....	34
3.5.2.1	Sólidos solubles.....	34
3.5.2.2	Acidez. ....	35
3.5.3	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO. ....	36
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	37
4.1	CARACTERES AGROMICOS.....	37
4.1.1	Número de frutos recolectados por planta.....	37
4.1.2	Peso medio del fruto.....	38
4.1.3	Producción total.....	39
4.2	CARACTERES DE CALIDAD.....	41
4.2.1	Sólidos solubles.....	41
4.2.2	Acidez. ....	42
5	CONCLUSIONES.....	44
6	BIBLIOGRAFÍA.....	45



# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Referencia histórica, origen y distribución del tomate.

El centro de origen exacto del tomate no está claro, no obstante se ubica actualmente en la costa occidental de Sudamérica, concretamente en la región Andina compartida por Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. En esta zona se encuentran numerosas variedades silvestres en campos y zonas sin cultivar. Sin embargo, el cultivo, comercialización y consumo del tomate, estaba muy integrado y difundido en el imperio azteca, dando esto a entender que la domesticación fue alcanzada en la época precolombina.



**Figura 1:** Distribución de *Solanum* sec. *Lycopersicoides*, sec. *Juglandifolia*, y sec. *Lycopersicon*. [www7.uc.cl](http://www7.uc.cl)

Se cree que el tomate fue domesticado en México es que no tiene ningún nombre conocido en quechua, aymara o cualquier otro de los idiomas andinos, mientras que el nombre moderno tiene su origen en la lengua Náhuatl surgida en el s. XII hablada en la región de México, concretamente de la palabra “tomatl” que puede ser traducido como “agua gorda” o “fruto con ombligo” (Nuez, 1995). Por lo tanto el centro de origen del tomate se cree que es la región andina y que fue domesticado en un lugar distinto, en México.

El tomate, junto con el maíz, la patata, el chile y la batata fueron introducidos en España a principios del siglo XVI gracias a los viajes de Colón.



Probablemente, el tomate llegó en primer lugar a Sevilla, que era uno de los principales centros del comercio internacional, en particular con Italia. En 1544, el herborista italiano Mattioli se refirió a los frutos amarillos de la planta del tomate como "mala aurea", manzana de oro, y más adelante, en 1554, mencionó una variedad roja. El mismo año, Dodoens, un herborista holandés, realizó una descripción detallada del fruto y éste se ganó la reputación de afrodisíaco. Esto explica los nombres como "pomme d'amour" en francés, "pomodoro" en italiano y "love apple" en inglés.

La transformación de ingrediente medicinal en ingrediente culinario común empezó lentamente en el siglo XVIII. La primera receta napolitana publicada que se conoce para preparar "salsa de tomate al estilo español" data de 1692.

Esta diferencia de usos entre España e Italia con respecto al norte de Europa es debida a que en el norte de Europa se tenía la creencia de que el tomate era venenoso.

La creencia fue debida a las propiedades de las solanáceas europeas, muy ricas en alcaloides, en general con fuertes efectos somníferos, hemolíticos o paralizantes, cuando no mortales (Nuez, 1995).

## 1.2 SITUACIÓN TAXONÓMICA.

El tomate fue descrito botánicamente por primera vez de la mano de Pier Andrea Mattioli, del jardín botánico de Padua (Italia), quien publicó su herbario figurado 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 que fue comenzado en 1551 y ampliado por Aldrovandi a lo largo de su vida), ahora conservado en el herbario del Jardín Botánico de Bolonia (Peralta et al., 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).

Siempre se ha situado taxonómicamente al tomate en la familia de las solanáceas, aunque su ubicación genérica no ha sido así, se ha creado controversia. En 1700, Tournefort establece siete géneros reconociendo *Lycopersicon* como distinto de

*Solanum*. Linnaeus (1754) en contra de la práctica común de su época incluyó *Lycopersicon* dentro del género *Solanum*. Simultáneamente Miller clasificó al tomate en el género *Lycopersicon* denominándolo *Lycopersicon esculentum* Mill. (1754) diferenciándolo así del género *Solanum*. Tanto Jussieu (1789) en su *Genera Plantarum* como Wettstein (1895), en su sinopsis sobre las solanáceas mantuvieron el criterio de Linnaeus (1754) (D'Arcy, 1979; en Nuez, 1995).

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).

- Encuadramiento taxonómico según Hunziker (1979):
  - Clase: *Dicotyledoneas*.
  - Orden: *Solanales (Personatae)*.
  - Familia: *Solanaceae*.
  - Subfamilia: *Solanoideae*.
  - Tribu: *Solaneae*.
  - Género: *Solanum*.
  - Especie: *lycopersicum*.

### 1.3 Características botánicas.

- **Parte aérea**

La forma de crecimiento del tomate es simpodial, es decir, las yemas axilares desarrollan ejes sucesivos, mientras que las yemas terminales producen flores o abortan. El tallo principal forma de 6 a 12 hojas, que crecen lateralmente con una filotaxia de 2/5 antes de que la yema principal se convierta en una inflorescencia. La planta sigue creciendo de la yema principal que aparece en la última hoja, que desarrolla

un tallo secundario que va a crecer como prolongación del tallo primario y que desplaza lateralmente a la inflorescencia.

- **Tallo**

Los tallos son gruesos, pubescente, angulosos, de color verde, con nodos compuestos de dos ó, más comúnmente, tres hojas y una inflorescencia. Al principio muestra una consistencia herbácea y leñosa en estado adulto. En la parte superior del tallo principal se encuentra una zona de elevada actividad celular (meristemo apical), donde se iniciarán los primordios de hojas y flores.

- **Hojas**

Las hojas del tomate son del tipo pinnado compuestas, una hoja de tomate uno 50 cm de longitud y tiene un gran foliolo terminal y hasta 8 grandes foliolos laterales, que a su vez, puede ser compuestos. Los foliolos son usualmente peciolados y lobulados irregularmente, con bordes dentados (Chamorro, 2001). La epidermis del envés contiene abundantes estomas, que facilitan el intercambio gaseoso con el exterior de la hoja, mientras que en la epidermis superior los estomas son escasos.



**Figura 2:** Detalle de hoja de tomate

- **Parte subterránea (RAIZ DEL TOMATE)**

La parte subterránea de la planta de tomate, tiene la función principal de anclaje al suelo o sustrato y la absorción-transporte de agua y nutrientes a la parte superior de la planta. Se trata del sistema radicular de la planta y está constituido por una raíz principal, raíces secundarias y adventicias. Dicho sistema es pivotante, muy denso y ramificado en los treinta primeros cm.

En el interior de la raíz, se diferencia tres zonas:

- Epidermis
- Córtex
- Cilindro central o vascular (*Chamorro, 2001*).

La zona de epidermis está especializada en la absorción de agua y nutrientes, presentando generalmente pelos absorbentes.

La temperatura óptima de crecimiento para el sistema radicular está entre 20 ° C y 30 ° C, por otro lado la luz inhibe la formación de raíz y otros parámetros como estructura del suelo, niveles de nutrientes, conductividad eléctrica, pH, son variables que afectan a la fisiología de la raíz.

