

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

**GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA
Y AGROAMBIENTAL.**



**"ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS
DE CALIDAD EN LÍNEAS DE
INTROGRESIÓN DE TOMATE"**

**TRABAJO FIN DE GRADO
DICIEMBRE-2016**

Autor: Higinio Alejandro García Herrera

Tutor: Santiago García Martínez

ESTUDIO DE CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD EN LÍNEAS DE INTROGRESIÓN DE TOMATE.

RESUMEN

En este trabajo se ha estudiado el contenido de sólidos solubles y la acidez de 14 líneas de introgresión de tomate más el cultivar Moneymaker, cultivadas en un invernadero de malla, También se estudiarán la correlación entre ellos y otros caracteres agronómicos.

Los valores de sólidos solubles fueron similares a los de 2013. La línea que mayor contenido de sólidos solubles ha obtenido en los dos años fue la línea 09-1. Este resultado sugiere que el fragmento de *Solanum pimpinellifolium* que contiene la línea 09-1 tiene genes que aumentan el contenido de sólidos solubles del fruto.

Los valores de acidez obtenidos fueron ligeramente superiores a los de 2013 en todas las líneas estudiadas.

En el estudio de las correlaciones destaca el valor tan elevado de la correlación entre sólidos solubles y acidez, así como que no están correlacionados con los caracteres productivos.

Palabras clave: Tomate, *Solanum pimpinellifolium*, Líneas de Introgresión, Moneymaker, calidad, Sólidos solubles, Acidez.

STUDY OF QUALITY CHARACTERS IN TOMATO INTROGRESSION LINES.

ABSTRACT

In this work the soluble solids content and the acidity of 14 introgression lines of tomato plus the cultivar Moneymaker, grown in a mesh greenhouse, The correlation between them and other agronomic traits has also been studied.

The values of soluble solids were similar to those of 2013. The line that increased Soluble solids content obtained in the two years was line 09-1. This result It suggests that the fragment of *Solanum pimpinellifolium* containing line 09-1 has genes They increase the soluble solids content of the fruit.

The acid values obtained were slightly higher than those of 2013 in all the lines studied.

In the study of correlations, the high value of the correlation between the content of Soluble solids and acidity, as well as not correlated with the characters Productive.

Keywords: Tomato, *Solanum pimpinellifolium*, Moneymaker, quality, Introgression lines, Soluble solids content , acidity content.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Referencia histórica, origen y difusión del tomate.....	pag. 5
1.2. Situación taxonómica.....	pag. 7
1.3. Importancia económica del tomate.....	pag. 7
1.3.1. A nivel mundial.....	pag. 7
1.3.2. A nivel europeo.....	pag. 8
1.3.3. A nivel nacional.....	pag. 9
1.4. Utilización de especies silvestres como fuente de genes de interés.....	pag. 10
1.5. Líneas de introgresión.....	pag. 11
1.6. Línea de investigación a la que pertenece este trabajo.....	pag. 13

2. OBJETIVOS.....pag. 14

3. MATERIALES Y MÉTODOS.....pag. 15

3.1. Material vegetal empleado.....	pag. 15
3.2. Condiciones de cultivo.....	pag. 16
3.2.1. Instalaciones.....	pag. 16
3.3. Prácticas de cultivo.....	pag. 17
3.3.1 Semillero.....	pag. 17
3.3.2 Trasplante.....	pag. 17
3.3.3. Marco de plantación.....	pag. 17
3.3.4. Poda y entutorado.....	pag. 18
3.3.5. Fertirrigación.....	pag. 19
3.3.6. Tratamientos fitosanitarios.....	pag. 20
3.3.7. Recolección.....	pag. 21
3.4. Planificación del ensayo.....	pag. 21
3.4.1. Cronología de las tareas.....	pag. 21
3.4.2. Diseño experimental.....	pag. 22
3.5. Caracteres analizados en el ensayo.....	pag. 22
3.5.1. Sólidos solubles.....	pag. 22
3.5.2. Acidez.....	pag. 24
3.5.3. Parámetros agronómicos.....	pag. 24
3.5.3.1. Producción total.....	pag. 24
3.5.3.2. Peso medio del fruto.....	pag. 24
3.5.3.3. Número de frutos por planta.....	pag. 24
3.6. Tratamiento estadístico.....	pag. 25

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....pag. 26

4.1. Sólidos solubles.....	pag. 26
4.2. Acidez total.....	pag. 27
4.3 Correlaciones.....	pag. 28

5. CONCLUSIONES.....pag. 29

6. BIBLIOGRAFÍA.....pag. 24.

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. REFERENCIA HISTÓRICA, ORIGEN Y DIFUSIÓN 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. Sin embargo, Parece ser que fue en México donde se domesticó, a partir del tomate cereza (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) que crece espontáneamente en toda la América tropical y subtropical. 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.

El tomate fue llevado a Europa en 1540 desde Tenochtitlan (capital del imperio azteca), tras la llegada de los españoles a América. Fue considerada como planta venenosa por la presencia de tomatina, un alcaloide presente en sus hojas y frutos inmaduros. Por eso inicialmente se usó sólo como planta ornamental y en los siglos siguientes, al comprobarse la inocuidad del alcaloide, pasó a constituirse en un producto central en la alimentación de países europeos, en especial los de la zona mediterránea.

El término español para este fruto, “tomate” proviene de la lengua náhuatl surgida en el s. XII, y que se habla principalmente en México y en América central. La palabra náhuatl del que deriva el término español es *tómatl* que puede ser traducido como “agua gorda” o “fruto con ombligo” (Nuez, 1995).

La palabra aparece registrada por primera vez en castellano en 1532, en un texto de fray Bernardo de Sahagún, y posteriormente Fernando Cervantes de Salazar “Los indios taxcaltecas y cempoaleses tuvieron aquel día por muy festival, porque no dejaron cuerpo de aquellos señores que no comiesen chile y tomate” (Crónicas de la Nueva España, 1544).

Sin embargo no se aceptó este nombre en el resto del Viejo Mundo, sino que cada país dio nombre a este nuevo fruto, haciendo juegos de palabras, según sus conocimientos sobre el nuevo fruto o su aspecto físico. Como por ejemplo el nombre francés *pomme d'amour* (manzana de amor), ya que se le atribuían efectos afrodisíacos. En Italia también se le atribuían estos efectos afrodisíacos y fue llamada *poma amoris*, pero era más comúnmente conocido como *pomodoro* (manzana de oro), debido al color amarillo de los frutos. Por otro lado en Alemania, ya que el tomate era una solanácea y creían que éstas causaban demencia se le llamó *tollapfel* (manzana loca).

El tomate cultivado corresponde, básicamente, a *L. esculentum*, aunque también se cultiva una fracción de la variedad botánica *cerasiforme* y de *Lycopersicon pimpinellifolium* para obtener el producto conocido como tomate cherry, cereza, o de cocktail. En tomate propiamente tal, como resultado de la variabilidad natural existente, de la gran atracción económica de un cultivo en expansión, de las distintas zonas y condiciones productivas en países muy diversos, del conocimiento genético existente y del desarrollo de técnicas biotecnológicas de avanzada, se ha generado un intenso mejoramiento durante las últimas décadas, lo que ha resultado en un gran número de cultivares que poseen características apropiadas para fines muy específicos.

