



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS
AGRÍCOLAS
CAMPUS MONTECILLO
POSTGRADO EN RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GENÉTICA

**DERIVACIÓN DE LÍNEAS DE GENERACIONES
TEMPRANAS DE HÍBRIDOS DE JITOMATE
(*Solanum lycopersicum* L.)**

ENRIQUE HERNÁNDEZ LEAL

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2012

La presente tesis titulada: **DERIVACIÓN DE LÍNEAS DE GENERACIONES TEMPRANAS DE HÍBRIDOS DE JITOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)**, realizada por el alumno: **ENRIQUE HERNÁNDEZ LEAL** bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS

**RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GENÉTICA**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



Dr. RICARDO LOBATO ORTIZ

ASESOR:



Dr. J. JESÚS GARCÍA ZAVALA

ASESOR:



Dr. DELFINO REYES LÓPEZ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Noviembre de 2012

AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología** (CONACYT) por el financiamiento y las facilidades brindadas para la realización de mis estudios de Maestría.

Al **Colegio de Postgraduados** por facilitarme la oportunidad de continuar con mi formación profesional, al Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Genética que me brindó siempre el material y equipo necesario para la realización de mi investigación.

Al **Dr. Ricardo Lobato Ortiz** por brindarme sus conocimientos, sugerencias, apoyo para el desarrollo del experimento y revisión de la presente tesis. Pero principalmente por toda su confianza y amistad que me brindó durante mi estancia en el Colegio de Postgraduados.

Al **Dr. José de Jesús García Zavala** por todos sus conocimientos, su paciencia y por sus sugerencias, durante el desarrollo del experimento y principalmente para la revisión de esta tesis.

Al **Dr. Delfino Reyes López** por todos sus conocimientos, su paciencia, sus sugerencias, confianza que me ha tenido desde la licenciatura y por todo su tiempo para la revisión de la presente tesis.

A los profesores del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, que me ayudaron a construir un camino más sólido, y por brindarme su dedicación, esfuerzo así como sus amplios conocimientos y experiencias que me han servido para la realización de mi investigación. A la Sra. Dalila, compañeros y amigos, que ayudaron a hacer las cosas más fáciles durante mi estancia en el Colegio de Postgraduados.

Al grupo de trabajo de campo del Dr. Ricardo Iobato, Sres. Germán de la Rosa, Bruno y Fidel por sus consejos, apoyo en todo momento para la realización de esta investigación y principalmente por darme la confianza y brindarme su amistad durante mi estancia.

A Olga por todo su apoyo, comprensión, confianza, amor y por creer en mí en todo momento.

A mis papás Pedro Hernández Sánchez y Francisca Patricia Leal Barrera por creer en mí, darme la oportunidad de seguir adelante en todo momento y por su apoyo en todo momento.

DEDICATORIA

A **Pedro Hernández Sánchez** y **Francisca Patricia Leal Barrera** por toda su dedicación, esfuerzo, empeño, trabajo, amor, por creer en mí, apoyarme en todo momento, y por darme las bases necesarias para poder salir adelante en todo momento.

A **Olga Bonilla Barrientos** por estar siempre a mi lado, principalmente en los momentos más difíciles, creer en mí, apoyarme en la realización de mi investigación de tesis, pero principalmente por todo su amor, respeto, comprensión, apoyo incondicional.

A mis Hermanos **José Juan** y **Martha Araceli** por todos los momentos bonitos que hemos vivido, por su apoyo, consejos, respeto, y por estar siempre apoyándome a cada momento.

A mis cuñados **Armando Castell** y **Rosa Hernández** por su apoyo incondicional a cada momento, respeto, cariño y por todos sus consejos que he recibido de ustedes.

A mis sobrinos **Juan Jonathan**, **Alejandro**, **Fátima** y **Santiago** por llenar de alegría mi vida a cada momento.

A Dios por enseñarme el camino correcto en cada momento, protegerme y proteger a mis seres queridos.

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
SUMMARY	xv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Importancia del jitomate.....	4
2.2. Producción mundial del jitomate.....	5
2.2.1. Producción nacional de jitomate.....	6
2.2.2. Consumo de jitomate <i>per cápita</i> mundial y nacional.....	7
2.3 Producción	8
2.4. Importancia socioeconómica del jitomate.....	9
2.5. Origen.....	9
2.5.1. Taxonomía	11
2.5.2. Hábito de crecimiento	13
2.5.2.1. Crecimiento determinado.....	14
2.5.2.2 Crecimiento indeterminado	14
2.5.3. Forma de fruto	15
2.6. Mejoramiento genético	16

III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1. Material genético evaluado en el primer ciclo.....	20
3.2. Sitio experimental	20
3.3. Solución nutritiva	20
3.4. Unidad y diseño experimental	22
3.5. Establecimiento del experimento.....	22
3.6. Cosecha	24
3.7. Variables evaluadas	24
3.7.1 Variables en planta.....	24
3.7.2 Variables en fruto	26
3.8. Extracción de semilla.....	27
3.9. Producción y calidad en híbridos de jitomate y en sus generaciones F_2	28
3.10. Sitio experimental	28
3.11. Solución nutritiva	29
3.12. Unidad y diseño experimental	29
3.13. Establecimiento del experimento.....	29
3.14. Cosecha	31
3.15. Variables evaluadas	31
3.15.1. Variables en planta	32
3.15.2. Variables en fruto.....	32
3.16.4. Extracción de semilla.....	34
3.17. Análisis estadístico	34

IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1. Evaluación de catorce caracteres en planta de siete genotipos de crecimiento indeterminado del primer ciclo	36
4.1.1. Análisis de varianza.....	36
4.1.2. Comparación múltiple de medias (Tukey $\alpha = 0.05$)	36
4.2. Evaluación de siete caracteres en fruto de siete genotipos de crecimiento indeterminado del primer ciclo	41
4.2.1. Análisis de varianza.....	41
4.2.2. Comparación múltiple de medias (Tukey $\alpha = 0.05$)	42
4.3. Análisis de once caracteres de siete genotipos de crecimiento indeterminado F_1 del segundo ciclo	44
4.3.1. Análisis de varianza.....	44
4.3.2. Comparación múltiple de medias (Tukey $\alpha = 0.05$)	46
4.4. Análisis de caracteres de siete genotipos F_2 de crecimiento indeterminado del segundo ciclo	49
4.4.1. Análisis de varianza.....	49
4.4.2. Comparación múltiple de medias (Tukey $\alpha = 0.05$)	51
4.5. Análisis de doce caracteres para siete variedades F_1 y sus respectivas F_2 de crecimiento indeterminado del segundo ciclo	53
4.5.1. Análisis de varianza.....	53
4.5.2. Comparación múltiple de medias (Tukey $\alpha = 0.05$)	55
4.6. Análisis de varianza combinado de doce caracteres de genotipos de crecimiento indeterminado evaluados en dos ciclos de cultivos	60
4.6.1. Análisis de varianza.....	60

4.6.2. Comparación múltiple de medias para ambientes (Tukey $\alpha = 0.05$)	62
4.6.3. Comparación múltiple de medias (Tukey $\alpha = 0.05$)	63
4.7. Contrastes F_1 vs F_2 en jitomates de hábito de crecimiento indeterminado.....	67
4.7.1. Análisis de varianza.....	67
4.8. Análisis de medias y reducción porcentual entre híbridos de jitomate tipo saladette de crecimiento indeterminado y sus respectivas generaciones filiales.....	71
4.8.1. Análisis de varianza.....	71
VI. CONCLUSIONES	75
VII. REFERENCIAS	76
ANEXO	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Producción, superficie cosechada y rendimiento de los principales países productores de jitomate en el 2010	6
2. Consumo <i>per cápita</i> de jitomate en México.....	8
3. Clasificación taxonómica del jitomate (<i>Solanum Lycopersicum</i> L.) genético	12
4. Materiales utilizados en el primer ciclo de evaluación	20
5. Composición química de la solución nutritiva (meq L-1) empleada en el experimento	21
6. Preparación de la solución nutritiva Steiner con indicadores de cantidades de fertilizantes y reactivos disueltos en 1 100 L de agua	21
7. Concentración de micronutrientes para solución nutritiva	21
8. Variables evaluadas en los genotipos F ₁ (C1).....	24
9. Materiales F ₁ y F ₂ utilizados en el segundo ciclo para generar las siguientes generaciones filiales	28
10. Variables evaluadas en los genotipos F ₁ y F ₂ (C2)	31
11. Análisis de varianza individual y coeficientes de variación de catorce caracteres evaluados en siete híbridos de crecimiento indeterminado del primer ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.....	39
12. Comparación de medias para catorce caracteres en siete híbridos de crecimiento indeterminados evaluadas en el primer ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.....	40
13. Análisis de varianza individual y coeficientes de variación de siete caracteres evaluados en fruto en siete híbridos de crecimiento	

	indeterminado del primer ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.....	41
14.	Comparación de medias para siete caracteres en siete híbridos de jitomate de crecimiento indeterminado evaluadas en el primer ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.....	44
15.	Análisis de varianza y coeficientes de variación de doce caracteres evaluados en siete genotipos F_1 de crecimiento indeterminado del segundo ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México	45
16.	Comparación de medias para doce caracteres en siete variedades de jitomate F_1 de crecimiento indeterminado del segundo ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.....	48
17.	Análisis de varianza y coeficientes de variación de doce caracteres evaluados en siete genotipos F_2 de crecimiento indeterminado en el segundo ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México	50
18.	Comparación de medias de doce caracteres evaluados en siete variedades F_2 de crecimiento indeterminado en el segundo ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.....	52
19.	Cuadrados medios del análisis de varianza de doce caracteres para siete híbridos F_1 y sus respectivas F_2 de crecimiento indeterminado evaluados en el segundo ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.....	54
20.	Comparación de medias de doce caracteres en siete híbridos F_1 y sus respectivas F_2 de crecimiento indeterminado evaluadas en el segundo ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México	59
21.	Análisis de varianza combinado de doce caracteres de genotipos de jitomate de crecimiento indeterminado evaluados en dos ciclos, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.....	61

22.	Comparación de medias de doce caracteres evaluados en siete genotipos F_1 del análisis combinado en dos ambientes, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.....	62
23.	Comparación de medias combinado de doce caracteres evaluados en siete genotipos F_1 en dos ambientes, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.....	66
24.	Cuadrados medios de contrastes F_1 vs F_2 en jitomates de crecimiento indeterminado, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México	70
25.	Comparación de medias y reducción porcentual entre híbridos de jitomate tipo saladette de crecimiento indeterminado y sus respectivas generaciones filiales, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.....	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Esquema de los hábitos de crecimiento del jitomate indeterminado (izquierda) y determinado (derecha). En el indeterminado cada inflorescencia se alterna con tres hojas, creciendo indefinidamente. En el determinado, el crecimiento finaliza en una inflorescencia, al faltar el brote que lo prolongue	15

DERIVACIÓN DE LÍNEAS DE GENERACIONES TEMPRANAS DE HÍBRIDOS DE JITOMATE (*Solanum lycopersicum* L.).