- **Floración en tomate**

Las **flores** son hermafroditas, actinomorfas y péndulas, de 1 a 2 cm de largo y color amarillo brillante. El cáliz suele estar formado por 5 a 10 segmentos, que pueden ser desde lineales hasta lanceolados y persistentes. El tamaño del cáliz va aumentando a medida que se va desarrollando el fruto. La corola es amarilla, rotada, con el tubo corto, se halla dividida en 5 ó más lóbulos, con gran cantidad de pelos glandulares. Existen 5 ó más estambres que se encuentran adheridos al tubo de la corola, provistos de filamentos cortos y anteras conniventes, dehiscentes por hendiduras longitudinales. La unión de 5 ó 6 carpelos conforman un pistilo único. El ovario es bilocular (pueden existir hasta 10 lóculos en algunas variedades cultivadas). Las flores se disponen en

cimas axilares paucifloras, cada una de las cuales lleva normalmente de 5 a 6 flores y a veces pueden llegar has 30 (Atherton y Rudich, 1986). Normalmente, el eje principal se ramifica por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta. La flor está unida al ramo por un pedicelo que contiene una zona de abscisión y con posterioridad, una vez maduro el fruto, la recolección del mismo se puede realizar por la zona de abscisión o por la inserción del fruto al pedicelo. El desarrollo de las flores (diferenciación floral), constituye la etapa previa a la fructificación. Esta diferenciación se ve influenciada por las condiciones ambientales de iluminación, temperatura, nutrición de la planta y la posible competencia por los nutrientes con otros órganos de la planta. Dentro de una misma inflorescencia, se pueden observar los diferentes estadios de desarrollo del ramo floral, yemas florales cerradas, flores abiertas, frutos pequeños y medianos.



**Figura 3:** Flor de la planta del tomate.[tomateyfamiliasolanaceae.blogspot.com.es](http://tomateyfamiliasolanaceae.blogspot.com.es)

La **polinización** o cuaje del tomate y de otros cultivos, tanto protegidos como al aire libre, a menudo requiere de alguna ayuda. Dado que si no existe una óptima polinización o fecundación, se puede producir un grave descenso en la producción de tomate. El grano de polen necesita caer desde el estambre hasta el estigma, una vez en el estigma el polen germina y se desarrolla el tubo polínico hasta llegar al ovario, donde se va a producir la fecundación.

- **Fruto y su composición**

El fruto del tomate es una baya bi o plurilocular que se desarrolla a partir de un ovario de unos 5-10 mg y alcanza un peso final en la madurez que oscila normalmente entre los 5 y los 500 gramos. El peso y el tamaño final están relacionados directamente con el número de semillas y lóculos, siendo muy variable en función de la variedad y las condiciones de desarrollo. Puede tener forma achatada, redondeada o en forma de pera y la superficie puede ser lisa o acostillada. En cuanto al color en estado maduro, los hay de color amarillo, rosado o rojo debido a la presencia de licopina y carotina en distintas y variables proporciones. Además está unido a la planta por un pedicelo con un engrosamiento articulado que contiene la capa de abscisión. El fruto adulto del tomate está constituido, básicamente, por el pericarpio el tejido placentario y las semillas. Un ovulo fecundado necesita para desarrollarse en un fruto maduro de 7 a 9 semanas, en función del cultivar, la posición en el racimo y las condiciones ambientales (Hoyos *et al.*, 2005; Rodríguez *et al.*, 1997).



**Figura 4:** Detalle del fruto

- **Semilla**

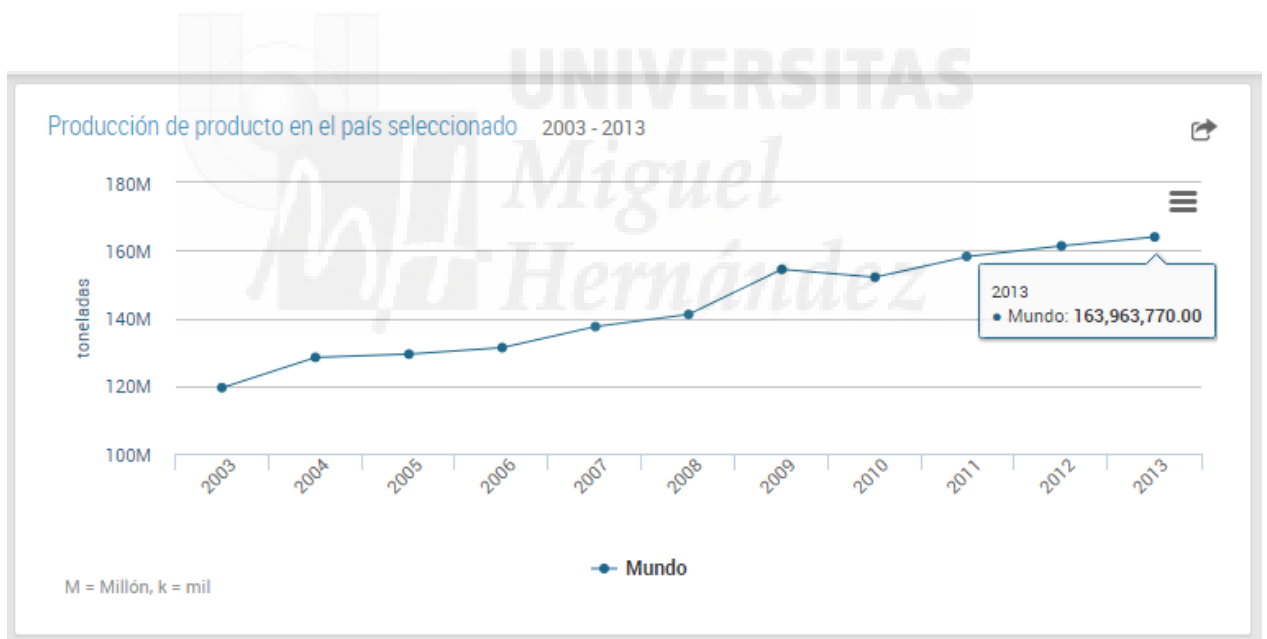
La semilla del tomate tiene forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm. La superficie está cubierta de vellosidades, pequeñas escamas y restos del tegumento externo que la revestía. En un gramo hay de 300 a 350 semillas. La semilla conserva su poder germinativo durante 4 o más años si se le mantiene en condiciones adecuadas, siendo las temperaturas

máximas y mínimas para su germinación de 35 °C y 10 °C (Rodríguez *et al.*, 1997).

## 1.4 Importancia del tomate.

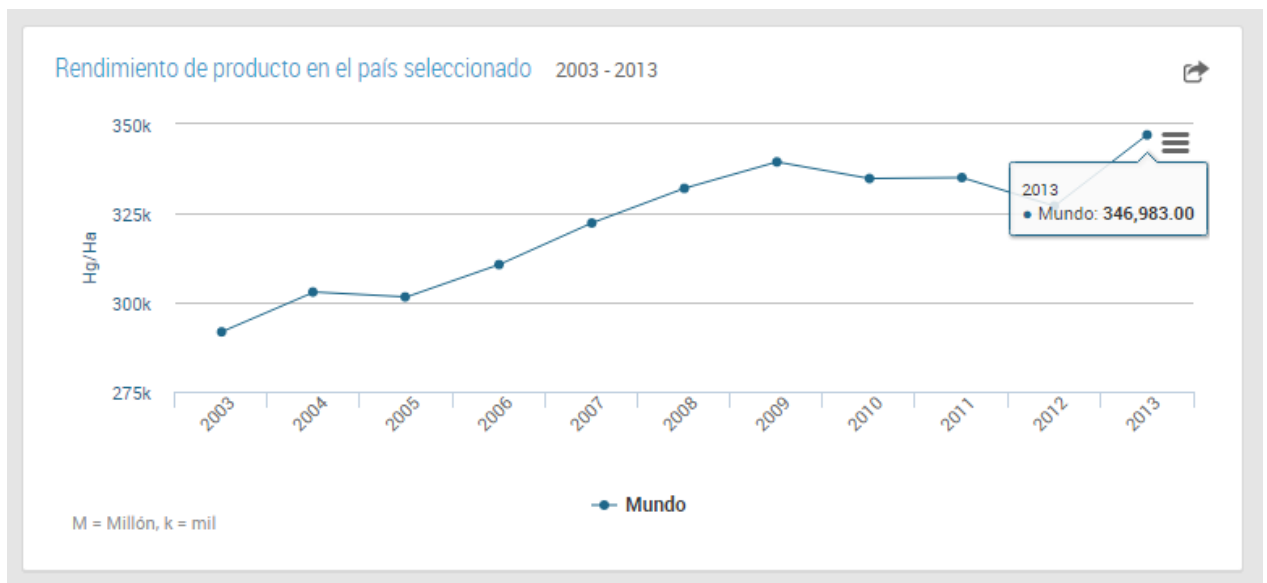
### 1.4.1 A nivel mundial

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Como podemos observar en las siguientes gráficas su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. El tomate en fresco se consume principalmente en ensaladas, cocido o frito. En mucha menor escala se utiliza como encurtido.