El fruto de tomate, como se aprecia en el cuadro a continuación, presenta un alto contenido de agua y, excepto por su valor de Vit. A y C, no se destaca por ningún otro componente nutricional. Su atracción y alto consumo per cápita está dado por sus características de sabor y color que en pocos años lo han llevado a ser un componente fundamental en ensaladas o platos típicos (ensalada chilena, pizzas, gazpacho, etc.), y en varios productos industriales como deshidratados, enlatados, jugos, ketchup, mermeladas, pastas, salsas e, incluso, bebidas alcohólicas como el "Bloody Mary". En la siguiente tabla se muestra la composición nutritiva por 100g de tomate (Tabla 1).

TABLA 1: COMPOSICIÓN NUTRITIVA DE 100 G DE TOMATE(*)

Componentes	Contenido	Unidad
Agua	94.00	%
Carbohidratos	4.0	g
Proteína	0.80	g
Lípidos	0.1	g
Calcio	7.30	mg
Fósforo	22.76	mg
Hierro	0.5	mg
Potasio	183.00	mg
Sodio	8.00	mg
Vitamina A (valor)	1130.00	UI
Tiamina	0.06	mg
Riboflavina	0.05	Mg
Niacina	0.56	Mg
Ácido ascórbico	18.00	mg
Valor energético	20.32	Cal

*Adaptado de Gebhart y Matthews (1988).

1.2 SITUACIÓN TAXONÓMICA.

El tomate siempre ha estado localizado en la familia de las Solanáceas, aunque ha habido controversia en cuanto a su ubicación genérica. Linneo, lo denominó *Solanum lycopersicon* L. incluyéndose en el género *Solanum*. (Plantarum, 1753 y Genera Plantarum 1754). A su vez, Miller lo clasificó en el género *Lycopersicon* denominándose *Lycopersicon esculentum* Mill. (1754). Hace algunos años se propuso el cambio de nomenclatura del género y pasó a denominarse *Solanum lycopersicum* L.

Encuadramiento taxonómico según Hunziker (1979):

- Clase: Dicotiledóneas.
- Orden: Solanales (Personatae).
- Familia: Solanácea.
- Subfamilia: Solanidae.
- Tribu: Solaneae.

El tomate es un fruto climatérico, que manifiesta cambios importantes en su respiración, ésta va descendiendo durante el crecimiento y desarrollo del fruto llegando a un mínimo preclimatérico antes de la maduración. La respiración alcanza su máximo (pico climatérico) durante la maduración para luego descender. La producción de etileno (característica de los frutos climatéricos), es la última etapa fundamental de la maduración del fruto y provoca cambios de color, composición, aroma, sabor y textura.

Las semillas son grisáceas, de pequeño tamaño, discoidales y cubiertas de vellosidades. Un gramo de semillas pueden contener hasta 350 semillas y su capacidad germinativa puede durar hasta 4 ó 5 años.

1.3 IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL TOMATE.

1.3.1. A nivel mundial.

A continuación se describirá la situación a nivel mundial tanto del Área cosechada como de la producción de tomate. Mundialmente en 2013 los principales países productores de tomate cultivaron 3.5 millones de hectáreas y se obtuvieron 134 millones de toneladas de tomate. Ocupando España el noveno puesto en producción mundial con 3.7 millones de toneladas producidas, superado por Brasil con 4 millones de toneladas, que en la anterior estadística estaba por debajo de España, según los datos actualizados del año 2013 por la FAO (tabla 1).

Tabla 2: Producción de tomate de los principales países del mundo (Anuario de Estadística Agroalimentaria F.A.O. 2013, consultado en Octubre de 2016).

País	Posición	Producción [Tn]	Área cosechada [Ha]
China, Continental	1	50.552.200	980.100
India	2	18.227.000	880.000
Estados Unidos de América	3	12.574.550	149.977
Turquía	4	11.820.000	311.000
Egipto	5	8.533.803	212.946
Irán (República Islámica del)	6	6.174.182	163.595
Italia	7	4.932.463	95.304
Brasil	8	4.187.646	62.687
España	9	3.683.600	45.300
México	10	3.282.583	87.165
Federación de Rusia	11	2.644.220	119.830
Uzbekistán	12	2.246.927	63.304
Ucrania	13	2.051.400	84.900
Portugal	14	1.742.000	18.000
Nigeria	15	1.565.000	272.000
Total		134.217.574	3.546.108

1.3.2. A nivel europeo.

Según el Anuario de Estadística Agroalimentaria de la F.A.O. en 2013 (Tabla 3) los principales productores de tomates fueron: Italia que fue el principal productor de tomate en Europa, con una producción anual de casi 5 millones de toneladas, seguido por España con 3,7 millones de toneladas producidas, Rusia con 2,6 millones de toneladas y Ucrania con 2 millones de toneladas.

Tabla 3: Superficie y producción de tomate de los principales países de Europa (Fuente: Anuario de Estadística Agroalimentaria F.A.O. 2013, consultado en Octubre 2016).

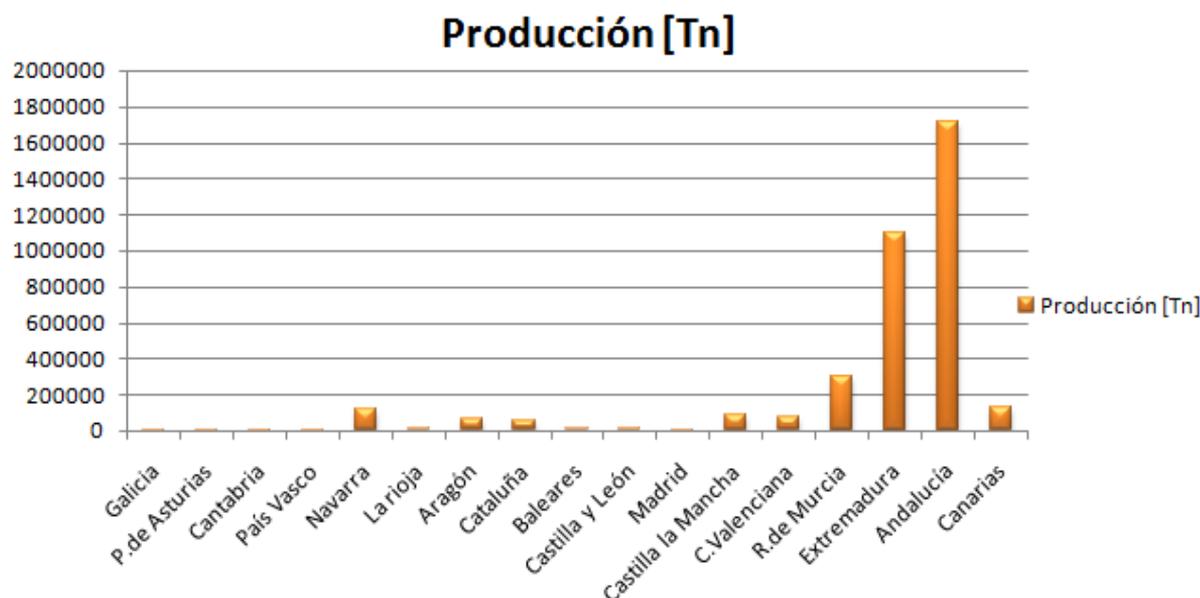
País	Posición	Producción [Tn]	Área cosechada [Ha]
Italia	1	4.932.463	95.304
España	2	3.683.600	45.300
Federación de Rusia	3	2.644.220	119.830
Ucrania	4	2.051.400	84.900
Portugal	5	1.742.000	18.000
Grecia	6	1.039.700	14.192
Países Bajos	7	855.000	1.768
Polonia	8	829.522	11.824
Rumania	9	749.128	48.340
Francia	10	593.249	3.050
Total		19.120.282	442.508

1.3.3. A nivel nacional.

Como podemos observar en la Gráfica 1 , las comunidades en las que se observa mayor producción, son Extremadura y Andalucía, con 1.1 millones y 1,7 millones de toneladas respectivamente, seguidas de lejos por la Región de Murcia con aproximadamente 298 mil toneladas.