Hernández Leal Enrique, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2012

El presente trabajo se realizó con el objetivo de generar germoplasma base para investigación en mejoramiento genético de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) por selección e hibridación. Se partió de la selección de siete híbridos de jitomate, tipo saladette de hábito de crecimiento indeterminado, los cuales fueron evaluados bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los criterios de selección fueron: el aspecto general y sanidad de la planta, el tamaño y forma de fruto, el número de racimos de fruto y el número de frutos por racimo. Se seleccionaron tres plantas de cada tratamiento y de cada genotipo; las plantas se evaluaron y se extrajo la semilla de los frutos de las plantas seleccionadas, para poder generar la siguiente generación (F_2). Para la formación de las líneas F_3 se seleccionaron los mejores siete materiales que se evaluaron en el primer ciclo, y solamente se seleccionaron las mejores plantas F_2 s. El ciclo dos consistió de plantas F_1 y F_2 evaluadas bajo un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro repeticiones. Ambos ciclos fueron evaluados en condiciones de invernadero, hidroponía y con solución Steiner (Steiner, 1984) en el área de invernaderos del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. La parcela experimental consistió de cinco plantas sembradas en bolsas de polietileno negro con “tezontle rojo” como sustrato, con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron el rendimiento de fruto por planta (PTF), componentes de rendimiento, caracteres de calidad y caracteres agronómicos para ambos ciclos. Los datos se analizaron mediante un análisis de varianza, una comparación de medias y un contraste en el primer ciclo, comparando las variedades de hábito de crecimiento indeterminado vs sus respectivas F_2 . Los resultados indicaron que en rendimiento de fruto no hubo diferencias significativas entre los materiales evaluados; sin embargo, sí las hubo en características como días a floración (DFL), días a madurez de fruto (DM), número total de fruto, altura de planta, y diámetro de tallo. Las variables DF y DM son importantes porque indican la precocidad, de tal manera que para esta

importante característica agronómica deseable, el genotipo SUN 7705 fue el más precoz, mientras que Loreto fue el más tardío, mismo que formó un grupo de materiales tardíos con el resto de los genotipos evaluados. Para el caso de los caracteres de fruto, se encontraron diferencias estadísticas para el peso promedio de fruto (PPF), sólidos solubles totales (SST), firmeza (FIR), largo de fruto (LF), diámetro de fruto (DF), lo que indica que hubo variación importante para estos caracteres de calidad en los genotipos estudiados. El material que tuvo un mayor peso de fruto fue Moctezuma, con un PPF de 144 g; mientras que SUN 7705 y Reserva tuvieron el menor peso, con aproximadamente 100 g. La comparación del comportamiento de genotipos F_1 con respecto a sus F_2 , detectó diferencias altamente significativas para la variable PTF entre los genotipos F_1 y sus respectivas F_2 , únicamente para dos genotipos, SUN 7705 y Moctezuma. En los otros genotipos las diferencias fueron marginales, indicando que la reducción del rendimiento en las generaciones F_2 fue mínima, lo cual indica que la depresión endogámica de una generación F_2 depende particularmente de la constitución genética de las líneas que hayan dado lugar al híbrido comercial. Para el caso de las variables número total de frutos (NTF), altura de planta (AP), sólidos solubles totales (SST), firmeza (FIR), número de lóculos (NL), largo de fruto (LF) y pH, de manera general y para la mayoría de los genotipos, se observó que no hubo diferencias estadísticas entre las generaciones F_1 s y F_2 s, lo cual es importante pues indica que estas características, algunas de ellas de calidad, se mantienen en líneas segregantes F_2 . Se concluye que es posible generar líneas de jitomate para el mejoramiento genético y que los productores podrían usar la semilla F_2 para siembras comerciales debido a que no se abate significativamente su rendimiento por depresión endogámica. La segregación de los siete materiales fue muy amplia, desde frutos intermedios, alargados, tipo pera, tipo berenjena, bola grande y bola pequeños, siendo Sun 7705, Reserva, Espartaco y CID los genotipos que presentaron mayor diversidad en cuanto forma de fruto.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum* L., germoplasma, mejoramiento genético.

DERIVATION OF BREEDING LINES FROM EARLY GENERATIONS OF TOMATO HYBRIDS (*Solanum lycopersicum* L.)

Hernández Leal Enrique, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2012

This study was carried out in order to generate basic germplasm for research in breeding tomato (*Solanum lycopersicum* L.) programs by selection and hybridization. Seven hybrids of tomato type saladette of indeterminate growth habit were the source for this work and were evaluated under a randomized complete block design with four replications. The selection criteria were: the appearance and health of plant, the size and shape of fruit, the number of clusters of fruit, and the number of fruits per cluster. One plant of each treatment and genotype was selected and evaluated, and the seeds of the fruits of the selected plants were extracted in order to generate the next generation (F₂). The F₃ generation of lines was formed harvesting only the best F₂ plants within each genotype. In the cycle two, the plants of generations F₁ and F₂ were evaluated under a randomized complete block design with four replications. Both cycles one and two were evaluated under greenhouse conditions and hydroponics, and a Steiner solution (Steiner, 1984) was used to feed the plants in the greenhouse experimental area at the Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. The experimental plot had five plants sown in polystyrene-black bags filled with fine red scoria as substrate, with three and four repetitions, respectively. The traits evaluated were the fruit yield per plant (PTF), yield components, quality characters and agronomic traits for both cycles. Data were analyzed by means of an analysis of variance and a comparison of means and a contrast for cycle one. A comparison of the varieties of indeterminate growth habit versus their respective F₂ was done. The results showed that fruit yield had no significant differences between genotypes; however, there were significant differences for traits such as days to flowering time (DFL), days to maturity of fruit (DM), total number of fruit, plant height, and stem diameter. DFL and DM are important traits because they refer to earliness, thus for this important desirable agronomic characteristic, SUN7705 was the earliest genotype, while Loreto was the later and formed a group of late materials with the rest of the evaluated genotypes. For fruit

characters, statistical differences were detected for the average weight of fruit (PPF), total soluble solids (TSS), firmness (FIR), fruit length (LF), diameter of fruit (DF), which indicates that there was significant variation in the evaluated genotypes for these quality related characters. The material that had the highest average fruit weight was Moctezuma, with 144 g; while SUN 7705 and Reserva had less weight per fruit, with approximately 100 g. The comparison between the averages of genotypes F₁ with respect to their F₂, detected highly significant differences for the variable PTF between genotypes F₁ and their respectively F₂, only for two genotypes, SUN 7705 and Moctezuma. The remainder genotypes had small differences, which indicated that the reduction of the performance in F₂ generations was minimal, thus indicating that inbreeding depression of an F₂ generation depends particularly on the genetic constitution of the lines that form the commercial hybrid. On the other hand, for the traits total fruit number (NTF), plant height (AP), total soluble solids (TSS), firmness (FIR), number of locules (NL), fruit length (LF) and pH, in general and for the majority of the genotypes, there were no statistical differences between generations F₁ and F₂, which is important since these characteristics, some of them quality related, are kept in segregating F₂ lines. It is concluded that it is possible to generate lines of tomato for genetic improvement from commercial genotypes, and that tomato growers, especially small ones, could use F₂ seed for commercial planting since its agronomic performance is not reduced by inbreeding depression. Finally, the segregation of the seven materials for fruit shape was very wide including elongated fruits, pear type, eggplant type, small and large round, and hot pepper type, being the genotypes Sun 7705, Reserva, Espartaco and Cid the ones that showed greater diversity for fruit shape.

Key words: *Solanum lycopersicum* L., germplasm, genetic improvement.

I. INTRODUCCIÓN

El jitomate o tomate rojo (*Solanum lycopersicum* L.) es la hortaliza más popular y aceptada en la cultura gastronómica de la mayoría de los países. A nivel mundial, rebasan los 3 millones de hectáreas cosechadas de jitomate anualmente, con una producción promedio que fluctúa alrededor de los 86 millones de toneladas por año (Cofupro, 2003). México ocupa la décima posición en producción de jitomate, y es el tercer país exportador de esta importante hortaliza (Claridades agropecuarias, 1997). En México, los productos derivados del jitomate son: pasta de jitomate, jitomate en conserva, jugo de jitomate, salsa de jitomate (catsup) y diversas salsas picantes, entre otros productos. En México, como en casi todos los países consumidores, la calidad del jitomate (sabor, color, tamaño, etc.) se sobrepone al precio y valor nutritivo al momento de la elección de compra por parte del consumidor final (Cofupro, 2003).