**Figura 5:** Producción mundial de tomate fresco en el periodo 2003-2013. (Fuente: F.A.O. FAOSTAT, 2013, consultado en 2015).





**Figura 6:** Rendimiento en producción mundial de tomate fresco en el periodo 2003-2013. (Fuente: F.A.O. FAOSTAT, 2013, consultado en 2015).

A nivel mundial en 2013 se producían más de 160 millones de toneladas, de las cuales 50 millones las producía China, que es el mayor productor de tomate con diferencia seguido de la India y E.E.U.U.

**Tabla 1:** Superficie y producción de tomate de los 10 principales países del mundo en el año 2013 (F.A.O. 2015).

Posición	Región	Producción (t)	Área cosechada (ha)
1	China	50.664.255	984603
2	India	18.227.000	880000
3	EEUU	12.574.550	149977
4	Turquía	11.820.000	311000
5	Egipto	8.533.803	212946
6	Iran	6.174.182	163595
7	Italia	4.932.463	95304
8	Brasil	4.187.646	62687
9	España	3.683.600	45300
10	México	3.282.583	87165
	TOTAL MUNDIAL	163.963.770	4.725.416



## 1.4.2 A nivel nacional

Como podemos observar en la gráfica siguiente el cultivo del tomate ha tenido una ligera disminución desde el año 2009. Al contrario de lo que veíamos anteriormente a nivel mundial donde el cultivo de tomate había tenido un crecimiento continuo.

<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>



## 1.5 VARIEDADES DEL TOMATE.

### 1.5.1 TOMATE TRADICIONAL

Las variedades tradicionales son el resultado de selección y mejora realizada a lo largo del tiempo por los agricultores para la obtención de semilla para la próxima campaña (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).

Las principales características de estas variedades tradicionales son:

- □ La ubicación geográfica determinada que hace referencia a la pertenencia a una zona geográfica delimitada (Almekinders *et al.*, 1994).
- □ Heterogeneidad. Una de las características más importantes de las variedades tradicionales, es su considerable variación de fenotipo, si se comparan con las variedades comerciales (Amurrio *et al.*, 1993).
- □ Selección local de los agricultores. Estas variedades no son algo estático, sino que presentan una diversidad y un dinamismo que bajo la presión del hombre y la naturaleza, han evolucionado en el tiempo (Hawtin *et al.*, 1996).

Gran parte del interés de estas variedades se encuentra en que proporcionan material barato y asequible para la mejora vegetal además de ser “donantes” de genes, que pueden conferir caracteres de resistencia a plagas, enfermedades y a estreses abióticos, producir aumentos de producción, o estar relacionados con cualidades organolépticas y morfológicas (Hobbelink, 1992; Hawtin *et al.*, 1996; Nuez y Ruiz, 1999).

En el sureste de España existen diversas variedades tradicionales de tomate, como el “Muchamiel” de Alicante, el “De la pera” y “Cherry” de la Vega Baja del Segura, el “Tres cascos” de Elche, el “Valenciano”, los “tomates morunos”, o el “Flor de Baladre” de Murcia.(Figura 8).

A partir de la segunda mitad de siglo XX, con la llamada Revolución Verde, las variedades tradicionales se fueron sustituyendo paulatinamente debido a la llegada al mercado de las semillas híbridas, conseguidas mediante la selección genética para la obtención de variedades de alto rendimiento, más asociadas estas a la explotación intensiva (Ceccon, 2008).

La búsqueda de uniformidad en los mercados agrarios, la desaparición de las pequeñas unidades de autoconsumo, la exclusiva comercialización de las casas de semillas y el número reducido de especies que le reportan beneficios, también ha ayudado al desplazamiento de las variedades tradicionales (Nuez y Ruiz, 1999).

Todos estos factores hacen que las variedades tradicionales estén en serio peligro de desaparecer al no ajustarse a los requisitos de los actuales mercados.



**Figura 8:** Frutos de las variedades tradicionales de tomate Muchamiel (A), Morunos (B), Valenciano (C) y Monserrat (D).

### 1.5.2 TOMATE TRADICIONAL DE PERA

El tipo varietal “De la pera” está formado por un conjunto de variedades que se distingue por la forma aperada de sus frutos.(Figura 9). Esta variedad cultivada principalmente en la Vega Baja del Segura, sur de la provincia de alicante y comarcas vecinas, estaba destinada principalmente a la conserva, aunque los primeros frutos también solían ser consumidos en fresco.

La desaparición de este tipo varietal comenzó a mediados del siglo XX, consecuencia de su sustitución por híbridos comerciales especialmente destinados a la industria conservera y con producciones más elevadas y homogéneas, mejor apariencia externa y dotada de resistencia a plagas y enfermedades y por otros cultivos como el cáñamo, la alcachofa o el algodón.

El progresivo abandono y sustitución de este tipo varietal y otras variedades tradicionales de la zona por variedades modernas, en su mayoría híbridos F1, se vio

favorecido por su gran dificultad para ser cultivadas, al ser sensibles a cada una de las virosis que afectan al tomate (Nuez *et al.*, 1998).



**Figura 9:** Frutos de dos variedades tradicionales de tomate De la pera.

## 1.6 MEJORA GENETICA EN EL TOMATE

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).

Según Hoyos *et al.*, (2005), los caracteres importantes para la mejora del tomate en fresco se pueden clasificar en:

- Aumento de la producción.
- Resistencia a estreses bióticos: plagas y enfermedades.
- Tolerancia a estreses abióticos: condiciones ambientales adversas.
- Arquitectura de la planta adecuada al tipo de cultivo, recolección, etc.
- Calidad del fruto: externa (forma, tamaño, color, ausencia de fisiopatías) e interna (dureza, sabor, aroma, compuestos saludables).

La mejora genética de variedades es esencialmente una selección de plantas escogidas dentro de una población en la cual existe variabilidad, es decir, la mejora sólo es posible debido a la existencia de variabilidad. La existencia de variabilidad, la capacidad de detectar dicha variabilidad por el observador, y la capacidad de

manipulación de esta para producir un nuevo cultivar, son, en cualquier programa de mejora genética vegetal, las tres premisas más importantes para su planteamiento y ejecución. Por ello es tan importante la conservación de recursos fitogenéticos, que son una fuente extraordinaria de genes potencialmente útiles en mejora.

El tomate cuenta con una gran variabilidad en lo que se refiere a tamaños, formas y colores de los frutos. Los hay redondos, alargados y acostillados; los hay rojos, rosas amarillos, con hombros. Pero, a pesar de ello, la variabilidad genética general es muy baja en tomate, lo que se puede explicar por la historia del proceso de domesticación de esta especie (elevada presión de selección al ser traído desde América a Europa) (Hoyos *et al.*, 2005).

La baja variabilidad genética del tomate es un serio problema para su mejora genética que se puede solucionar con el uso de especies silvestres incluyendo los ancestros de los cultivos y aquellas más alejadas filogenéticamente. Estas proveen a los mejoradores de plantas de una amplia reserva de genes potencialmente útiles. El valor agronómico prácticamente nulo de estas especies ha propiciado el aprovechamiento de genes mayores capaces de manifestar su efecto de forma clara y completa, eliminando el fondo genético no deseable por métodos de retrocruzamiento.