La mayor parte de la superficie de cultivo de tomate en España es de regadío, con una superficie aproximada de cincuenta mil hectáreas. En cuanto a la superficie, Extremadura es la comunidad que más superficie de cultivo al aire libre tiene, pero por otro lado es la que menos superficie de cultivo protegido tiene, Andalucía y la Región de Murcia son las comunidades que mayor superficie dedican al cultivo protegido.

Gráfica 1: Análisis provincial producción de tomate por comunidades autónomas en España (2013).
Consultado en Octubre 2016.



1.4 UTILIZACIÓN DE ESPECIES SILVESTRES COMO FUENTE DE GENES DE INTERÉS.

Al igual que ocurre con otras especies cultivadas, la base genética de las variedades comerciales de tomate es estrecha, de ahí que los programas modernos de mejora genética utilicen sus parientes silvestres con el fin de aumentar la diversidad genética disponible para los mejoradores, identificando caracteres de interés agronómico dentro del germoplasma exótico (Fulton et al. 2002; Frary et al. 2004; Labate et al. 2007).

Un ejemplo lo constituye el aumento del rendimiento, con ejemplos de éxito en arroz (Septiningshi et al. 2003), trigo (Huang et al. 2003), avena (Pillen et al. 2003), soja (Concibido et al. 2003), garbanzo (Singh y Ocampo 1997), tomate (Bernacchi et al. 1998) y pimiento (Rao et al. 2003).

A pesar de que las especies silvestres de tomate actualmente son una fuente de genes de interés agrícola para programas de mejora, aún están muy poco aprovechadas. Para ello hay que identificar primero fuentes de variabilidad en el carácter de interés, y después desarrollar un programa para introducir esa variabilidad en un programa de mejora (Francia et al. 2005).

En la tabla 5 se presenta un resumen de las principales características de las especies silvestres de tomate, con las características de interés que han sido o podrían ser consideradas en eventuales programas de mejora del cultivo.

Tabla 5: Características agronómicas de interés de las especies silvestre de tomate. (Tomado de Prohens et al. 2008).

Especie	Característica de interés
<i>S. lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i> L.	Tolerancia humedad, resistencia a hongos y enfermedades de suelo.
<i>S. cheesmaniae</i> (L. Riley) Fosberg y <i>S. galapagense</i> S. Darwin & peralta	Tolerancia a salinidad, "jointless genes" y espesor del pericarpio.
<i>S. pimpinellifolium</i> L.	Color, características de calidad y resistencia a enfermedades
<i>S. chmielewskii</i> (C.M. Rick, Kesicki, Fobes & M. Holle) D.M. Spooner, G.J. Anderson & R.K. Jansen	Alto contenido en azúcares.
<i>S. neorickii</i> (C.M. Rick, Kesicki, Fobes & M.Holle) D.M. Spooner, G.J. Anderson & R.K. Jansen	Resistencia a bacterias.
<i>S. habrochaites</i> S.Knapp D.M Spooner	Tolerancia a frío y heladas, resistencia a insectos y enfermedades.
<i>S. pennellii</i> Correll	Resistencia a sequía.
<i>S. chilense</i> (Dunal) Reiche	Resistencia a sequía y enfermedades.
<i>S. peruvianum</i> (L.); <i>S. huaylasense</i> (Peralta & S. Knaap); <i>S. arcanum</i> Peralta; <i>S. corneliomuelleri</i> (J.F. Macbr.)	Resistencia a sequía y enfermedades.

1.5 LÍNEAS DE INTROGRESIÓN.

En una colección de líneas de introgresión, cada una de ellas contiene un fragmento definido de cromosoma del genotipo donante (generalmente una especie silvestre), y el resto del genoma es el de una variedad de élite cultivada. La colección completa contiene, idealmente, el genoma completo del parental donante (Zamir, 2001). Cada línea de introgresión suele contener más del 95% del genoma del parental de élite cultivado (recurrente), para evitar problemas de esterilidad, combinaciones deletéreas o efectos indeseados de la carga de ligamiento. Estas líneas son muy útiles para detectar y cartografiar caracteres agronómicos de interés, tanto productivos como de calidad (Zamir, 2001).

A continuación se muestra la figura 1, en la que se puede ver un ejemplo de varias líneas de introgresión.