En México, el jitomate se ubica entre las cuatro primeras hortalizas. En condiciones de campo abierto se cultivan alrededor de 70,000 ha. Los principales estados productores son: Sinaloa, Morelos, San Luis Potosí, Baja California Norte y Michoacán. Así mismo, es una de las principales hortalizas de exportación y generadora de divisas y empleo (Pérez *et al.*, 1997). Dentro de las numerosas variedades de jitomate, existen de tipo determinado e indeterminado, además de variedades de comportamiento intermedio. Esta característica está regulada genéticamente, pero varía de acuerdo con su adaptación a los diferentes climas y condiciones del suelo. De acuerdo con el destino de la cosecha, se pueden agrupar las variedades en 3 categorías: para consumo en fresco, para uso industrial y variedades de doble propósito (Von Haeff, 1983).

En México se cultivan una gran variedad de jitomates, los cuales para fines prácticos pueden ser clasificados, según la SAGARPA, como: cherry (cereza), pera, saladette (Roma) y bola (SAGARPA, 2010).

Pese a la importancia anteriormente señalada, es poco el trabajo que se ha hecho en México en materia de mejoramiento de esta especie, a tal grado que prácticamente el 100 por ciento de la semilla que se utiliza para las siembras comerciales, tanto en invernadero como en campo, proviene de empresas extranjeras, lo que nos hace dependientes como país de la semilla de países como USA y europeos, la cual se cotiza en dólares o euros, siendo muy cara, especialmente para el pequeño productor. De ahí la necesidad de comenzar programas de investigación en mejoramiento que permitan desarrollar material base (poblaciones, líneas, etc.) de jitomate, para que en el mediano y largo plazo podamos tener variedades e híbridos nacionales de jitomate de buen rendimiento y de precios competitivos.

El desarrollo del presente trabajo permitirá explorar la generación de nuevas líneas de generaciones tempranas de híbridos de jitomate que permitan contar con germoplasma y tener una base para el mejoramiento genético de esta especie por selección e hibridación, y obtener variedades con mejores características agronómicas deseables como rendimiento y calidad de fruto.

1.1. Objetivo General

Generación de germoplasma base para investigación en mejoramiento genético de jitomate por selección e hibridación.

1.2. Objetivo Particular

Formación de líneas de generaciones tempranas de híbridos elite.

Evaluar el potencial productivo de generaciones tempranas de híbridos vs sus respectivos híbridos F₁.

1.3. Hipótesis

Existe una amplia variación genética entre los siete genotipos evaluados, la cual permitirá seleccionar aquéllos promisorios de mejor variación agronómica y hortícola, para derivar líneas base para ser usadas en un programa de investigación en mejoramiento genético.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia del jitomate

El incremento constante de la población mundial genera necesidades alimenticias en un medio ambiente donde los recursos son cada vez más escasos. Las estadísticas de la FAO (2012) revelan que en los albores del nuevo milenio, 2 570 millones de personas dependen directamente de la agricultura, la caza, la pesca o la silvicultura para su subsistencia, incluidas las que se dedican activamente a esas tareas.

Dentro del grupo de hortalizas, el jitomate es un cultivo dinámico por la creciente demanda de la producción de todo el mundo. Con base en la superficie dedicada al cultivo y al valor de producción, el jitomate es la hortaliza número uno en el mundo y la de mayor valor económico (Muñoz, 2009). A esta hortaliza de fruto se le encuentra en los mercados durante todo el año (SECOFI, 1993; Ojo de Agua, 2007).

El jitomate o tomate rojo (*Solanum lycopersicum* L.) es la hortaliza más popular y aceptada en la cultura gastronómica de la mayoría de los países. A nivel mundial se rebasan los 3 millones de hectáreas cosechadas de jitomate anualmente, con una producción promedio que fluctúa alrededor de los 86 millones de toneladas por año. México ocupa la decima posición en producción de jitomate y es el tercer país exportador de esta importante hortaliza. En México, los productos derivados del jitomate son: pasta de jitomate, jitomate en conserva, jugo de jitomate, salsa de jitomate (catsup) y diversas salsas picantes con jitomate, entre otros productos. En México, como en casi todos los países consumidores, la calidad del jitomate (sabor, color, tamaño, etc.) se sobrepone al precio y valor nutritivo al momento de la elección de compra por parte del consumidor final (Cofupro, 2003).

En 2009, se exportaron 1 millón 111 mil toneladas, de las cuales el 99.2% se vendieron a los mercados de Estados Unidos y el resto a Canadá y Japón. Sin embargo, aproximadamente 49 mil 770 toneladas fueron reintroducidas al país en forma de ensaladas, jugos, preparaciones alimenticias y comidas enlatadas.

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 (FAO, 2012).

2.2. Producción mundial del jitomate

El jitomate es una solanácea de gran importancia económica en el mundo (Kinet y Peet, 1997). Se cultiva en más de cien países, tanto para consumo en fresco como para su industrialización; los diez principales productores concentran más del 80% del total mundial los cuales son: China, Estados Unidos, India, Egipto, Turquía, Italia, Irán, España, Brasil, y México, siendo los tres primeros los que marcan las tendencias de precios y consumo mundiales (FAO, 2012). Durante el periodo del 2010, países como India, Italia, Irán, Turquía, Egipto, España y Brasil, mostraron variación en su producción, mientras que México se mantuvo constante en el décimo lugar dentro de los 10 principales productores de jitomate (Cuadro 1).

Cuadro 1. Producción, superficie cosechada y rendimiento de los principales países productores de jitomate en el 2010.

País	Producción de jitomate consumo fresco (ton)	Superficie cosechada (Ha)	Rendimiento (Kg/Ha)
China	41879684	924735	50950.9
Estados Unidos	12902000	158590	81081.4
India	11979700	634400	1959.8
Egipto	8544990	216385	39489.8
Turquía	10052000	304000	33065.8
Italia	6024800	118822	50704.4
Irán	5256110	146985	35759.5
España	4312700	58300	73974.3
Brasil	3691320	67992	60511.7
México	2997640	98189	30529.3
Uzbekistán	2347000	63900	36729.3

Fuente: FAO (2012)

2.2.1. Producción nacional de jitomate

En México, el cultivo de jitomate es uno de los más importantes en cuanto a generación de empleo, y su demanda aumenta continuamente, y con ella su cultivo, producción y comercio (SECOFI, 1993). La producción de jitomate durante el periodo del 2007-2010 fue de 2.25 millones de toneladas anuales, con un valor de la producción en 2010 de 14, 887 millones de pesos; la superficie sembrada promedio fue de 60 mil hectáreas, que representan 10.6% del total de la superficie nacional de hortalizas (SIACON-SAGARPA, 2009). La FAO (2012) publica que para el año 2010 la producción global de jitomate en México fue de 2 997 640 toneladas.

En México, los principales estados productores por superficie sembrada en los ciclos primavera-verano y otoño-invierno son: Sinaloa (15 783.98 ha), Michoacán (5 351.75 ha), Baja California (3 722.70 ha), Veracruz (3 245.50 ha), San Luis Potosí (3 129.50 ha), Nayarit (2 933.50 ha) y Tamaulipas (2 128 ha), entre otros (SIAP, 2008).

Indudablemente, el estado que se ha consolidado como el primer productor de jitomate en nuestro país es Sinaloa, que se localiza geográficamente en la región costera del Noroeste del país, relativamente cercano a la frontera con los Estados Unidos de Norteamérica. La producción de jitomate en este estado se ubica principalmente en los Valles de Culiacán, Guasave y del Fuerte, en los cuales se siembran aproximadamente 24000 hectáreas de tomate de vara o tutorado y el industrial, significando una muy importante fuente de empleos y divisas para esta zona, donde se cultivan alrededor de 47000 hectáreas de hortalizas (AARSP, 1993).

Otros estados productores son: Baja California, San Luis Potosí y Nayarit, que junto con Sinaloa producen el 75%; a su vez, son las entidades con mejores rendimientos. El jitomate mexicano es un producto competitivo que cuenta con un mercado sólido, tanto en el interior como en el exterior y con posibilidades de expansión (SIAP-SAGARPA, 2008), aunque actualmente los EUA han impuesto restricciones al jitomate mexicano (De la Torre, 2012)

2.2.2. Consumo de jitomate *per cápita* mundial y nacional

El consumo mundial de jitomate *per cápita* ha crecido a una tasa de 2.2 % anual entre 1976 y 1989. Este incremento está relacionado con el aumento de las comidas fuera del hogar, en particular el desarrollo de la comida rápida (Fast Food), así como la difusión de la comida italiana en todo el mundo, como las pastas y pizzas (San Martín, 2011). Sin embargo, existen diferencias muy significativas entre países, influenciadas por las costumbres y hábitos alimenticios. Así, mientras Grecia, Egipto, Turquía, Italia, España y USA consumen 107, 93, 85, 69, 53 y 37 Kg hab⁻¹ año⁻¹, respectivamente, la India apenas registra 0.1 Kg hab⁻¹ año⁻¹, siendo el promedio mundial de 5.6 kg en el año 1989 y 1990 (Ghezan, 1999).

Macías (2003) menciona que a principios del 2000 el consumo promedio de jitomate procesado en los Estados Unidos era de 35 Kg hab⁻¹ año⁻¹. No obstante,

actualmente tiene una tendencia a la alza en el consumo *per cápita* de 5.7, 5.5, 5.8, 7.8 y 8.5 Kg de jitomate fresco para los años 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 y 2005, respectivamente. Durante ese mismo periodo, el consumo *per cápita* de jitomate procesado fue de 20.4 kg en 1960 y de 32.2 kg en el 2005 (Benton Jones, 2008).

En América Latina se presentan un consumo de jitomate relativamente bajo, especialmente en Perú, Colombia, Brasil, México y Argentina, donde el consumo *per cápita* se ubica por debajo de los 20 kg (FIRA, 2010b).