Históricamente los genes más utilizados han sido los de resistencia a enfermedades, sobre todo los dominantes. Según Hajjar y Hodgkin (2007) hasta el 80% de las especies silvestres utilizadas en mejora, son utilizadas por sus resistencias a plagas y enfermedades.

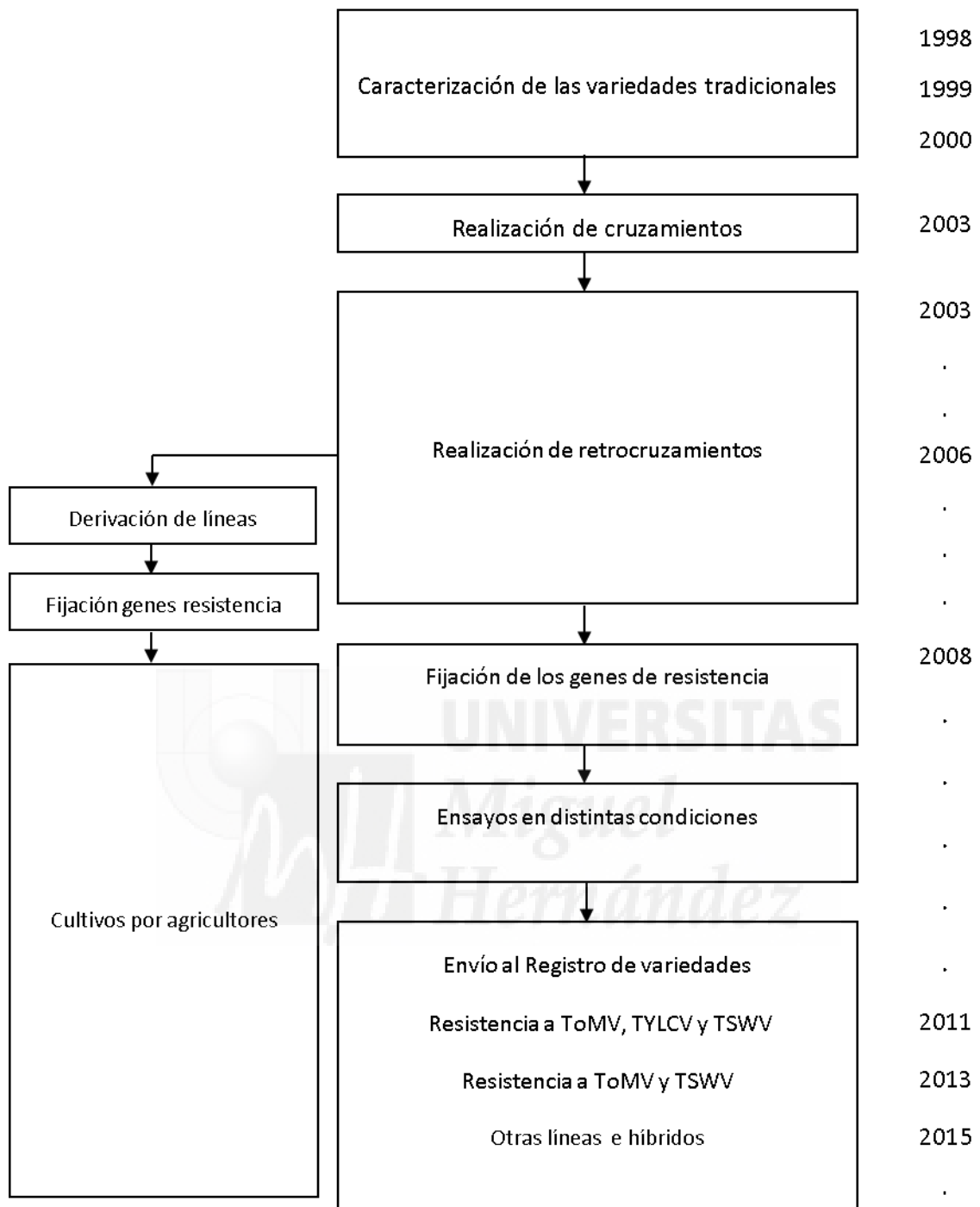
La baja variabilidad genética del tomate es un serio problema para su mejora genética que se puede solucionar con el uso de especies silvestres incluyendo los ancestros de los cultivos y aquellas más alejadas filogenéticamente. Estas proveen a los mejoradores de plantas de una amplia reserva de genes potencialmente útiles. El valor agronómico prácticamente nulo de estas especies ha propiciado el aprovechamiento de genes mayores capaces de manifestar su efecto de forma clara y completa, eliminando el fondo genético no deseable por métodos de retrocruzamiento.

## 1.7 PROGRAMA DE MEJORA DE LA EPSO-UMH

En 1998, para evitar pérdida del cultivo de variedades tradicionales en el sudeste español, comenzó en la EPSO-UMH un programa de mejora para la introducción de genes de resistencia a las tres virosis (ToMV, TYLCV, TSWV) más importantes. El método elegido para la mejora fue una introgresión asistida por marcadores. Las etapas que comprende el programa son las siguientes (Figura 10):

- 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, la selección fenotípica y genotípica, no son excluyentes, habiéndose confirmado que el resultado óptimo se obtiene empleando una combinación de las dos técnicas (Capel *et al.*, 2000; Martín, 2002; Garcia-Garcia, 2004).

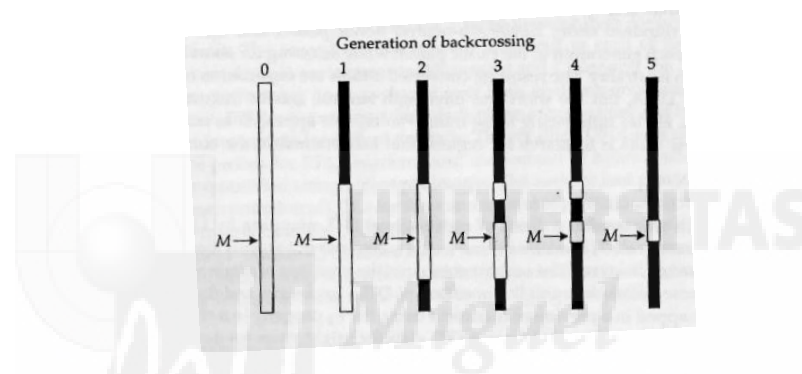


**Figura 10:** Esquema del programa de mejora.



## 1.8 EFECTOS ADVERSOS A LA INTRODUCCIÓN DE GENES DE RESISTENCIA

Para introducir una característica deseada en una variedad, se debe realizar un cruzamiento con una planta que posea esa característica. La introducción de esa característica, se consigue introduciendo el gen o los genes que la determinan. Tras el cruzamiento la progenie tiene el gen deseado y la mitad de genotipo de cada uno de los parentales. Para recuperar el genotipo de la variedad original se debe cruzar la descendencia con la variedad original repetidas veces, proceso al que se denomina retrocruzamiento (Figura 6). Tras 7-8 retrocruces se alcanza el 99% de genoma original, con lo que suele darse por terminado el proceso de recuperación.



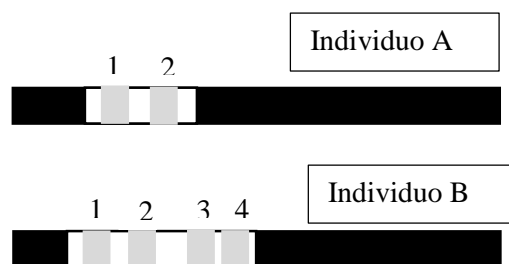
**Figura 11:** Representación del proceso de recuperación del genoma de una variedad (representado por el color negro) tras el cruzamiento con otro parental (representado en blanco), que contiene el gen de interés, representado por M. Se observa que en cada retrocruce se recupera parte del genoma de la variedad (Lynch y Walsh, 1998).