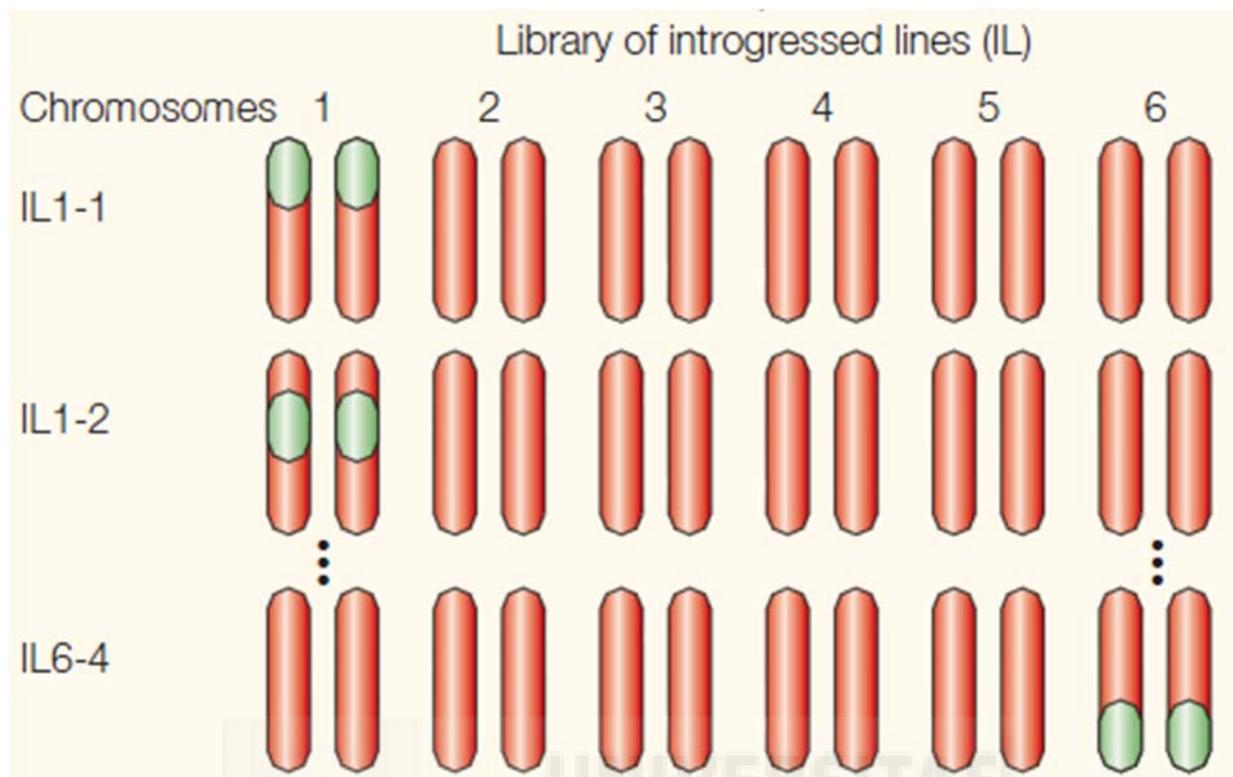


Figura 1: Esquema dónde se representan varias líneas de introgresión. En verde se representa el genoma de la especie silvestre y en rojo el de la especie cultivada. (Zamir, 2001).

La primera población de líneas de introgresión fue desarrollada en trigo por Wehrhahn y Allard (1965), que demostraron su utilidad para la estimación del efecto individual de los QTL.

En tomate, se han desarrollado ILs a partir de *Solanum pennellii* LA0716 (Eshed y Zamir, 1994), *S. habrochaites* LA1777 (Monforte y Tanksley, 2000a), *S. lycopersicoides* LA 2951 (Chetelat and Meglic 2000), *S. habrochaites* LA0407 (Francis et al. 2001), *S. lycopersicoides* (Canady et al. 2005), y *S. habrochaites* LYC4 (Finkers et al. 2007).

Estas colecciones ILs han demostrado ser de gran ayuda en la identificación de QTL (Eshed y Zamir 1995; Rousseaux et al 2005), la verificación de los efectos de QTL (Tanksley et al 1996.), el mapeo fino de QTL (Eshed y Zamir 1996; Monforte y Tanksley 2000; Ku et al 2000; Ashrafi et al 2012), y la introducción de nueva variabilidad genética de las especies silvestres en el germoplasma elite (Tanksley y McCouch 1997; Zamir 2001; Gur y Zamir 2004). El análisis de ILs es también una poderosa herramienta para la investigación genómica, ya que facilita el estudio de la genética del metabolismo (Schauer et al. 2006).

Se han realizado una gran cantidad de estudios de mapeo utilizando poblaciones derivadas de cruces entre *S. lycopersicum* y *S. pimpinellifolium*, donde se han identificado un gran número de loci implicados en caracteres relacionados con la calidad de fruto como tamaño, forma, color externo e interno, contenido en sólidos solubles, acidez, compuestos orgánicos y aromáticos entre otros (Foolad et al. 2007, Labate et al. 2007, Grandillo et al. 2011 y Grandillo et al. 2013).

Además de tomate, se han desarrollado poblaciones de ILs para la cebada (von Korff et al. 2004), col (Ramsay et al. 1996), lechuga (Jeuken y Lindhout 2004), melón (Eduardo et al. 2005), soja (Concibido et al. 2003), arroz (Tian et al 2006), trigo (Pestova et al 2006; Liu et al 2006), y *Arabidopsis thaliana* (Koumproglou et al 2002), entre otras especies. Sin embargo, el número de colecciones de IL todavía es limitada incluso en comparación con el número de genomas de plantas de cultivos secuenciados.

1.6 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN A LA QUE PERTENECE ESTE TRABAJO.

El experimento que recoge esta memoria forma parte de una colaboración entre los grupos del Dr. Rafael Fernández-Muñoz (La Mayora), el Dr. Antonio Monforte (UPV) y del Grupo de Biodiversidad Agrícola y Mejora Genética de Variedades de la UMH, dirigido por el Dr. Juan José Ruiz. Durante 2013 se cultivó la colección de 53 líneas de introgresión en 3 localidades distintas: Málaga, Alginet y Orihuela. En 2015 continuaron los ensayos que se recogen en esta memoria.

2. OBJETIVOS.

El objetivo de este trabajo es estudiar el contenido de sólidos solubles y la acidez de 14 líneas de introgresión de tomate más el cultivar Moneymaker, en un invernadero de malla, durante la campaña de primavera-verano 2015 en la EPSO. También se estudiarán la correlación entre ellos y otros caracteres agronómicos.

Estas 14 líneas fueron las que se consideraron más interesantes en el estudio que se llevó a cabo en la campaña de primavera-verano 2013 en 3 localidades.



3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 MATERIAL VEGETAL EMPLEADO.

La colección de líneas de introgresión que contienen el genoma de la accesión TO-937 (*Solanum pimpinellifolium*) en el fondo genético del cultivar "MoneyMaker" (*Solanum lycopersicum*) fueron desarrolladas por los grupos del Dr. Rafael Fernández-Muñoz (La Mayora) y el Dr. Antonio Monforte (UPV). La accesión de *S. pimpinellifolium* utilizada fue la TO-937, proveniente del Banco de Germoplasma de tomate de la Estación Experimental La Mayora (EELM) colectada originalmente en Perú (Cuartero et al. 1984). Una de las características interesantes de TO-937 es su resistencia a la araña roja (*Tetranychus urticae*). La resistencia a la araña roja en esta accesión está asociada a la presencia y densidad de tricomas glandulares de tipo IV y a la producción por parte de estos de acilsacarosas (Cano 2006).

Las líneas de este estudio, fueron seleccionadas en la campaña anterior por ser las que destacaron en cuanto caracteres agronómicos deseables (sólidos solubles, acidez media, aromas, etc).

En la Tabla 7 aparecen las distintas líneas de introgresión, en las que se ha dividido el genoma de la accesión TO-937 de *S. pimpinellifolium*.

Tabla 7: Líneas de introgresión en las que se ha dividido el genoma de la accesión TO-937 de *S. pimpinellifolium*.

Cromosoma	Líneas de introgresión estudiadas en 2015	Líneas de introgresión descartadas en 2015
1	1-2	1-1,1-3 y 1-4
2	2-1, 2-5	2-2, 2-3 y 2-4
3	3-3	3-1, 3-2 y 3-4
4		4-1, 4-2, 4-3 y 4-4
5		5-1, 5-2, 5-3, 5-4 y 5-5
6	6-1	6-1, 6-2, 6-3, 6-4 y 6-5
7	7-2	7-1, 7-2, 7-3 y 7-4
8	8-2	8-1, 8-2, 8-3 y 8-4
9	9-1, 9-2	9-1, 9-2, 9-3 y 9-4
10	10-2, 10-4, 10-5	10-1, 10-2, 10-3 y 10-4
11		11-1, 11-2, 11-3, 11-4 y 11-5
12	12-4, 12-5	12-1, 12-2, 12-3, 12-4 y 12-5

A continuación se muestra en la figura 3 la representación gráfica del genotipo de cada IL. En azul se representan los fragmentos introgresados de *S. pimpinellifolium* TO-937 y en rojo las regiones del parental recurrente MoneyMaker.