En México se consume alrededor del 60% de la producción nacional más las importaciones. En el año de 1989, el consumo *per cápita* fue de 18.604 kg por habitante, para el año de 1994 el consumo *per cápita* bajo a 11.064 Kg (ASERCA, 1998), manteniéndose constante del periodo de 2004 a 2008 como se puede observar en el Cuadro 2 (FIRA, 2010a).

Cuadro 2. Consumo *per cápita* de jitomate en México.

Año	Consumo <i>per capita</i> (Kg año⁻¹)
2004	14.3
2005	13.1
2006	10.4
2007	13.2
2008	13.1

Fuente: FIRA (2010)

2.3. Producción

La producción promedio obtenida de jitomate en los principales estados productores durante el periodo 1997/2001 fue de 806,307 toneladas para Sinaloa; de 366,772 toneladas para Baja California; de 195,845 toneladas para Michoacán; de 144,068 toneladas para San Luis Potosí; de 96,803 toneladas para Jalisco; de 66,553 toneladas para Sonora; de 58,818 toneladas para Nayarit; de 54,508 toneladas para Morelos; de 51,453 toneladas para Baja California Sur; y de 37,931 toneladas para el Estado de México (INEGI, 2002).

Dentro del periodo 2000 al 2009, se tuvo en México una reducción del 30% de la superficie sembrada con jitomate, registrando la mayor superficie en el año 2001 con 76 687.80 ha, en tanto que para el año 2009 se tuvo la menor superficie cultivada con 53 572.62 ha de jitomate (SIAP, 2009).

Con respecto a la productividad, hay una tendencia al incremento, el cual está relacionado al aumento gradual de la producción en agricultura protegida (invernaderos y casas sombra) con este cultivo. Del mismo modo, el rendimiento dentro de este mismo periodo, indica un incremento gradual de 27 a 40 t ha⁻¹, lo cual se debe a la innovación tecnológica de producción que impacta inmediatamente en el productor haciendo del jitomate un cultivo más rentable (San Martín, 2011).

2.4. Importancia socioeconómica del jitomate

El cultivo del jitomate en México tiene una trascendencia social muy importante, puesto que una parte considerable de la población económicamente activa se encuentra relacionada directa o indirectamente con este cultivo. El cultivo de jitomate es una fuente muy importante de empleo para un considerable número de familias en México (Cofupro, 2003).

La exportación de jitomate representa para nuestro país una importante fuente de divisas, al ser ubicado como el tercer país exportador de jitomate en el mundo. Para México, el jitomate representa el 41% del total de las exportaciones agrícolas, las cuales, el 22% son exclusivamente jitomates (Moore, 1994).

2.5. Origen

El origen del jitomate (*Solanum lycopersicum L.*), se localiza en Sudamérica y concretamente en la región andina, que se extiende desde el sur de Colombia y el Ecuador hasta el norte de Chile; excepto *Lycopersicon cheesmanii* Riley, el cual

se origina en las Islas Galápagos, donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres (Rodríguez *et al.*, 2001).

El centro de origen del género *Solanum* sección *Lycopersicum* (antes género *Lycopersicon*) es de la región andina, que incluye partes de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile. Todos los parientes silvestres del jitomate son nativos de esta área (Rick, 1973; Taylor, 1986).

Todavía existen aspectos desconocidos con respecto al origen y domesticación del jitomate cultivado. Sin embargo, hay algunos puntos con un grado razonable de certeza (Rick, 1978).

El jitomate cultivado había alcanzado un cierto nivel de domesticación antes de ser llevado a Europa y Asia (Rick, 1978).

La mayoría de los estudios taxonómicos de *Lycopersicon* acreditan a *L. esculentum* var. *Cerasiforme* (DUN) Gray. como el posible antecesor del jitomate cultivado, *L. esculentum*. Esta especie es espontánea en toda América tropical y subtropical, y se ha extendido a lo largo de los trópicos del viejo mundo (Nuez, 2001).

Algunos autores afirman que la domesticación se llevó a cabo en Perú, ya que se introdujo en Italia con el nombre de *Mala peruviana* o *Pomi del Perú* (Candolle, 1883; Luckwill, 1943). Sin embargo, se sabe que se consumía sólo esporádicamente en el Imperio Inca.

La mayor parte de la evidencia apoya la domesticación en Centroamérica y México como la región probable de domesticación. La evidencia lingüística, histórica y genética apoyan esta hipótesis (Esquinas *et al*, 2001).

Estudios con variaciones isoenzimáticas indican que los cultivares europeos muestran una mayor similitud a los cultivares primitivos y las líneas de la variedad *cerasiforme* de México y Centroamérica, que los que vinieron de la región andina (Rick *et al.*, 1974; Rick and Fobes, 1975).

Existen evidencias de que fue domesticado en México (Opeña *et al.*, 2001). Heiner (1969) menciona que ocurrió fuera de su centro de origen, y fue realizado por los primeros pobladores de México. El nombre "tomate" viene del lenguaje náhuatl de México "tomatl" y las variantes han seguido al jitomate en su distribución por el mundo.

2.5.1. Taxonomía

La familia *Solanaceae* consiste en 96 géneros y más de 2800 especies en tres subfamilias, Solanoideae, Cestroideae y Solanineae. *Solanaceae* es una de las familias económicamente más importantes de las angiospermas y que contiene muchas de las plantas cultivadas como el jitomate, papa, chile, berenjena, petunia, y el tabaco. La familia *Solanaceae* es la más variable de todas las especies de los cultivos en términos de utilidad agrícola, es la tercera familia de los cultivos de mayor importancia económica, superada sólo por las gramíneas y leguminosas, y la más valiosa en términos de cultivos hortícolas. Entre todas las familias de plantas, los miembros de las solanáceas son muy diversos en términos de hábito de crecimiento (desde árboles a pequeñas hierbas anuales), hábitat (desde los desiertos hasta el bosque húmedo tropical), y la morfología. Muchas especies de solanáceas han jugado papeles importantes como plantas modelo, como el jitomate, papa, pimiento, tabaco y petunia (Foolad, 2007).

El jitomate es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas, denominada taxonómicamente *Solanum lycopersicum* L. El jitomate es una planta arbustiva de comportamiento perenne en climas benignos, y por ser muy sensible a las heladas se cultiva como anual en la mayoría de los países, según la variedad (Chamarro, 1995; Rodríguez *et al.*, 1997).

Linnaeus (1753) fue el primer taxónomo en clasificar al jitomate cultivado dentro del género *Solanum*, y con el nombre *Solanum lycopersicum* agrupó todas las formas multiloculares cultivadas conocidas hasta esa época. Un año después, Miller (1754) describió al jitomate dentro del género *Lycopersicon* y esta clasificación continuó por muchos años, de ahí que los textos refieren a esta especie como *Lycopersicon esculentum* Mill. No obstante, fue hasta el siglo XX cuando se realizaron estudios taxonómicos más completos, los cuales ubican al jitomate y sus especies silvestres dentro del género *Lycopersicon* (Muller, 1940; Luckwill, 1943). Recientemente y basándose en datos morfológicos y moleculares, se ha readoptado el nombre científico de *Solanum lycopersicum* para el tomate cultivado, mientras que las otras especies de *Lycopersicon* han sido incorporadas al género *Solanum* (Foolad, 2007).

Según el Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS), la CONABIO y Fooland (2007), la clasificación taxonómica aceptada para el jitomate (*Solanum Lycopersicum* L.), es la que se observa en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Clasificación taxonómica del jitomate (*Solanum Lycopersicum* L.) genético.

Reino	Plantae
Subreino	<i>Traqueobionta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Solanum Lycopersicum</i> L.
Variedad	<i>Solanum Lycopersicum</i> L. var <i>lycopersicum</i> L.

The Plants Database (2009).

El jitomate había sido clasificado normalmente como *Lycopersicon esculentum* (L.) Mill. (Moyle, 2007); aunque recientemente el grupo de David Spooner proponen una reclasificación como *Solanum lycopersicum* L. sección *Lycopersicon*: Solanaceae (Peralta y Spooner 2001; Peralta *et al.*, 2005; Spooner *et al.*, 2005).

Mediante el análisis de sitios de restricción del ADN del cloroplasto, se ha identificado al jitomate junto con dos de sus especies silvestres en un solo grupo con especies del género *Solanum* subgénero *Potatoe*, de esta manera se ubica al jitomate como perteneciente al género *Solanum* especie *Solanum Lycopersicum* L. (Spooner *et al.*, 1993). A través de la comparación de secuencias de nucleótidos de las regiones intrónicas del gen que codifica el ARN ribosomal y la realización de un análisis cladístico, se determinó que todas las especies del género *Lycopersicon* y dos especies del género *Solanum* subgénero *Potatoe* conformaron un mismo grupo, confirmando la inclusión del jitomate cultivado y sus especies relacionadas dentro del género *Solanum* sección *Lycopersicum* (Marshall *et al.*, 2001).

Solanum sección *lycopersicum* incluye el jitomate cultivado (antes *Lycopersicon esculentum*) y 12 especies silvestres. *Solanum lycopersicum* es la única especie domesticada (Peralta *et al.*, 2006). En México, el jitomate silvestre se encuentra ampliamente distribuido en zonas de reserva ecológica y asociado a campos de cultivos, donde eventualmente suele convertirse en maleza (Rodríguez *et al.*, 2003; Sánchez *et al.*, 2006). México cuenta con una gran diversidad de jitomate nativo (Flores, 2011). Dentro de los jitomates nativos existen una variedad de formas y tamaños como arriñonados, ojos de venado, cherry, tipo pimiento morrón (*bell pepper*), los cuales son muy demandados por los consumidores locales desde Sinaloa hasta Yucatán, México (Ortega *et al.*, 2000; Rodríguez *et al.*, 2006; Lobato *et al.*, 2012).

2.5.2. Habito de crecimiento

Dentro de las numerosas variedades de jitomate, existen las de tipo determinado e indeterminado (Figura 1), además de variedades de comportamiento intermedio. Esta característica está regulada genéticamente, pero varía de acuerdo con su adaptación a los diferentes climas y condiciones del suelo (Von Haeff, 1983).