### 1.8.1 CARGA O BASURA DE LIGAMENTO

En un programa de retrocruzamiento es muy difícil conseguir recuperar todo el genoma de la variedad, por lo que suele quedar genoma del parental que tiene la característica de interés además del gen de interés. A este fragmento de cromosoma introducido que no es el gen de interés se le denomina carga o basura de ligamiento.

En ese resto del fragmento puede haber genes que no afecten al comportamiento agronómico de la planta, pero también puede haber genes que tengan un efecto negativo sobre alguna o algunas características de interés. El número de genes que no son el de interés y que pueden tener efectos desfavorables depende del tamaño del fragmento.





**Figura 12:** Representación de los fragmentos introgresados (en color gris) en dos individuos (cuyo genoma aparece en negro). Los números corresponden a distintos genes, y en ambos casos el gen de interés es el número 1. Los restantes genes no son de interés, y en alguna ocasión pueden tener un efecto desfavorable

## 1.9 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN A LA QUE PERTENECE ESTE TRABAJO.

Este trabajo fin de carrera forma parte del proyecto “Mejora de la calidad entomate: análisis genético y de metabolitos del efecto de la introducción de resistencias y genética de asociación en variedades españolas e italianas” concedido por el Ministerio de Ciencia e Innovación (CICYT, AGL2011-26957), cuyo investigador principal es el Dr. Juan José Ruiz Martínez, desarrollado por el Grupo de Mejora Genética de la EPSO.

Una parte de este proyecto es el desarrollo de líneas de mejora con resistencia a virosis. Estas líneas pueden resultar muy interesantes para su cultivo. Se ha iniciado la tramitación de la inscripción en los Registros de Variedades Protegidas y Comerciales de varias líneas. Se están estudiando otras líneas, que en función de sus características, podrán ser enviadas a dichos registros los próximos años.

## 2 OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo ha sido estudiar siete líneas de mejora de tomate De la pera con resistencia genética a ToMV y TSWV, derivadas del Programa de mejora de la EPSO-UMH, tres líneas de mejora ya registradas, tres variedades tradicionales, y 2 híbridos comerciales de referencia, todos ellos cultivados en un invernadero de malla situado en la EPSO durante el ciclo de primavera-verano de 2014.

Para el estudio de estas líneas se han utilizado diferentes caracteres agronómicos, (número de frutos recolectados por planta, peso medio de los frutos, y producción total) y de calidad (contenido de sólidos solubles y acidez).

Teniendo en cuenta estos parámetros se escogerán las mejores líneas de mejora para iniciar los trámites de inscripción en los Registros de Variedades Comerciales y Protegidas.



### 3 MATERIAL Y MÉTODOS.

#### 3.1 MATERIAL VEGETAL EMPLEADO.

En este ensayo se han estudiado once líneas procedentes del programa de mejora de la EPSO (tres registradas o en proceso y 8 en la etapa anterior a ser enviadas a registro), tres variedades tradicionales De la pera y los híbridos comerciales Boludo y Anastasia como referencia. El genotipo para los distintos genes de resistencia aparece en la siguiente tabla.

**Tabla 2:** Genotipo de las variedades tradicionales y líneas estudiadas, para los 3 genes de resistencia introducidos (*Tobacco mosaic virus* (TMV), *Tm-2<sup>a</sup>*; *Tomato spotted wilt virus* (TSWV), *Sw-5*; *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV), *Ty-1*):

Variedad-Línea	Gen de resistencia		
	<i>Tm-2<sup>a</sup></i>	<i>Ty-1</i>	<i>Sw-5</i>
Líneas de mejora			
AU 1350-2	RR	ss	RR
AU 1350-4	RR	ss	RR
AU 1350-7	RR	ss	RR
AU 1350-11	RR	ss	RR
AU 1351-269	RR	ss	RR
AU 1354-43	RR	ss	RR
AU 1354-49	RR	ss	RR
UMH 1203	RR	RR	RR
UMH 1415	RR	ss	RR
UMH 1422	RR	ss	ss
Variedades tradicionales			
7 Tradicional	ss	ss	ss
19 Tradicional	ss	ss	ss
21 Tradicional	ss	ss	ss
Híbridos comerciales			
Anastasia	Rs	Rs	Rs
Boludo	Rs	Rs	Rs

#### 3.2 CONDICIONES DEL CULTIVO.

El ensayo se realizó en un invernadero de malla situado en la Escuela Politécnica Superior de Orihuela, en el término municipal de Orihuela (Alicante).

### 3.2.1 INSTALACIONES.

El invernadero empleado es de tipo capilla, con cubierta a dos aguas, simétrica y de policarbonato (Figura 13). Sus dimensiones son las siguientes: 26 m. de ancho, 36 m. de profundidad, 4 m. de altura hasta el canal, y 5 m. hasta la cumbre.



**Figura 13:** Invernadero utilizado en el ensayo.

## 3.3 PRÁCTICAS DE CULTIVO.

### 3.3.1 SEMILLERO.

La realización del semillero corrió a cargo de Semilleros José y Belem, empresa situada en Albufera (Alicante). Se utilizaron bandejas de poliestireno expandido de 150 alvéolos. El sustrato empleado en los diferentes semilleros fue turba rubia (80%) y turba negra (20%) enriquecida con fertilizantes.

### 3.3.2 TRASPLANTE.

El trasplante se realizó cuando las plántulas tenían 40-45 días, con la ayuda de un plantador “tipo pato”.

### 3.3.3 MARCO DE PLANTACIÓN.

Las plantas se disponían en 2 filas pareadas, separadas 50 cm. Dichas filas tenían 2 metros de separación entre ejes, y la separación entre plantas era de 0,4 metros, con lo que se obtenía una densidad de 2,5 pl/m<sup>2</sup> (figura 14 y 15).



**Figura 14 y 15:** Marco de plantación.

### 3.3.4 ENTUTORADO Y PODA.

Para su entutorado se emplearon hilos de rafia, sujetos al emparrillado de alambre de la parte superior de la estructura. Para sujetar el tallo al hilo de rafia se emplean anillas de plástico (Figura 15).

El sistema de poda elegido fue el de una guía o tallo. Los brotes laterales (o axilares) se eliminaban cada 10-12 días.

Para no transmitir el virus del mosaico del tomate entre las plantas de las variedades tradicionales, que son sensibles, los cuchillos se limpiaban con lejía frecuentemente.



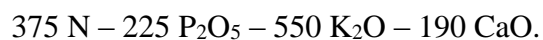


**Figura 16:** Entutorado de las plantas utilizado en el ensayo.

### 3.3.5 FERTIRRIGACIÓN.

Se dispone de un sistema de riego localizado por goteo, con emisores autocompensantes de 1,6 l/h. El riego variaba según la fase de desarrollo de cultivo.

El abonado en cada fase del cultivo fue distinto, distinguiéndose tres fases: la fase 1 comprende el período entre la plantación y la aparición del tercer racimo floral, la fase 2 desde este momento hasta el viraje de color de los primeros frutos, y la fase 3 desde el cambio de color, hasta el final del cultivo (Tabla 3). La fórmula de abonado durante el cultivo fue la siguiente:



La distribución de estas unidades fertilizantes aparece en la Tabla 3.

**Tabla 3:** Equilibrios utilizados en cada fase de cultivo.

Fase	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
1	1	2	1	1
2	1	1	1	1
3	1	0,3	2	1

Para cubrir las necesidades de micronutrientes se aportaron distintos productos, que aparecen en la tabla 4.