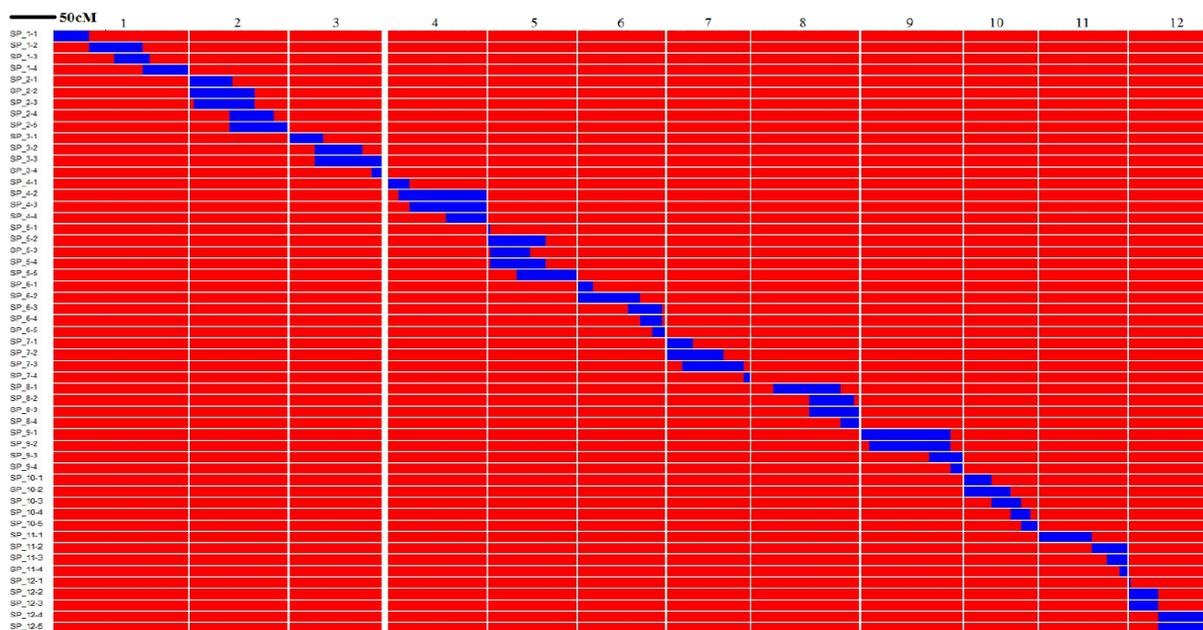


Figura 3: Representación gráfica del genotipo de la colección de ILs. Los números del 1 al 12 representan los cromosomas, y la columna de la izquierda el código de cada IL. En azul se representan los fragmentos introgresados de *S. pimpinellifolium* TO-937 y en rojo las regiones del parental recurrente Moneymaker (Barrantes, 2014).

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 4). 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 cumbrera.



Figura 4: 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 Albuera (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/m² (figura 5).



Figura 5: Disposición de las plantas en el ensayo.

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 6).

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.



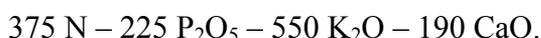
Figura 6: Entutorado de las plantas utilizado en el ensayo.

3.3.5. Fertirrigación.

Se dispone de un sistema de riego localizado por goteo. Los emisores son autocompensantes, y tienen un caudal de 1,6 l/h. El riego variaba en función de la fase de desarrollo de cultivo. En las primeras fases se daba un riego al día, y durante la recolección dos riegos al día, de 30 minutos.

Las soluciones nutritivas en cada fase del cultivo eran distintas, llegando a usarse 3 soluciones diferentes: 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.

La fórmula de abonado en el cultivo fue la siguiente:



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

Fase 1: 1 N – 2 P₂O₅ – 1 K₂O – 1 CaO.

Fase 2: 1 N – 1 P₂O₅ – 1 K₂O – 1 CaO.

Fase 3: 1 N – 0.3 P₂O₅ – 2 K₂O – 1 CaO.

Para cubrir las necesidades de micronutrientes se aportaron distintos productos, que aparecen en la tabla 8.

Tabla 8: Productos nutricionales empleados en cada fase de cultivo.

NOMBRE COMERCIAL	ELEMENTOS NUTRICIONALES
SIAPTON	Aminoácidos 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 una vez por semana, aunque en la época de mayor incidencia se realizaban dos. Las plagas y enfermedades con mayor incidencia durante el ensayo fueron trips (*Frankliniella occidentalis*), mosca blanca (*Bemisia tabaci*) y tuta (*Tuta absoluta*). Otras plagas y enfermedades con menor incidencia durante el ensayo fueron plusia (*Chrysodeixis chalcites*), araña roja (*Tetranychus urticae*) y oidiopsis o mancha amarilla (*Leveillula taurica*).

Cabe hacer especial mención al control de la plaga *Tuta absoluta*, la cual supuso un problema a lo largo de toda la duración del cultivo, pues afectó en gran medida a las plantas de tomate y condicionó en todo momento la forma de aplicar los demás tratamientos.

Para el control de la *Tuta* se llevaron a cabo tratamientos semanales utilizando siempre *Bacillus thuringiensis* más otro producto. Los productos utilizados aparecen en la tabla 9.

Tabla 9: 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 <i>Tuta absoluta</i>	Feromona
PIRIMICARB	Carbamato
KUMULUS DF	Azufre 80%
OBERON	Spiromesifen 24% p/v
RUFAST Avance	Acrinatrín 7,5% p/v
STEWARD	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. A continuación se muestran unos ejemplos de tomates que se recolectaron Figura 7 y 8.



Figura 7: Tomates en la malla antes de la recolección.



Figura 8: Tomates una vez recolectados.

3.4 PLANIFICACIÓN DE LOS ENSAYOS.

3.4.1. Cronología de las tareas.

En la tabla 10 aparecen las fechas en las que se realizaron las tareas más importantes del cultivo, así como las 5 recolecciones que se llevaron a cabo.

Tabla 10: Fechas en las que se realizaron las distintas labores del ensayo.

Tarea	Fecha
Siembra	04/02/15
Trasplante	30/03/15
1ª recolección	24/06/15
2ª recolección	01/07/15
3ª recolección	08/07/15
4ª recolección	15/07/15
5ª recolección	22/07/15
6ª recolección	29/07/15
Medida acidez y sólidos solubles	Desde 22/09/2015 Hasta 06/10/2015

3.4.2. Diseño experimental.

Se dispusieron 6 repeticiones de 3 plantas por IL, mientras que de Moneymaker se dispusieron 10 repeticiones de 3 plantas cada una. Al principio y al final de cada línea se dispusieron dos plantas de híbrido como borde, como aparece en la Figura 9.