2.5.2.1. Crecimiento determinado

Son plantas arbustivas, con un tamaño de planta definido, donde en cada extremo del crecimiento aparece una yema floral, tienen períodos restringidos de floración y cuajado. En cultivares determinados, la primera inflorescencia aparece normalmente tras la 5ª a 7ª hoja (Nuez, 2001). El tamaño de la planta varía según el cultivar, y se pueden encontrar plantas compactas, medianas y largas, en donde para las dos últimas clasificaciones es necesario poner tutores. La mayoría de cultivares de tomate de pasta o cocina sembrados en el país entran en esta clasificación; aunque también hay muchos cultivares de ensalada (Nuño, 2007).

2.5.2.2. Crecimiento indeterminado

Son plantas donde su crecimiento vegetativo es continuo, pudiendo llegar su tallo principal hasta unos 10 m. de largo o más, si es manejado a un solo eje de crecimiento, las inflorescencias aparecen lateralmente en el tallo. La primera inflorescencia suele aparecer tras la 7ª a 11ª hoja (Nuez, 2001). El manejo incluye eliminar los brotes laterales y enredar el tallo a un hilo de soporte. Este tipo de crecimiento es el preferido para cultivarse en invernadero (Corpeño, 2004).

Las variedades comerciales se eligen de acuerdo a la región donde se va a producir el jitomate, adoptando semillas que formen plántulas indeterminadas o determinadas con un buen porcentaje de germinación, vigor, resistencia a plagas, enfermedades y altos rendimientos. El tipo de jitomate a sembrar dependerá del propósito de consumo y el mercado de destino (Bautista *et al*, 2008).



Figura 1. Esquema de los hábitos de crecimiento del jitomate indeterminado (izquierda) y determinado (derecha). En el indeterminado cada inflorescencia, se alterna con tres hojas, creciendo indefinidamente. En el determinado, el crecimiento finaliza, en una inflorescencia, al faltar el brote que lo prolongue.

En México se cultivan una gran variedad de jitomates, los cuales para fines prácticos pueden ser clasificados, según la SAGARPA, como: jitomate cherry, jitomate riñón, jitomate saladette y jitomate bola.

2.5.3. Forma del fruto

Todos los cultivares de jitomate que existen actualmente en el mercado difieren de mucho en la forma del fruto, pueden ser ovalados, bola, alargados, tipo pera, tipo berenjena, etc., los defectos en la forma se asocian con una pobre polinización y el desarrollo irregular de algunos lóculos, y pueden afectar la apariencia, firmeza, la disminución del contenido de sólidos solubles, etc. (Kader, 1986). Este carácter tiene una fuerte componente genética; algunos ejemplos son los genes fs8.1 (Fruit shape 8.1), fw2.2 (Fruit weight) y el gen lcn2.1 (locule number 2.1) que definen la forma del fruto (Kader, 1986).

2.6. Mejoramiento genético

En el caso del jitomate, existen numerosas especies silvestres del género *Solanum* que son consideradas como un importante recurso para generar variabilidad genética en los programas de mejoramiento (Casas, *et. al.*, 2003).

El mejoramiento en jitomate se ha orientado a resolver problemas de producción, resistencia a enfermedades y calidad de fruto. Sin embargo, se dispone de poca información que incluya aspectos de calidad. Los esfuerzos realizados por mejorar la calidad de fruto han tenido éxito limitado, debido a las complejas interacciones entre los diferentes componentes de los frutos, las características de la planta y del ambiente (Stevens y Rick, 1993).

El trabajo del mejorador se facilita cuando los caracteres de interés son de fácil evaluación y altamente heredables (Jones, 1986). Algunos de éstos en los que se ha puesto atención, por ser importantes en la calidad, son la medición y evaluación de los sólidos solubles totales (SST), acidez titulable (AT), pH y color (Stevens, 1973).

Existen genes como el dark green (dg), high pigment (hp) y old gold/crimson (og^c) que al incrementar el contenido de licopeno y coloración del fruto, afectan de manera favorable la calidad de la fruta (Wann, 1997).

Científicos de las universidades de Toronto y California han obtenido un jitomate transgénico capaz de crecer en suelos de alta salinidad. Los investigadores, dirigidos por Eduardo Blumwald, de la Universidad de California en Davis, han aumentado la actividad de un gen del jitomate que dirige la síntesis de una proteína llamada *proteína de transporte*. Esta proteína captura los iones salinos, los introduce en las células de las hojas del jitomate. De esta forma, los jitomates transgénicos no sólo son capaces de crecer en suelos muy salinos, sino que retiran buena parte de la sal del terreno (Anónimo, 2010 a).

Científicos del Instituto Nacional de Investigación Genómica Vegetal en Nueva Delhi (India) han ampliado la duración de la vida del jitomate tras su recolección en unos 30 días, al suprimir enzimas que promueven la maduración. Los científicos, dirigidos por Asis Datta, identificaron dos enzimas, la alfa-manosidasa (alfa-Man) y la beta-D-N-acetilhexosaminidasa (beta-Hex), que se acumulan en los jitomates en fases críticas de su maduración. Utilizaron técnicas de modificación genética para “silenciar” las enzimas en los jitomates e indican que los jitomates experimentales que carecían de alfa-Man eran aproximadamente 2,5 veces más firmes que los convencionales y que aquéllos que carecían de beta-Hex eran 2 veces más firmes (Anónimo, 2010 b).

Los genes mutantes involucrados en el proceso de maduración (rin, inhibidor de maduración, nor, no-madura), se utilizan para desarrollar variedades de vida útil larga, especialmente para la producción de jitomates maduros de invernadero. Los cruces entre un pariente rin con un pariente normal generan plantas con frutos de comportamiento de maduración intermedia, y por tanto de vida útil más larga. Los frutos de variedades de vida útil larga mantienen su firmeza durante el almacenamiento por más tiempo que los de variedades convencionales, pero pueden tener menor calidad sensorial. El desarrollo del color rojo también puede reducirse en las variedades de vida útil larga ya que tienen tasas de producción de etileno menores. Los jitomates han servido también como un cultivo modelo para la modificación molecular de los genes asociados con la producción de etileno y las actividades de las enzimas de la pared celular. Las variedades transgénicas modificadas en sus características de maduración y almacenamiento, pueden proporcionar aún más opciones en las operaciones de manejo postcosecha de jitomates para el mercado en fresco (Escalona *et al*, 2009).

El aumento del rendimiento se ha logrado mediante el mejoramiento para tolerancia al calor, para la producción bajo condiciones calientes y húmedas. Debido a las dificultades asociadas con la selección fenotípica para un rendimiento mejorado, recientemente, mediante los marcadores moleculares se

han identificado los rasgos que están directa o indirectamente relacionados con el rendimiento en jitomate (Foolad, 2007).

El jitomate es susceptible a más de 200 enfermedades causadas por hongos patógenos, bacterias, virus o nemátodos; las especies silvestres de jitomate se han utilizado como la fuente de resistencia para todas las enfermedades de jitomate (Lukyanenko, 1991). El uso de la tecnología de los marcadores para el mejoramiento a resistencia de enfermedades en plantas de jitomate se está convirtiendo en un procedimiento de rutina. El objetivo final es eliminar o reducir significativamente el uso de pesticidas en la producción de jitomate, mediante el uso de la resistencia del huésped (Foolad, 2007).

El jitomate cultivado está sujeto al ataque de numerosos insectos, incluyendo varias especies de ácaros, moscas blancas, áfidos, lepidópteros (gusano del fruto del tomate, gusano soldado, gusano bellotero del algodón, gusano soldado del sur), Coleoptera (escarabajo colorado de la papa y el escarabajo pulga del tabaco), Diptera (minadores y mosca de la fruta), trips, y gusanos cortadores, muchos de ellos capaces de causar pérdidas devastadoras. La resistencia a insectos en jitomate ha recibido una atención considerablemente menor que la resistencia a enfermedades, y pocos cultivares comerciales se han desarrollado con la resistencia a insectos específicos (Tigchelaar, 1986). El mejoramiento para resistencia a insectos en jitomate ha encontrado más dificultades que para el mejoramiento a resistencia a enfermedades. Se espera que la identificación de marcadores asociados con la resistencia a insectos y el uso de MAS ayudará a aliviar algunas de las dificultades en el desarrollo de cultivares resistentes (Muigai *et al.*, 2003).

La creación de nuevas variedades ha adquirido gran importancia en los últimos años, como resultado de nuevas técnicas, de nuevas exigencias agrícolas e industriales, y de problemas derivados de la presencia de nuevas enfermedades y plagas (Escalona *et al.*, 2009).

En México son muy pocas las instituciones y científicos dedicados al estudio, conservación y mejoramiento genético de jitomate; algunas instituciones públicas que están trabajando en el mejoramiento en esta hortaliza son: Universidad de Guadalajara (UDG), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo, Universidad Agraria Autónoma Antonio Narro (UAAAN), entre otras. En el INIFAP de Saltillo, Coahuila tienen un programa de investigación de Hortalizas trabajando con los efectos genéticos y la heterosis del jitomate en campo e invernadero, para desarrollar híbridos y variedades, incrementar variabilidad genética y evitar la erosión genética (Sánchez *et al*, 2010). El programa de mejoramiento genético de Jitomate para invernadero de la UACH, comenzó un proyecto con la realización de cruzamientos dialélicos entre grupos de variedades e híbridos comerciales, y la posterior selección y derivación de líneas homocigóticas, para la formación de híbridos. Los híbridos experimentales, así como sus progenitores, se encuentran en evaluación de rendimiento y calidad de fruto (Mendoza, 2010). En el Colegio de Postgraduados, el Dr. Ricardo Lobato Ortiz, dentro de la Línea Prioritaria de Investigación 6 (LPI-6) y el Sistema Nacional de los recursos genéticos (SINAREFI), se ha dado a la tarea de coleccionar, caracterizar y conservar el germoplasma nativo de México (Lobato *et al.*, 2010; Lobato *et al.*, 2012) a través del programa de Conservación y Mejoramiento de los Recursos Genéticos del Jitomate en México que combina germoplasma nativo mexicano, material élite y parientes silvestres.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Material genético para el primer ciclo

Consistió en la selección de siete híbridos de jitomate de crecimiento indeterminado, de diferentes casas comerciales (Cuadro 4).