**Tabla 4:** Productos nutricionales empleados en cada fase de cultivo.

NOMBRE COMERCIAL	ELEMENTOS NUTRICIONALES
SIAPTON	Amoniácidos 7,9 %
AGROSTIM	AATC (ácido N-acetil-4-triazolidin carboxílico) 5% + Ácido fólico 0,1% p/v
PITCA	Calcio 6%
ISABION Riego	N 5,7% +P 5,4% + K 7% + Aminoácidos 6%
BROTOMAX	N,P,K (5-0-0) Urea, Cobre (1,75%), Manganeso (0,75%), Zinc (0,5%)

### 3.3.6 TRATAMIENTOS FITOSANITARIOS.

Se realizaban tratamientos cada 10-15 días. Las plagas y enfermedades con mayor incidencia durante el ensayo fueron trips (*Frankliniella occidentalis*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y tuta (*Tuta absoluta*) y vasates (*Aculops lycopersici*).

Para el control de la Tuta se llevaron a cabo tratamientos semanales utilizando siempre *Bacillus thuringiensis* más otro producto (Tabla 8).

**Tabla 5:** Productos utilizados durante la fase del cultivo.

NOMBRE COMERCIAL	MATERIA ACTIVA
ALVERDE	Metaflumizona 24% p/v
Antimildiu triple	Cimoxalino 4% + Folpet 25% + Fosetil AI 50%
ATOMINAL	Piriproxifen 10%
Bacillus B-Tec 32	<i>Bacillus thuringiensis</i>
BRAVO 50 SC	Clortalonil 50% p/v
CADDY 10 pépite	Ciproconazol 10%
CAL EX Avance	Abamectina
CAPTAN	Captan
CIROX	Ciromazina
DICARZOL	Formetanato 50%
DOAM Mojante	Alcohol Isotridecilico etoxilado 20%
FENOS	Flubendiamida 24% p/v
Feromona Tuta	Feromona
PIRIMICARB	Carbamato
KUMULUS DF	Azufre 80%
OBERON	Spiromesifen 24% p/v
RUFAST Avance	Acrinatrín 7,5% p/v
STEWART	Indoxacarb 30%

### 3.3.7 RECOLECCIÓN.

Se realizaba la recolección de los frutos semanalmente, cuando los frutos tenían al menos la mitad de la superficie de color rojo, estado en el que se pueden consumir sin ningún problema.

## 3.4 PLANIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS.

### 3.4.1 CRONOLOGIA DE LAS TAREAS.

En la tabla 9 aparecen las fechas en las que se realizaron las tareas más importantes del cultivo, así como las 4 recolecciones que se llevaron a cabo.

**Tabla 6:** Fechas en las que se realizaron las distintas labores del ensayo.

<b>Tarea</b>	<b>Fecha</b>
Siembra	14/02/2014
Trasplante	01/04/2014
1ª recolección	1/07/2014
2ª recolección	7/07/2014
3ª recolección	14/07/2014
4ª recolección	30/07/2014
Medida sólidos solubles y acidez	Octubre-Noviembre2014

### 3.4.2 DISEÑO EXPERIMENTAL.

Se dispusieron 3 repeticiones de 5-6 plantas para las líneas de mejora y 2 repeticiones para variedades tradicionales y para los híbridos comerciales, como aparece en la Figura 16. Al principio y al final de cada línea se dispusieron dos plantas de híbrido como borde.



	Tradicional 7 A			
	AU 1350-11A	Tradicional 19A	AU 1350-7 A	
	Tradicional 21 A	AU 1351-269 A		
	AU 1354-43 A	AU 1354-49A	UMH 1415 B	UMH 1415 A
		UMH 1422 B	UMH 1422 A	UMH 1415 C
		AU 1351-269 B		AU 1354-43 B
		AU 1350-7 B		
		AU 1350-11B	AU 1354-49 B	
	AU 1354-49 C	AU 1354-43 C		
		AU 1350-4 C	Tradicional 21 B	AU 1351-269 C
	AU 1350-7 C	AU 1350-11 C		Tradicional 19 B
	AU 1350-2 C	Tradicional 7 B	UMH 1203 A	
				UMH 1203 B
	Anastasia B	Boludo B		
			Anastasia A	Boludo A

<b>Variedades tradicionales</b>
<b>Híbridos</b>
<b>Líneas de mejora ya registradas</b>
<b>Líneas de mejora</b>
<b>Variedades no incluidas en este estudio</b>

Figura 17: Esquema de la disposición de cada una de las plantas en el invernadero.

### 3.5 CARACTERES ANALIZADOS EN EL ENSAYO.

#### 3.5.1 CARACTERES AGRONÓMICOS.

##### 3.5.1.1 Producción total.

Se calculó sumando todos los frutos recolectados de cada planta, expresándose en g/planta.

### 3.5.1.2 Peso medio del fruto.

Se calculó como la media de todos los frutos. Las medidas fueron tomadas en gramos, sin decimales.

### 3.5.1.3 Número de frutos por planta.

Se contabilizaron uno a uno los frutos de cada planta después de cada recolección, anotando el número de frutos y su fecha de recogida.

## 3.5.2 CARACTERES DE CALIDAD.

### 3.5.2.1 Sólidos solubles.

Los valores de sólidos solubles y acidez vienen determinados por el estado de maduración de los frutos, por lo que es muy importante que los frutos analizados tengan un estado de maduración lo más homogéneo posible. Por lo que, tras la recolección se seleccionaban frutos completamente maduros (Figura 17), lo más homogéneos posibles en cuanto a maduración de cada línea para medir los sólidos solubles y la acidez en el laboratorio. Para cada una de las repeticiones de cada línea, se seleccionaban entre 3 y 4 frutos, que se cortaban en trozos, para triturarlos con una batidora doméstica.

El triturado se guardaba en tubos de 50 ml, etiquetados con el nombre de la línea y la repetición, que se guardaron en un congelador a  $-18^{\circ}\text{C}$  para su posterior análisis, en octubre de 2014.



**Figura 18:** Frutos seleccionados para medir la acidez y el contenido de sólidos solubles de la variedad 21 Tradicional (a la izquierda) y la línea de mejora UMH1353-33 (derecha).

Para medir el contenido de sólidos solubles y acidez, tras descongelar las muestras, se centrifugaron a 3.500 rpm durante 1 minuto, tras comprobar que tenían el mismo

peso. Se eliminaba la mayor parte de la pulpa, y tras comprobar que tenían el mismo peso, se volvía a centrifugar a 3.500 rpm durante 6 minutos. El sobrenadante de cada tubo, sin pulpa, se utilizaba para realizar la medida, por duplicado.

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 con un refractómetro digital Atago (Figura 19), expresándose el resultado en grados Brix ( $^{\circ}$ Brix), por duplicado.



**Figura 19:** Refractómetro.

#### 3.5.2.2 Acidez.

Este parámetro se analizó a partir del sobrenadante, sin pulpa, obtenido tras la centrifugación, que se ha utilizado también para medir el contenido de sólidos solubles.

La acidez se valoró, por duplicado, con NaOH en concentración de 0,1 N hasta pH 8,01 con un pHmetro pHmatic 23 CRISON (Figura 20), expresándose en gramos de ácido por cada 100 gramos de tejido fresco.



**Figura 20:** pHmetro pHmatic 23 CRISON utilizado para medir la acidez.

### 3.5.3 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO.

Se realizó un análisis de la varianza unifactorial, con las distintas líneas de mejora, variedades tradicionales e híbridos. Si se encuentran diferencias significativas se aplica un contraste post-hoc de Newman-Keuls para establecer la diferencia significativa entre los valores medios de cada tratamiento. Ambos análisis se realizaron con el programa STATGRAPHICS PLUS versión 3.1 para Windows.

Miguel  
Hernández

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1 CARACTERES AGROMICOS.