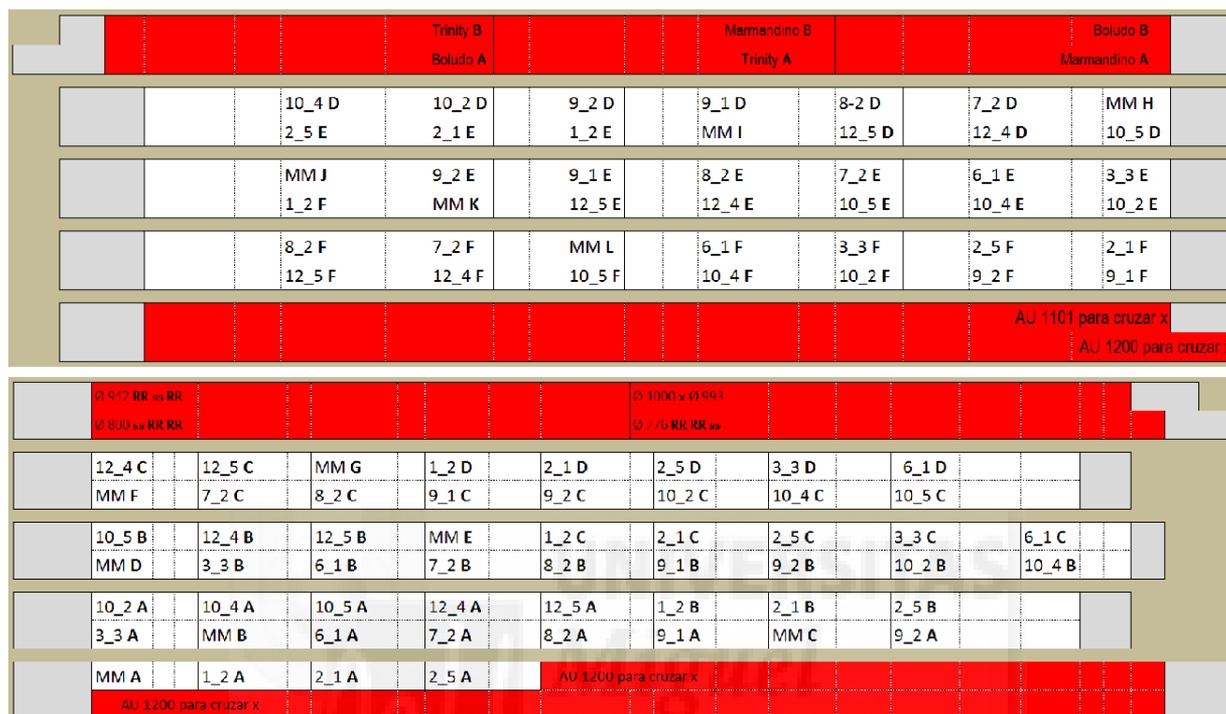


Figura 9: Esquema de la disposición de cada una de las plantas en el invernadero. En gris se representan las 2 plantas de híbrido Boludo en los extremos de las líneas, para reducir el efecto borde. En rojo se representan líneas de otros ensayos

3.5 CARACTERES ANALIZADOS EN EL ENSAYO

3.5.1. 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 10), 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 guardaban en envases de plástico y se llevaban al laboratorio para cortarlos en trozos y triturarlos con una batidora doméstica.



Figura 10:
Frutos seleccionados para medir la acidez y el contenido de sólidos solubles.

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 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta su posterior análisis.

Para medir el contenido de sólidos solubles y acidez, tras descongelar las muestras, se centrifugaron a 4.200 rpm durante 20 minutos, tras comprobar que tenían el mismo peso. 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 11), expresándose el resultado en grados Brix ($^{\circ}\text{Brix}$), por duplicado.

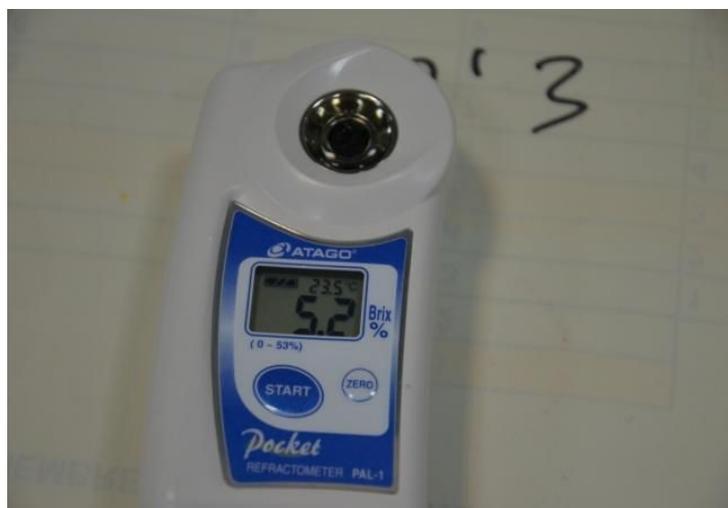


Figura 11: Refractómetro.

3.5.2 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 0,01 N hasta pH 8,01 con un pHmetro pHmatic 23 CRISON (Figura 8), expresándose en gramos de ácido por cada 100 gramos de tejido fresco.



Figura 8: pHmetro pHmatic 23 CRISON utilizado para medir la acidez.

3.5.3. Parámetros agronómicos

Los parámetros agronómicos de este ensayo formarán parte de otro Trabajo Fin de Grado. En este trabajo solo se presentan las correlaciones entre ellos. A continuación se detalla cómo se midieron producción total, peso medio del fruto y número de frutos por planta.

3.5.3.1. Producción total.

Al mismo tiempo que se recolectaban los frutos, se contaban y se pesaban, anotando los datos de peso y número de frutos para cada planta y su fecha de recogida. La producción total se calculó como la suma de todos frutos recolectados de cada planta, expresándose en g/planta.

3.5.3.2. Peso medio del fruto.

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

3.5.3.3. Número de frutos por planta.

Se contabilizaron uno a uno los frutos de cada planta después de cada recolección.

3.6 TRATAMIENTO ESTADÍSTICO

Se realizó un análisis de la varianza unifactorial, con las distintas líneas de introgresión. 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. La correlación entre los distintos parámetros también se calculó con el mismo programa.



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Sólidos solubles.

Tras realizar el análisis de la varianza para el contenido de sólidos solubles, observamos diferencias significativas entre las líneas estudiadas (Tabla 11).

El valor las líneas estudiadas oscila entre 4,41 °Brix y 5,34 °Brix para las líneas 12-5 y la 09-1 respectivamente. Para la variedad Moneymaker el valor obtenido ha sido 4,45 °Brix.

Los grupos homogéneos A y B tienen un contenido inferior a 5 °Brix, mientras que los grupos C, CD y D superan los 5 °Brix.

Tabla 11: Nivel de significación del ANOVA y análisis de rango múltiple de Newman-Keuls para el contenido de sólidos solubles de las distintas ILs.

P valor ANOVA: <0,0001			
Línea	Número de medidas	Sólidos solubles (°Brix)	Grupos Homogéneos
12-5	24	4,41	A
08-2	24	4,42	A
MM	24	4,45	A
10-5	24	4,45	A
10-4	24	4,53	A
01-2	24	4,53	A
12-4	24	4,55	A
06-1	24	4,63	A
07-2	24	4,83	B
02-5	24	5,04	C
02-1	24	5,10	CD
09-2	24	5,13	CD
03-3	24	5,15	CD
10-2	24	5,26	CD
09-1	24	5,34	D

Estos resultados son similares a los obtenidos por Lara (2013), que estudió la colección de ILs al completo en 2013. El rango obtenido en 2013 osciló entre 4,45 y 5,43 °Brix, obtenidos por las líneas 06-1 y 09-1, respectivamente y 4,62 para Moneymaker.