Cuadro 4. Materiales utilizados en el primer ciclo de evaluación.

GENEALOGIA	ORIGEN	HÁBITO DE CRECIMIENTO	TIPO
SUN 7705	NUNHEMS	Indeterminado	Saladette
LORETO	SEMINIS	Indeterminado	Saladette
MOCTEZUMA	HARRIS MORAN	Indeterminado	Saladette
CUAUCTEMOC	HARRIS MORAN	Indeterminado	Saladette
RESERVA	VILMORIN	Indeterminado	Saladette
ESPARTACO	HARRIS MORAN	Indeterminado	Saladette
CID	HARRIS MORAN	Indeterminado	Saladette

3.2. Sitio experimental

El primer ciclo experimental se realizó en condiciones de invernadero e hidroponía en los invernaderos del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Estado de México.

3.3. Solución nutritiva

Se utilizó la solución nutritiva Steiner (1984) suplementada con micronutrientes, la cual consiste en restar los aniones y cationes (Cuadros 5 y 6). Ésta se suministró al cultivo en un sistema de riego por goteo. La solución nutritiva se aplicó a partir del trasplante y se midió el pH de la solución con un potenciómetro modelo HI98108 para ajustarla en un intervalo de 5.5 a 6.0.

Cuadro 5. Composición química de la solución nutritiva (meq L-1) empleada en el experimento.

P.O (atm)	NO₃⁻	H₂PO₄⁻	SO₄⁻²	K⁺	Ca⁺²	Mg⁺²
0.072	12	1	7	7	9	4

P.O.=Presión osmótica.

Los fertilizantes comerciales y reactivos utilizados en la preparación de la solución nutritiva se muestran en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Preparación de la solución nutritiva Steiner con indicadores de cantidades de fertilizantes y reactivos disueltos en 1 100 L de agua.

Producto	Peso molecular	Peso equivalente	Steiner (me/L)	Solución Steiner (g/1,100L)
Reactivos				
H ₂ SO ₄	--	--	--	30 mL
H ₃ PO ₄ , 85% densidad 1.7 g/mL	98	32.7	1	131mL
Fertilizantes y sales				
Ca (NO ₃) ₂ 4 H ₂ O (155%N, 19% Ca)	236	118.08	9	861
K (NO ₃)	101	101.11	3	442
K ₂ SO ₄ (52% K ₂ O)	174	87.14	4	114
MgSO ₄ 7 H ₂ O	246.3	123.24	4	512

Los microelementos se adicionaron como se muestra en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Concentración de micronutrientes para solución nutritiva.

Sal	g/1,1000L**
H ₃ BO ₃	4.5
Mn SO ₄ H ₂ O	12
Zn SO ₄ 7 H ₂ O	2.5
Cu SO ₄ 5 H ₂ O	4
FeSO ₄ 7 H ₂ O	33.5

3.4. Unidad y diseño experimental

Los siete genotipos se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y cinco plantas por repetición, con un total de 210 unidades experimentales. La unidad experimental consistió de cinco bolsas de polietileno negro (40 x 40) con “tezontle rojo” utilizado como sustrato por genotipo.

3.5. Establecimiento y manejo del experimento del ciclo uno

La evaluación del primer ciclo se realizó durante los meses de Marzo a Septiembre del 2011, la siembra se realizó el día 22 de Marzo del 2011 en charolas de poliestireno de 200 cavidades con “peat moss” como sustrato. Se humedeció hasta punto de escurrimiento, colocando 2 semillas por cavidad, por cada genotipo, utilizando 20 celdas por cada uno de los genotipos. Las semillas se depositaron a 0.5 cm de profundidad aproximadamente y se cubrieron con el mismo peat moss. Se estibarón las charolas durante cuatro días para conservar la humedad del sustrato y favorecer la germinación. Posteriormente se distribuyeron en unos bancales dentro del invernadero. Se regaron con agua hasta que tuvieran sus dos primeras hojas verdaderas, después se regaron con solución nutritiva Steiner al 50% hasta el día del trasplante.

Un día antes del trasplante se aplicó un riego pesado al sustrato de tezontle para mantenerlo húmedo antes del trasplante. El trasplante se realizó a los 45 días después de la siembra (23 de Abril del 2011). Se seleccionaron las mejores plantas de cada genotipo, eliminando las plantas más pequeñas, enfermas y los mutantes o plantas fuera de tipo. La cantidad de la solución nutritiva universal aplicada se fue modificando con respecto a la altura de los genotipos de crecimiento indeterminado. Se aplicaron cuatro riegos durante todo el ciclo, modificando solamente el gasto diario por planta, los primeros riegos, que fueron del trasplante hasta una altura aproximada de los genotipos indeterminados de 1.60 metros o cuatro racimos, tuvieron un gasto de 0.500 L/día por planta con

solución Steiner al 100%; a partir de los 2.0 m o del quinto racimo se modificó el gasto de 0.500 L a 1.2 L día por planta.

Durante el ciclo del cultivo se presentó una pequeña población de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) dispersa en el cultivo a los dos meses del trasplante, el control se realizó con dos aplicaciones mensuales de Confidor® (ingrediente activo imidacloprid) con una dosis de 0.5 mL L⁻¹. Para la prevención de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) se hizo una aplicación mensual con Ridomil Gold® 250 g 100 L⁻¹ de agua (*i.a.* Metalaxil M + clorotalonil) como preventivo durante todo el ciclo agrícola.

Las plantas se condujeron a un solo tallo, para esto se eliminaron los brotes axilares del tallo principal cada 15 días durante todo el ciclo de cultivo; ésta práctica se hizo manualmente, se inició a los 35 días después del trasplante y hasta concluir el ciclo de cultivo. El objetivo de podar las yemas axilares fue guiar la planta de jitomate a un solo tallo y mantener el tallo de la planta con un crecimiento vertical.

Para poder lograr un mejor manejo a las plantas se realizó el tutoreo a los 41 ddt; éste consistió en colocar en la parte superior del invernadero, dos hilos de alambre, sujetos sobre la estructura del invernadero para que sirvieran de soporte para afianzar los hilos de rafia amarrados sobre el tallo de la planta.

Los genotipos se despuntaron a los 83 ddt (14/07/2011), esto se hizo para evitar que siguieran creciendo las plantas y para acelerar la maduración de los frutos.

Para asegurar una buena polinización y amarre de los frutos, por la mañana (10:00 am) se movían diariamente los alambres y la rafia manualmente para que volara el polen y la polinización fuera más homogénea.

3.6. Cosecha

Se realizó manualmente y por racimo, esto dependió de cómo fueran madurando los frutos, al mismo tiempo se fueron midiendo algunas variables. El primer corte se realizó a los 82 ddt (13/07/2011) para todos los tratamientos. Los frutos se colectaron cuando el racimo tuvo de tres a cuatro frutos maduros (color rojo-rosa). El segundo corte se realizó a los 94 ddt (25/07/2011), la tercera y última cosecha se realizó a los 136 ddt (5/09/2011).

3.7. Variables evaluadas

Durante el ciclo agrícola se midieron un total de 15 características cuantitativas, las cuales se dividieron en dos grupos, el primer grupo estuvo conformado con variables que se tomaron en planta y el otro grupo consistió en variables que se tomaron en el fruto (Cuadro 8).

Cuadro 8. Variables evaluadas en los genotipos F₁ (C1).

Variables de la planta	Variables del fruto
Días a floración (DFL)	Peso promedio de fruto (PPF)
Días a madurez (DM)	Diámetro de fruto (DF)
Número total de frutos por planta (NTF)	Longitud de fruto (LF)
Altura de planta (AP)	Peso total de fruto por planta (PTF)
Diámetro de planta (DP)	°Brix (SST)
Número de racimos de fruto (NRFR)	Acidez/PH (pH)
Número de racimos florales (NRFL)	Firmeza (FIR)
Número de frutos por racimo (NFRXR)	
Número de flores por racimo (NFLXR)	

3.7.1. Variables en planta

- 1. Días a floración (DFL1, DFL2 y DFL3).** Se empezó a tomar del primer racimo hasta el tercer racimo floral, cada tercer día cuando el racimo tuviera una flor bien abierta.

2. **Días a madurez (DM1, DM2 y DM3).** Se tomó del primer racimo hasta el tercer racimo, cada tercer día cuando el racimo tuviera un fruto de color rojo.
3. **Altura de planta (AP).** Se midió con un flexómetro, desde la base de la planta hasta la parte superior del ápice de la planta, a los 82 ddt.
4. **Número total de frutos por planta (NTF).** Se obtuvo sumando el número de frutos cosechados de cada planta en cada una de las 3 fechas de cosecha.
5. **Diámetro de planta (DP).** Se tomó con un vernier digital a una altura aproximadamente de la mitad de cada planta a los 82 ddt.
6. **Número de racimos de fruto (NRFR).** Se contó el número de racimos que ya estuvieran bien formados a los 82 ddt.
7. **Número de racimos florales (NRFL).** Se contó el número de racimos que tuvieran solo flores a los 82 ddt y los racimos en estado de botón floral.
8. **Número de frutos por racimo (NFRXR).** Se contó el número de frutos bien formados (polinizados) del tercer racimo.
9. **Número de flores por racimo (NFLXR).** Se contó el número total de flores en el tercer racimo.
10. **Peso total de fruto por planta (PTF).** Se obtuvo mediante la suma del peso total de frutos en las 3 fechas de cosecha de cada planta.