#### 4.1.1 Número de frutos recolectados por planta

En el análisis de la varianza realizado para el número de frutos recolectados por planta se observa que existen diferencias significativas entre las líneas (Tabla 10). En la misma tabla aparece el test de rango múltiple de Newman-Keuls.

**Tabla 10:** Nivel de significación del ANOVA y análisis de rango múltiple de Newman-Keuls para el número de frutos por planta de las distintas líneas y variedades.

P valor ANOVA: <0,0001			
Línea	Número de plantas	Número de frutos por planta	Grupos homogéneos
UMH 1203	10	35,1	A
19 Tradicional	10	38,0	A
21 Tradicional	11	40,5	A
7 Tradicional	16	51,1	B
Anastasia	12	57,9	BC
AU 1350-4	15	58,8	BC
AU 1350-2	17	59,2	BC
AU 1351-269	16	61,8	BC
AU 1354-43	15	62,2	BC
Boludo	13	62,8	BC
UMH 1422	11	64,4	C
UMH 1415	17	64,7	C
AU 1350-7	11	65,4	C
AU 1354-49	17	67,9	C
AU 1350-11	13	68,8	C

El test de rango múltiple de Newman-Keuls muestra que hay una diferencia significativa entre las variedades tradicionales y las líneas de mejora. El valor obtenido oscila entre los 35,1 frutos por planta en las líneas UMH 1203 y los 68,8 frutos por planta de la línea AU 1350-11. Se establecen cuatro grupos homogéneos con solape. El primero está formado por las variedades 19 Tradicional y 21 Tradicional, junto a la UMH 1203, con valores de entre 35 y 40 frutos por planta. La variedad 7 Tradicional

presenta un mayor número de frutos por planta que las otras variedades tradicionales. El resto de líneas y los 2 híbridos no difieren entre sí, oscilando entre los 57,9 frutos/planta de Anastasia y los 68,8 de la AU 1350-11.

Los resultados obtenidos en este trabajo son ligeramente inferiores a los de Saiz (2013) y ligeramente superiores a los de Del Espino (2012) que estudiaron líneas de mejora parecidas en las mismas instalaciones, en años anteriores.

#### 4.1.2 Peso medio del fruto.

En el análisis de la varianza realizado para el peso medio del fruto por planta, se observa que existen diferencias significativas entre las líneas (Tabla 11). En la misma tabla aparece el test de rango múltiple de Newman-Keuls.

**Tabla 11:** Nivel de significación del ANOVA y análisis de rango múltiple de Newman-Keuls para el peso medio del fruto de las distintas líneas y variedades.

P valor ANOVA: <0,0001			
Línea	Número de plantas	Peso medio (g/fruto)	Grupos homogéneos
7 Tradicional	16	48,4	A
AU 1350-4	15	54,8	AB
AU 1350-2	17	58,5	ABC
UMH 1422	11	63,9	BC
21 Tradicional	11	64,5	BC
AU 1350-11	13	66,6	BC
UMH 1415	17	66,8	BC
AU 1351-269	16	66,9	BC
19 Tradicional	10	67,8	BC
AU 1350-7	11	68,3	BC
UMH 1203	10	72,1	CD
AU 1354-43	15	72,3	CD
AU 1354-49	17	80,4	D
Anastasia	12	90,9	E
Boludo	13	104,2	F

El valor obtenido oscila entre los 48,4 g/fruto de la variedad 7 Tradicional y los 90,9g/fruto del híbrido Boludo. Se establecen 9 grupos homogéneos con solape. La variedad con menor peso medio es la 7 Tradicional, mientras que los híbridos Anastasia y Boludo son los que mayor peso medio alcanzan llegando a los 90,9 g/fruto y 104,2 g/fruto, respectivamente.

En este carácter sí que hay diferencias entre las líneas siendo la mayor diferencia la que se da entre la línea de mejora AU 1354 que tiene mayor peso medio que la línea AU 1350 y AU 1351. En el tomate De la pera, un peso medio de 70-80 g/fruto es muy interesante para su venta. Las variedades 21 Tradicional y 19 Tradicional no difieren entre sí y tienen un peso medio por fruto mayor que la 7 Tradicional.

Con respecto a los valores del trabajo de Saiz (2013), el peso medio obtenido en este trabajo ha sido ligeramente inferior en la mayoría de líneas y variedades, excepto en la línea UMH 1203 que ha aumentado ligeramente. Con respecto al trabajo de Del Espino (2012) los valores obtenidos este año son menores, excepto la UMH 1203 que ha obtenido un valor similar.

#### 4.1.3 Producción total

En el análisis de la varianza realizado para la producción total se observa que existen diferencias significativas entre las líneas (Tabla 12). En la misma tabla aparece el test de rango múltiple de Newman-Keuls.

**Tabla 12:** Nivel de significación del ANOVA y análisis de rango múltiple para la producción total por planta de las distintas líneas y variedades.

P valor ANOVA: <0,0001			
Línea	Número de plantas	Producción total (g/planta)	Grupos homogéneos
UMH 1203	10	2.496	A
19 Tradicional	10	2.524	A
7 Tradicional	16	2.538	A
21 Tradicional	11	2.550	A
AU 1350-4	15	3.434	AB
AU 1350-2	17	3.448	AB
UMH 1422	11	4.124	BC
AU 1351-269	16	4.124	BC
UMH 1415	17	4.315	BCD
AU 1354-43	15	4.491	CDE
AU 1350-7	11	4.517	CDE
AU 1350-11	13	4.590	CDE
Anastasia	12	5.210	DE
AU 1354-49	17	5.424	E
Boludo	13	6.421	F

El valor obtenido oscila entre los 2.496 g/planta de la línea UMH 1203 y los 6.421 g/planta del híbrido Boludo. Se establecen 8 grupos homogéneos con solape. Las tres variedades tradicionales, junto con la línea de mejora UMH 1203, forman el grupo homogéneo con la menor producción total con alrededor de 2,5 kg/planta. Para este carácter no se han encontrado diferencias entre las 3 variedades tradicionales. De las líneas de mejora la AU 1354-49 es la que mejor producción total tiene, a nivel similar del híbrido Anastasia y solo superada por el híbrido Boludo. Las líneas de mejora AU 1354-43, AU 1350-7 y AU 1350-11 no difieren estadísticamente de la AU 1354-49.

Los valores obtenidos en este trabajo son menores que los de Saiz (2013), que para los híbridos Boludo y Anastasia obtuvo 6.471 y 6.882 g/planta respectivamente. La excepción son las líneas UMH 1422 y UMH 1415, con producciones menores a las de este año, de 3.973 y 4.091 g/planta respectivamente.

Con respecto al trabajo de Del Espino (2012) las líneas UMH 1422 y UMH 1415 han tenido una mayor producción total este año, la línea UMH 1203 ha tenido una producción similar y el resto de líneas una producción menor.



## 4.2 CARACTERES DE CALIDAD.

### 4.2.1 Sólidos solubles.

Tras realizar el análisis de la varianza para el contenido de sólidos solubles, observamos diferencias significativas entre las líneas estudiadas (Tabla 13). En la misma tabla aparece el test de rango múltiple de Newman-Keuls.

**Tabla 13:** Nivel de significación del ANOVA y análisis de rango múltiple de Newman-Keuls para los sólidos solubles de las distintas líneas y variedades.

	P valor ANOVA: <0,0001		
Línea	Número de medidas	Sólidos solubles (°Brix)	Grupos homogéneos
AU 1350-7	12	5,28	A
AU 1350-11	18	5,35	A
AU 1351-269	30	5,37	AB
Boludo	12	5,39	AB
AU 1354-49	18	5,44	AB
AU 1354-43	16	5,52	ABC
UMH 1422	10	5,59	ABC
Anastasia	12	5,62	ABC
19 Tradicional	12	5,67	ABC
UMH 1415	16	5,80	ABCD
21 Tradicional	18	5,93	BCDE
AU 1350-2	18	5,94	BCDE
7 Tradicional	12	6,06	CDE
AU 1350-4	18	6,23	DE
UMH 1203	18	6,33	E

El valor obtenido oscila entre los 5,28 °Brix de la línea AU 1350-7 y los 6,33 °Brix de la línea UMH 1203. Se establecen 8 grupos homogéneos con solape.