En los 2 casos la línea que mayor contenido de sólidos solubles obtuvo fue la 09-1, este resultado sugiere que el fragmento de *Solanum pimpinellifolium* que contiene la línea 09-1 tiene genes que aumentan el contenido de sólidos solubles del fruto. Este fragmento se podría introducir para aumentar el contenido en sólidos solubles, siempre que no afecte negativamente a otros caracteres.

Para la línea 06-1 el contenido en sólidos solubles ha sido ligeramente mayor que el obtenido en 2013. Para el resto de líneas el contenido en sólidos solubles ha sido similar las dos veces que han sido estudiadas.

4.2 Acidez.

En el análisis de la varianza de la acidez de los frutos se observan diferencias significativas entre las líneas estudiadas (Tabla 12).

El valor obtenido oscila entre los 0,34 g/100g de la línea 02-5 y los 0,46 g/100g de la línea 03-3. La variedad Moneymaker tiene una acidez de 0,43 g/100g.

Los grupos homogéneos A,B,C,D,E tienen un valor de acidez inferior a 0.4 g/100g, mientras que los grupos F,G,H,I superan este valor.

Tabla 12: Nivel de significación del ANOVA y análisis de rango múltiple de Newman-Keuls para la acidez de las distintas ILs.

P valor ANOVA: <0,0001			
Línea	Número de medidas	Acidez (g/100g)	Grupos Homogeneos
02-5	24	0,34	A
12-5	24	0,36	B
08-2	24	0,36	B
09-2	24	0,37	BC
02-1	24	0,38	CD
09-1	24	0,38	DE
12-4	24	0,39	E
01-2	24	0,39	E
06-1	24	0,41	F
07-2	24	0,41	F
10-4	24	0,42	G
10-5	24	0,42	G
MM	24	0,43	H
10-2	24	0,43	H
03-3	24	0,46	I

En estas líneas, los valores de acidez medidos han sido ligeramente superiores en todos los casos, con respecto a los valores obtenidos en el estudio realizado por Lara (2013). Estas diferencias han sido mayores que para sólidos solubles. Las discrepancias en los valores de acidez se han encontrado anteriormente en otros trabajos realizados por el grupo de mejora de la EPSO, por lo que este carácter es más variable.

En el trabajo de Lara (2013) el rango obtenido osciló entre 0,279 g/100g de la línea 12-4 y 0,375 g/100g de la línea 10-4 y para Moneymaker 0,335 g/100g. La línea 03-3 obtuvo un valor de 0,354 g/100g, situándose entre las que mayor acidez tenían.

4.3 CORRELACIONES

A continuación, se explican las correlaciones significativas que se han encontrado entre Sólidos solubles, Acidez, Producción, Peso medio y N° de frutos (Tabla 13). El concepto de relación o correlación entre dos variables se refiere al grado de parecido o variación conjunta existente entre las mismas.

Tabla 13: Correlaciones estudiadas para las ILs.

	Sólidos solubles	Acidez	Producción	Peso medio	N° de frutos
Sólidos solubles	-	0.9961*	-0.1261	-0.0092	-0.1689
Acidez	-	-	-0.1219	0.0012	-0.1779
Producción	-	-	-	0.7382*	0.2125*
Peso medio	-	-	-	-	-0.4748*

* Existe una correlación significativa.

Se ha encontrado una correlación significativa positiva entre el contenido en sólidos solubles y la acidez, esto significa que a mayor contenido en sólidos solubles, el valor de la acidez aumenta directamente. El valor de 0,9961 es claramente superior al obtenido en otros trabajos realizados por el grupo de mejora de la EPSO. Estudiando una colección de líneas de mejora Muchamiel con distintas resistencias a virus, la correlación obtenida fue de 0,5393 (Vañó, en preparación).

No se han encontrado correlaciones significativas entre sólidos solubles y acidez con los 3 parámetros productivos estudiados, este resultado también ha sido obtenido por Vañó (en preparación).

Se puede observar en la tabla como la producción tiene una correlación significativa positiva con el peso medio y el número de frutos.

Y por último se ha encontrado una correlación significativa negativa entre el peso medio y el número de frutos.

5.CONCLUSIONES

Los valores de sólidos solubles fueron similares a los de 2013. La línea que mayor contenido de sólidos solubles ha obtenido en los dos años fue la línea 09-1. Este resultado sugiere que el fragmento de *Solanum pimpinellifolium* que contiene la línea 09-1 tiene genes que aumentan el contenido de sólidos solubles del fruto.

Los valores de acidez obtenidos fueron ligeramente superiores a los de 2013 en todas las líneas estudiadas.

En el estudio de las correlaciones destaca el valor tan elevado de la correlación entre sólidos solubles y acidez, así como que no están correlacionados con los caracteres productivos estudiados.



6. BIBLIOGRAFÍA.

Ashrafi H, MP Kinkade, H Merk, MR Foolad. (2012) Identification of novel QTLs for increased lycopene content and other fruit quality traits in a tomato RIL population. *Molecular Breeding*: 30:549–567 DOI: 10.1007/s11032-011-9643-1.

Bernacchi D, Beck-Bunn T, Emmatty D, Eshed Y, Inai S, Lopez J, Petiard V, Sayama H, Uhlig J, Zamir D and Tanksley S (1998) Advanced backcross QTL analysis of tomato. II Evaluation of near-isogenic lines carrying single-donor introgressions for desirable wild QTL-alleles derived from *Lycopersicon hirsutum* and *Lycopersicon pimpinellifolium* *Theor Appl Genet* 97:170-180.

Canady MA, Meglic V, Chetelat RT (2005) A library of *Solanum lycopersicoides* introgression lines in cultivated tomato. *Genome* 48:685-697.

Cano A. 2006. Herencia de los mecanismos de resistencia a araña roja en tomate. Tesis Doctoral. Universidad de Málaga. España. 242p.

Chetelat RT, Meglic V (2000) Molecular mapping of chromosome segments introgressed from *Solanum lycopersicoides* into cultivated tomato (*Lycopersicon esculentum*) *Theor Appl Genet* (100): 232-241.

Concibido VC, Vallee BL, Mclaird P (2003) Introgression of a quantitative trait locus for yield from *Glycine soja* into commercial soybean cultivars *Theor Appl Genet* (106): 575-582.

Cuartero Zueco, J. (2001) Tomate para consumo en fresco. En: *La Horticultura Española*. Nuez F. y G. Llácer (Coord.). Ed. SECH y Ediciones de Horticultura, S.L. Pags.233-242.

Cuartero J, Nuez F, Díaz A (1984) Catalog of collections of *Lycopersicon* and *L. pennellii* from northwest of Perú. *Tomato Genet Coop Rpt* 34: 43-46.

Eduardo I, Arùs P, Monforte AJ (2005) Development of a genomic library of near isogenic lines (NILs) in melon (*Cucumis melo* L.) from the exotic accession PI161375. *Theor Appl Genet* (112): 139-148.

Eshed Y, Zamir D (1994) Introgressions from *Lycopersicon pennellii* can improve the soluble-solids yield of tomato hybrids. *Theor Appl Genet* (88): 891-897.

Eshed Y, Zamir D (1995) An introgression line population of *Lycopersicon pennellii* in the cultivated tomato enables the identification and fine mapping of yield-associated QTL. *Genetics* (141):1147-1162.7

Eshed Y, Zamir D (1996) Less-than-additive epistatic interactions of quantitative trait loci in tomato. *Genetics* 143:1807-1817.