3.7.2. Variables en fruto

- 1. Peso promedio de fruto (PPF).** Se tomó el promedio de cinco frutos representativos del tercer racimo de cada planta y cada uno de los genotipos.
- 2. Diámetro de fruto (DF).** Se determinó en la parte media del fruto. La medición se realizó con un vernier digital a cinco frutos representativos del tercer racimo y se obtuvo un promedio de los cinco datos obtenidos de cada planta.
- 3. Longitud de fruto (LF).** La longitud del fruto se determinó desde la zona del pedúnculo a la zona apical. La medición se realizó con un vernier digital a cinco frutos representativos del tercer racimo y se obtuvo un promedio de los cinco datos obtenidos de cada planta.
- 4. Sólidos Solubles Totales (SST).** La concentración en sólidos solubles de los jugos se expresó en °Bríx. Se utilizó un refractómetro marca ATAGO modelo PAL-1, el cual se calibró primero con agua destilada, (el índice de refracción del agua es de 1.3330 que corresponde al 0% de sólidos solubles), posteriormente se colocó una gota del jugo de jitomate y se tomó la lectura, esta determinación se realizó para cinco frutos del mismo genotipo y para cada una de las plantas de cada repetición y de cada bloque. Se obtuvo el promedio de los cinco frutos para tener un solo dato de cada planta. El equipo se lavó con agua destilada entre cada muestra.
- 5. Acidez/pH (pH).** Se utilizó un potenciómetro marca HANNA instruments, modelo pHep-HI98107, el cual se calibró primero con la Solución Tampón pH 7.01, se puso en un vaso limpio la solución Tampón pH 7.01, se introdujo el electrodo del potenciómetro, se dejó que se estabilizara la lectura y con un pequeño desarmador se giró el Potenciómetro de calibración pH 7 hasta que la pantalla mostrara 7.0. Se enjuagó el electrodo con agua normal y se sumergió en la

solución Tampón pH 4.01, se dejó que se estabilizara la lectura y con el desarmador se giró el potenciómetro de calibración pH4/10 hasta que la pantalla marcara 4.0. Posteriormente en un vaso se hizo una mezcla de cinco frutos representativos del tercer racimo, moliéndolos para poder obtener jugo de los frutos, se introdujo el potenciómetro en el vaso con el jugo del fruto y se leyó la lectura de la pantalla del potenciómetro, esta determinación se realizó para cada genotipo de cada repetición y de los tres bloques. El electrodo del potenciómetro se lavó con agua destilada entre cada muestra.

6. Firmeza (FIR). Se midió con un Texturometro universal marca FOR CEFIVE (Modelo FDV-30, de 30 Lb a 0.01 Lb=5.926447 N). La penetración de los frutos de jitomate se realizó con un puntal cónico de 0.8 mm. Los frutos se penetraron a una profundidad de 30mm aproximadamente con la sonda, determinado la fuerza necesaria para penetrar cada uno de los frutos. Se tomaron dos lecturas en dos puntos diferentes de la zona ecuatorial del fruto de jitomate y fue expresada como el promedio de ambas lecturas en Newtons-fuerza (N-f).

3.8. Extracción de Semilla

En el invernadero se procedió a seleccionar las mejores tres plantas de cada uno de los genotipos para poder obtener su semilla F_2 y poder generar la siguiente generación filial, la selección de las mejores plantas consistió en observar el porte de la planta, la sanidad de la planta, el tamaño de fruto, el número de racimos de fruto, el número de frutos por racimo, y la forma del fruto.

De las tres plantas seleccionadas del mismo genotipo se juntaron todos los frutos en una misma bolsa, se partieron y se procedió a extraer la semilla, las cuales se depositaron en una malla de colador para lavarlas perfectamente y poder retirarles el mucilago, se lavaron con abundante agua hasta que quedaran bien limpias y se procedió a ponerlas en un papel periódico para ponerlas a secar al sol. Una vez secas, las semillas fueron depositadas en sobres con sus respectivos datos pasaporte.

3.9. Productividad y calidad en híbridos de jitomate y en sus generaciones

F₂

Esta etapa consistió en evaluar los mejores siete híbridos de jitomate tipo saladette de crecimiento indeterminados que se sembraron en el primer ciclo y sus respectivas F₂ (Cuadro 9).

Cuadro 9. Materiales F₁ y F₂ utilizados en el segundo ciclo para generar las siguientes generaciones filiales.

GENEALOGIA	ORIGEN	HÁBITO DE CRECIMIENTO	TIPO
SUN 7705	NUNHEMS	Indeterminado	Saladette
SUN 7705-F ₂	CP-11801	Indeterminado	Saladette
LORETO	SEMINIS	Indeterminado	Saladette
LORETO-F ₂	CP-11802	Indeterminado	Saladette
MOCTEZUMA	HARRIS MORAN	Indeterminado	Saladette
MOCTEZUMA-F ₂	CP-11803	Indeterminado	Saladette
CUAUCTEMOC	HARRIS MORAN	Indeterminado	Saladette
CUAUCTEMOC-F ₂	CP-11804	Indeterminado	Saladette
RESERVA	VILMORIN	Indeterminado	Saladette
RESERVA-F ₂	CP-11805	Indeterminado	Saladette
ESPARTACO	HARRIS MORAN	Indeterminado	Saladette
ESPARTACO-F ₂	CP-11806	Indeterminado	Saladette
CID	HARRIS MORAN	Indeterminado	Saladette
CID-F ₂	CP-11822	Indeterminado	Saladette

3.10. Sitio experimental

El experimento se realizó en condiciones de invernadero e hidroponía en los invernaderos del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Estado de México.

3.11. Solución nutritiva

Se utilizó la solución nutritiva Steiner (1984) suplementada con micronutrientes. Se suministró al cultivo con el sistema de riego por goteo. La solución nutritiva se aplicó a partir del trasplante y se midió el pH de la solución con un potenciómetro modelo HI98108 para que se mantuviera en un intervalo de 5.5 a 6.0.

3.12. Unidad y diseño experimental

Los siete genotipos y sus respectivas F_2 se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y cinco individuos por repetición, con un total de 400 unidades experimentales. La unidad experimental consistió de cinco plantas en cinco bolsas de polietileno negro (40 x 40) con "tezontle rojo". Las bolsas se perforaron en la parte inferior para permitir el drenaje del exceso de agua.

3.13. Establecimiento del experimento

La evaluación de las generaciones F_1 y F_2 se realizó durante los meses de Agosto de 2011 a febrero del 2012. La siembra se realizó el 18 de Agosto del 2011 en charolas de poliestireno de 200 cavidades con "peat moss" como sustrato. Se humedeció hasta punto de escurrimiento, colocando 2 semillas por cavidad, por cada genotipo, utilizando 20 celdas por cada uno de los genotipos. Las semillas se depositaron a 0.5 cm de profundidad aproximadamente, se cubrieron con el mismo peat moss. Se estibarón las charolas durante cuatro días para conservar la humedad del sustrato y favorecer la germinación. Posteriormente se distribuyeron en el suelo del invernadero. Se regaron con agua hasta que tuvieran sus dos primeras hojas verdaderas, después de lo cual se comenzaron a regar con solución nutritiva Steiner al 50% hasta el día del trasplante.

Un día antes del trasplante se aplicó un riego pesado al sustrato de tezontle para mantenerlo húmedo antes del trasplante. El trasplante se realizó a los 52 días después de la siembra (8 de Octubre del 2011). Se seleccionaron las mejores plantas de cada genotipo, eliminando las plantas más pequeñas, enfermas y plantas fuera de tipo (mutantes). La cantidad de la solución nutritiva universal aplicada se fue modificando con respecto a las etapas fenológicas de los genotipos. Se aplicaron cuatro riegos durante el ciclo, modificando solamente el gasto diario por planta; los primeros riegos que fueron del trasplante hasta floración tuvieron un gasto de 0.500 L/día por planta con solución Steiner al 100%, y de floración hasta fructificación tuvieron un gasto de 1.500 L día por planta con solución Steiner al 100%.

Una semana después del trasplante se aplicó Interguzan (ingrediente activo Quintozeno) con una dosis de 1g L^{-1} como preventivo para evitar los hongos de los géneros: *Fusarium sp*, *Pythium sp* y *Rhizotonia solani*. Durante el ciclo del cultivo se presentó mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) dispersa en el cultivo al mes del trasplante, el control se realizó con dos aplicaciones mensuales de Confidor® (ingrediente activo imidacloprid) con una dosis de 0.5 mL L^{-1} . Para la prevención de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) se hizo una aplicación mensual con Ridomil Gold® 250 g 100 L⁻¹ de agua (*i.a.* Metalaxil M + clorotalonil) como preventivo durante todo el ciclo agrícola.

Los genotipos se condujeron a un solo tallo, para esto se eliminaron los brotes axilares del tallo principal cada 15 días durante todo el ciclo de cultivo; ésta práctica se hizo manualmente, y se inició a los 20 días después del trasplante y hasta concluir el ciclo de cultivo. El objetivo de podar las yemas axilares fue guiar la planta de jitomate a un solo tallo y mantener el tallo de la planta con un crecimiento vertical.

Para poder lograr un mejor manejo a las plantas se realizó el tutoreo a los 30 ddt, éste consistió en colocar en los tensores que se encuentran en la parte superior del invernadero los hilos de rafia amarrados sobre el tallo de la planta. En la parte

inferior de la planta se colocó un anillo para tutorear, después se le dieron de dos a tres vueltas en forma de espiral hacia arriba para poder fijarlo al tensor.

Para asegurar una buena polinización y amarre de los frutos, por la mañana (10:00 am) se movían diariamente los alambres y la rafia manualmente para que volara el polen y la polinización fuera más homogénea.