Las variedades tradicionales no difieren entre sí, al igual que los híbridos. Donde si encontramos diferencias es entre las líneas de mejora donde la línea AU 1350-7 y AU 1350-11 tienen menor contenido en sólidos solubles que las líneas AU 1350-2 y AU 1350-4. Las líneas AU 1354 no difieren. Siendo el contenido en sólidos solubles similar en las líneas de mejora AU 1350-4 6,23 (°Brix) y UMH 1203 6,33 (°Brix)

Comparando los datos con el trabajo de Del espino (2012) y Saiz (2013), este año la cantidad de sólidos solubles obtenidos en general es mayor, alcanzando una máxima de 6,33 °Brix, mientras que en los trabajos anteriores las máximas fueron de 5,275 y 4,925 ° respectivamente. Y en lo que se refiere a la variabilidad este año hemos obtenido un mayor rango de variación. El aumento de los sólidos solubles podría tener una explicación en los métodos de cultivo, que aunque se han intentado hacer igual a los años anteriores se han dado algunas diferencias.

#### 4.2.2 Acidez.

En el análisis de la varianza de la acidez de los frutos se observan diferencias significativas entre las líneas estudiadas (Tabla 13). En la misma tabla aparece el test de rango múltiple de Newman-Keuls.

**Tabla 14:** Nivel de significación del ANOVA y análisis de rango múltiple de Newman-Keuls para la acidez de las distintas líneas y variedades.

P valor ANOVA: <0,0001			
Línea	Número de medidas	Acidez (g/100g)	Grupos homogéneos
UMH 1203	18	0,291	A
19 Tradicional	12	0,298	AB
UMH 1422	10	0,326	ABC
21 Tradicional	18	0,329	ABC
AU 1354-49	18	0,334	BCD
UMH 1415	16	0,347	CDE
AU 1351-269	30	0,349	CDE
AU 1350-11	18	0,349	CDE
AU 1350-7	12	0,351	CDE
Boludo	12	0,373	CDEF
Anastasia	12	0,374	CDEF
AU 1350-2	18	0,378	DEF
AU 1354-43	16	0,389	EF
AU 1350-4	18	0,408	F
7 Tradicional	12	0,408	F

Los valores de acidez obtenidos este año oscilan entre 0,291 (g/100g) de la línea UMH 1203 y 0,408 (g/100g) de la variedad 7 Tradicional. Se establecen 9 grupos

homogéneos con solape. En las variedades tradicionales podemos observar que la 19 Tradicional y 21 Tradicional son similares con una acidez de 0,298 (g/100g) y 0,329 (g/100g) respectivamente y la variedad 7 Tradicional difiere con una acidez de 0,408 (g/100g). En los híbridos observamos que no difieren entre sí. La línea de mejora UMH 1203 y UMH 1422 tienen valores similares. La línea de mejora UMH 1415 difiere de la UMH 1203 con valores de 0,347 (g/100g) y 0,291 (g/100g) respectivamente.

Comparando la acidez de este trabajo con la obtenida en trabajos anteriores podemos decir que este año se han obtenido valores menores y con un rango de variación menor 0,291-0,408, mientras que en el trabajo de del Espino (2012) se obtuvo un rango de 0,4325-0,705 y Saíz (2013) 0,3108-0,5241. Podemos observar que el híbrido Anastasia tiene un valor similar 0,374 (g/100g) al del trabajo de Saíz (2013) 0,383 (g/100g). Al igual que la línea de mejora UMH 1422 con un valor de 0,326 y en el trabajo de Saíz (2013) es de 0,3108 siendo el de este año ligeramente mayor.



## 5 CONCLUSIONES

En este trabajo hemos observado que las líneas de mejora sin resistencia a cuchara han obtenido una producción mayor que la línea de mejora UMH 1203, con resistencia TYLCV.

Las siete líneas de mejora sin registrar han obtenido valores aceptables para los parámetros estudiados, podemos destacar la producción que oscila entre 3,4 y 5,5 kg/planta, así como el contenido en sólidos solubles, que oscila entre 5,2-6,2 °Brix.

Utilizando el peso medio de los frutos, se seleccionan las líneas de mejora AU 1354-43 y AU 1354-49, que son las que tienen mayor valor en este parámetro, para iniciar los trámites de inscripción en los Registros de Variedades Comerciales y Protegidas.



## 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.
- 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.
- Capel, J.; Santalla, M.; Ferreira, J.J.; De Ron, A.M.; Lozano, R. 2000. Selección asistida por marcadores moleculares. En Nuez, F y Carrillo, J.M. Los marcadores moleculares en la Mejora Vegetal. Editorial de la UPV.
- 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. *Communications in Soil Sciences and Plant Analysis*. 36:649-660.
- Del Espino, C. 2012. Selección de líneas de mejora de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Para agricultura ecológica. Trabajo fin de master. Universidad Miguel Hernández.
- FAO/FAOSTAT. Bases de datos estadísticos de la Fao.2015. Disponible en la web: <http://faostat.fao.org/>
- Frankel, O.H. 1958. Plant breeding. *Journal of the Australian institute of agricultural Science* 24:112.
- 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, 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. Mundi-prensa, Madrid.
- Hajjar, R.; Hodgkin, T. 2007. The use of wild relatives in crop improvement: A survey of developments over the last 20 years. *Euphytica* 156:1-13.
- Hawtin, G.C.; Iwnaga, M.; Hodgkin, T. 1996. Genetic resources in breeding for adaptation. *Euphytica* 92: 255-266.
- Hobbelink, H. 1992. La biotecnología y el futuro de la agricultura mundial. Nordan-Comunidad/Redes. Montevideo (Uruguay).
- Hoyos, P.; Martín, M. 2005. El cultivo de tomate para fresco: situación actual y perspectivas desde el punto de vista técnico y comercial. San Fernando de Henares (Madrid).
- Hunziker, A.T. 1979. South American *Solanaceae*: a synoptic survey. *Linn. Soc. Symp. Series* (7):49-85.
- 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.
- Martin, A. 2002. Los marcadores genéticos en la mejora vegetal. En: Genómica y Mejora Vegetal. En Nuez, F., Carrillo, J.M. y Lozano, R de Ed. Mundi-Prensa.
- Nuez, F.; Ruiz, J.J. 1999. La Biodiversidad Agrícola Valenciana: Estrategias para su conservación y Utilización. UPV. Valencia.
- Nuez, F.; Rodríguez del rincón A.; Tello J.; Cuartero, J.; Segura, B. 1995. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. 793 pp.
- Peralta, I.E.; D.M. Spooner, and S. Knapp. 2008. The taxonomy of tomatoes: a revision of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*) and their outgroup relatives in sections *Juglandifolium* and *Lycopersicoides*. *Syst. Bot. Monogr.* 84:1-186
- Rodríguez, R.; Tabares J.M.; Medina, J.A. 1997. Cultivo moderno del tomate. 2ª edición
- Sáiz, B. 2013. Selección de líneas de mejora de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) para agricultura ecológica. Trabajo fin de master. Universidad Miguel Hernández.

Eufic. Consultado en Septiembre de 2015. [www.eufic.org](http://www.eufic.org)

Semillaria. . Consultado en Septiembre de 2015. [semillaria.es](http://semillaria.es)

Infoagro. Consultado en Septiembre de 2015 [www.infoagro.com/hortalizas/tomate](http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate).