FAO, Dirección de Producción y Protección Vegetal (2007) El Cultivo Protegido en Clima Mediterráneo. Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).

Finkers R, Heusden AW, Dekens-Meijer F, Kan JA, Maris P, Lindhout P (2007) The construction of a *Solanum habrochaites* LYC4 introgression line population and the identification of QTLs for resistance to *Botrytis cinerea*. Theor Appl Genet (112): 1360-1373.

Francia E, Tacconi G, Crosatti C, Barabaschi D, Bulgarelli D, Dall'Aglio E, and Vale G (2005) Marker assisted selection in crop plants. Plant Cell Tissue and organs Culture (82): 317-342.317-342.

Francis DM, Kabelka E, Bell J, Franchino B, St. Clair D (2001) Resistance to bacterial canker in tomato (*Lycopersicon hirsutum* LA407) and its progeny derived from crosses to *L. esculentum*. Plant Dis 85:1171-1176.

Frary A, Fulton TM, Zamir D, Tanksley SD (2004) Advanced backcross QTL analysis of a *Lycopersicon esculentum* X *L. pennellii* cross and identification of possible orthologs in the *Solanaceae*. Theor Appl Genet 108:485–496.

Fulton TM, Van der Hoeven R, Eannetta NT and Tanksley SD (2002) Identification, analysis, and utilization of conserved ortholog set markers for comparative genomics in higher plants. Plant Cell (14):1457–1467.

Gur A, Zamir D (2004) Unused natural variation can lift yield barriers in plant breeding. PLoS Biol2(10):e245 Gobierno de España. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Anuario . de estadística Avance 2014.

Huang XQ, Coster H, Ganai MW y Roder MS (2003) Advanced backcross QTL analysis for the identification of quantitative trait loci alleles wild relatives wheat *Triticum aestivum* L. Theor Appl Genet (106): 1379-1389.

Jeuken MJW, Lindhout P (2004) The development of lettuce backcrossing inbred lines (BILs) for exploitation of the *Lactuca saligna* (wild lettuce) germoplasm. Theor Appl Genet (109): 394-401.

Koumproglou R, Wilkes TW, Townson P, Wang XY, Beynon J, Pooni HS, Newbury HJ, Kearsey MJ (2002) STAIRS: a new genetic resource for functional genomics studies of Arabidopsis. Plant J 31(3):355–364.

Ku HM, Grandillo S, Tanksley SD (2000) fs8.1, a major QTL, sets the pattern of tomato carpel shape well before anthesis. Theor Appl Genet 101:873–878.

Labate JA, Grandillo S, Fulton T, Muños S, Caicedo AL, Peralta I, Ji Y, Chetelat RT, Scott JW, Gonzalo MJ, Francis D, Yang W, van der Knaap E, Baldo AM, Smith-White B, Mueller LA, Prince JP, Blanchard NE, Storey DB, Stevens MR, Robbins MD, Wang JF, Liedl BE, O'Connell MA, Stommel JR, Aoki K, Iijima Y, Slade AJ, Hurst SR, Loeffler D, Steine MN, Vafeados D, McGuire C, Freeman C, Amen A, Goodstal J, Facciotti D, Van Eck J, Causse M (2007) Tomato. In: Kole C (ed) Genome mapping and molecular breeding in plants. Vol 5: Vegetables. Springer, Berlin, Heidelberg, Germany, pp 1-96.

Liu S, Zhou R, Dong Y (2006) Development, utilization of introgression sing synthetic wheat as donor. *Theor Appl Genet* (114): 1071-1080.

Monforte AJ, Tanksley SD (2000a) Development of a set of near isogenic and backcross recombinant inbred lines containing most of the *Lycopersicon hirsutum* genome in a *L. esculentum* genetic background: A tool for gene mapping and gene discovery. *Genome* 43:803-813.

Monforte AJ, Tanksley SD (2000b) Fine mapping of a quantitative trait locus (QTL) from *Lycopersicon hirsutum* chromosome affecting fruit characteristics and agronomic traits: breaking linkage among QTLs affecting different traits and dissection of heterosis for yield. *Theor Appl Genet* 100:471-479.

Pestsova EG, Borner A, Roder MS (2006) Development and QTL assessment of *Triticum aestivum-Aegilops tauschii* introgression lines. *Theor Appl Genet* (112): 634-647.

Pillen K Zacharias A, León J (2003) Advanced backcross QTL of yield in barley *Hordeum vulgare* L. *Theor Appl Genet* (107): 340-352.

Ramsay LD, Jennings DE, Kearsey MJ (1996) The construction of a substitution library of recombinant backcross lines in *Brassica oleraceae* for the precision mapping of quantitative trait loci. *Genome* (39): 558-567.

Rao GU, Ben Chaim A, Borovsky Y y Paran I (2003) Mapping of yield-related QTLs in peper an interspecific cross of *Capsicum annuum* and *C. frutescens*. *Theor Appl Genet* (106):1457-1466.

Rousseaux MC, Jones CM, Adams D, Chetelat R, Bennett A, Powell A (2005) QTL analysis of fruit antio idants in tomato using *Lycopersicon pennellii* introgression lines. *Theor Appl Genet* 111:1396-1408.

Schauer N, Semel Y, Roessner U, Gur A, Balbo I, Carrari F, Pleban T, Perez-Melis A, Bruedigam C, Kopka J, Willmitzer L, Zamir D, Fernie AR (2006) omprehensive metabolic profiling and phenotyping of interspecific introgression lines for tomato improvement. *at iotechnology* 24:447-454.

Septiningsih EM, Prasetyono J, Lubis E, Tai TH, Tjubaryat T, Moeljopawiro S, McCouch SR (2003) Identification of quantitative trait loci for yield and yield components in an advanced backcross population derived from the *Oryza sativa* variety IR64 and the wild relative *O. rufipogon*. *Theor Appl Genet.* 107(8): 1419-1432.

Singh KB y Ocampo B (1997) Exploitation of wild Cicer species for yield improvement in chickpea. *Theor Appl Genet* (95): 418-423.

Tanksley SD, McCouch SR (1997) Seed banks molecular maps: unlocking genetic from the wild. *Science* 277:1063-1066.

Tanksley SD, Nelson JC (1996) Advanced backcross QTL analysis: a for the simultaneous discovery and transfer of valuable QTLs from unadapted germplasm into elite breeding lines. *Theor Appl Genet* 92:191-203.

Tian F, Li DJ, Fu Q, Zhu ZF, Fu YC, Wang XK and Sun CQ (2006) Construction of introgression lines carrying wild rice (*Oryza rufipogon* Griff.) segments in cultivated rice (*Oryza sativa* L.) background and characterization of introgressed segments associated with yield-related traits. *Theor Appl Genet* 112: 570-580.

Von Korff M, Wang H, Leo'n J, Pillen K (2004) Development of candidate introgression lines using an exotic barley accession (*Hordeum vulgare* ssp. *spontaneum*) as donor. *Theor Appl Genet* 109:1736–1745.

Wehrhahn C, Allard W (1965) The detection and measurement of the effects of individual genes involved in the inheritance of a quantitative character Genet 2:983-989. in wheat. *Genetics* (51): 109-119.

Zamir D (2001) Improving plant breeding with exotic genetic libraries. *Nat Rev Genet* 2:983-989