Los genotipos no se despuntaron ya que a los 52 ddt (29/11/2011) cayó una helada que quemó los ápices de todos los genotipos.

3.14. Cosecha

Se realizó manualmente para todos los tratamientos a los 125 ddt (10/01/2012). Una vez que todas las plantas tuvieran todos sus frutos maduros de cada racimo que quedaron después de la helada.

3.15. Variables evaluadas

Durante el segundo ciclo agrícola se midieron 11 características cuantitativas, las cuales se dividieron en dos grupos, el primero consistió en variables que se tomaron en planta y el segundo grupo consistió en variables que se tomaron en el fruto (Cuadro 10).

Cuadro 10. Variables evaluadas en los genotipos F₁ y F₂ (C2).

Variables de la planta	Variables del fruto
Días a floración (DFL)	Peso promedio de fruto (PPF)
Días a madurez (DM)	Diámetro de fruto (DF)
Número total de frutos por planta (NTF)	Longitud de fruto (LF)
Altura de planta (AP)	°Brix (SST)
Peso total de fruto por planta (PTF)	Acidez/pH (pH)
	Firmeza (FIR)

3.15.1. Variables en planta

1. **Días a floración (DFL1, DFL2 y DFL3).** Se empezó a tomar del primer racimo hasta el tercer racimo floral, cada tercer día, cuando el racimo tuviera una flor bien abierta.
2. **Días a madurez (DM1, DM2 y DM3).** Se tomó del primer racimo hasta el tercer racimo, cada tercer día, cuando el racimo tuviera un fruto de color rojo.
3. **Altura de planta (AP).** Se midió con un flexómetro, desde la base de la planta hasta la parte superior del ápice de la planta, a los 52 ddt. (Cuando cayó la helada).
4. **Número total de frutos por planta (NTF).** Se obtuvo sumando el número de frutos cosechados de cada planta.
5. **Peso total de fruto por planta (PTF).** Se obtuvo mediante la suma del peso total de frutos de cada planta.

3.15.2. Variables de fruto

1. **Peso promedio de fruto (PPF).** Se tomó el promedio de cinco frutos representativos del tercer racimo de cada planta y cada uno de los genotipos.
2. **Diámetro de fruto (DF).** Se determinó en la parte media del fruto. La medición se realizó con un vernier digital a cinco frutos representativos del tercer racimo y se obtuvo un promedio de los cinco datos obtenidos de cada planta.

3. Longitud de fruto (LF). La longitud del fruto se determinó desde la zona del pedúnculo a la zona apical. La medición se realizó con un vernier digital a cinco frutos representativos del tercer racimo y se obtuvo un promedio de los cinco datos obtenidos de cada planta.

4. Sólidos Solubles Totales (SST). La concentración en sólidos solubles de los jugos se expresó en °Brix. Se utilizó un refractómetro marca ATAGO modelo PAL-1, el cual se calibró primero con agua destilada, (el índice de refracción del agua es de 1.3330 que corresponde al 0% de sólidos solubles), posteriormente se colocó una gota del jugo de jitomate y se tomó la lectura; esta determinación se realizó para cinco frutos del mismo genotipo y para cada una de las plantas de cada repetición y de cada bloque. Se obtuvo el promedio de los cinco frutos para tener un solo dato de cada planta. El equipo se lavó con agua destilada entre cada muestra.

5. Acidez/pH (pH). Se utilizó un potenciómetro marca HANNA instruments, modelo pHep-HI98107, el cual se calibró primero con la Solución Tampón pH 7.01, se puso en un vaso limpio la solución Tampón pH 7.01, se introdujo el electrodo del potenciómetro, se dejó que se estabilizara la lectura y con un pequeño desarmador se giró el Potenciómetro de calibración pH 7 hasta que la pantalla mostrara 7.0. Se enjuagó el electrodo con agua normal y se sumergió en la solución Tampón pH 4.01, se dejó que se estabilizara la lectura y con el desarmador se giró el potenciómetro de calibración pH4/10 hasta que la pantalla marcara 4.0. Posteriormente en un vaso se hizo una mezcla de cinco frutos representativos del tercer racimo, moliéndolos para poder obtener jugo de los frutos, se introdujo el potenciómetro en el vaso con el jugo del fruto y se leyó la lectura de la pantalla del potenciómetro, esta determinación se realizó para cada genotipo de cada repetición y de los tres bloques. El electrodo del potenciómetro se lavó con agua destilada entre cada muestra.

6. Firmeza (FIR). Se midió con un Texturometro universal marca FOR CEFIVE (Modelo FDV-30, de 30 Lb a 0.01 Lb=5.926447 N). La penetración de los frutos

de jitomate se realizó con un puntal cónico de 0.8 mm. Los frutos se penetraron a una profundidad de 30mm aproximadamente con la sonda, determinado la fuerza necesaria para penetrar cada uno de los frutos. Se tomaron dos lecturas en dos puntos diferentes de la zona ecuatorial del fruto de jitomate y fue expresada como el promedio de ambas lecturas en Newtons-fuerza (N-f).

3.16. Extracción de Semilla

Para la extracción de la semilla se procedió a seleccionar solamente diez plantas de las F_2 en las cuatro repeticiones para así obtener sus F_3 , la selección de las mejores plantas consistió en observar el porte de la planta, la sanidad de la planta, el tamaño de fruto, el número de racimos de fruto, el número de frutos por racimo y especialmente la forma del fruto, ya que hubo segregación en las plantas F_2 y se podía observar plantas con frutos de tipo chile, tipo berenjena, bola, intermedios e iguales a sus progenitores.

De las diez plantas seleccionadas del mismo genotipo, se juntaron todos los frutos de la misma planta en una bolsa, se partieron y se procedió a extraer la semilla, las cuales se depositaron en una malla de colador para lavarlas perfectamente y poder retirarles el mucilago que tienen, se lavaron con abundante agua hasta que quedaran limpias y se procedió a ponerlas en un papel periódico para ponerlas a secar al sol. Una vez secas, las semillas fueron depositadas en sobres con sus respectivos datos pasaporte.

3.17. Análisis estadístico

Con el objetivo de determinar cuál o cuáles fueron los mejores materiales para poder generar germoplasma base para el mejoramiento genético, se efectuó un análisis de varianza y comparación de medias. El análisis se realizó para cada genotipo y para cada carácter evaluado, de manera individual por ciclo y combinado de los dos ciclos (ambientes). Para realizar los análisis de varianza se

usó el modelo lineal general (PROC GLM) de SAS V9 (SAS, 2002). Para comparar los promedios de los híbridos de hábito de crecimiento indeterminado vs sus respectivas generaciones F_2 , se utilizó el procedimiento GLM y el procedimiento CONTRAST. La comparación entre medias de los caracteres medidos a cada genotipo, se realizó con la Prueba de Tukey al 0.05 de probabilidad.

Se estimó la depresión endogámica (DEP%) en el segundo ciclo con los siete híbridos utilizando los promedios de la $F_1 - F_2$, expresada en porcentaje de la F_1 .

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación de catorce caracteres en planta de siete genotipos de crecimiento indeterminado del primer ciclo

4.1.1. Análisis de varianza

Según los cuadrados medios obtenidos del análisis de varianza individual de las siete variedades de híbridos de crecimiento indeterminado evaluados en el primer ciclo (Cuadro 11), los resultados indican que hubo diferencias altamente significativas entre genotipos para las variables DFL1, DM1, NTF, AP y NRFR, significativas para DFL2, DP y NRFL, y no significativas para el resto de las variables.

Los coeficientes de variación (C.V.) en general resultaron de magnitud aceptable (<20%), para todos los caracteres, excepto para NRFL, que tuvo un valor de 26.5%.

4.1.2. Comparación múltiple de medias (Tukey $\alpha = 0.05$)

En el Cuadro 12 se muestran los valores promedio de la variable DFL1. La prueba de separación de medias indicó que Loreto alcanzó el valor más alto (27.8 días), siendo el genotipo más tardío, en comparación con Sun 7705, que fue el material que presentó el valor más bajo (9 días), siendo el material más precoz para la variable. Al respecto, Sánchez (1997) menciona que la precocidad es importante en el arquetipo de un racimo, donde se busca obtener varios ciclos por año, y que la mayor productividad puede estar basada en aspectos fisiológicos que conducen a la construcción de un aparato fotosintético eficiente en menos tiempo de crecimiento de los frutos, pero a tasas mayores. Para el resto de los genotipos se formaron dos grupos, en el primer grupo se encontraron cuatro genotipos que

fueron desde los 22.8. hasta 24 ddt, en el otro grupo solo estuvo Reserva con un valor de 20.5 ddt.

Para la variable DFL2 se detectaron diferencias significativas en la prueba de separación de medias. Loreto alcanzó el valor más alto con un valor de 34.8 días, siendo el genotipo más tardío, en comparación con Sun 7705, Reserva y CID, que fueron los materiales que presentaron los valores más bajos, los cuales fueron de 37.5, 37.3 y 36.8 ddt respectivamente, siendo los más precoces. Los otros tres genotipos se agruparon entre valores desde los 31.5 a los 32.3 ddt, donde las medias no difirieron estadísticamente entre sí.

Para maduración al primer racimo (DM1), se encontraron diferencias altamente significativas, siendo Loreto el híbrido que más tardó en llegar a la madurez, el cual fue de 85.8 días, en comparación con Sun 7705, que fue el material que presentó el valor más bajo con 74 días, siendo este el material más precoz. En el resto de los genotipos no hubo diferencias significativas. Se puede decir que la precocidad y la maduración son aspectos muy importantes en la selección de genotipos de jitomate (Sánchez, 1997), y de acuerdo con los resultados encontrados, es posible discriminar entre los genotipos evaluados, pues debido a su diferente origen se infiere que poseen una composición genética contrastante, ya que proceden de diferentes compañías dedicadas a la venta de semilla de híbridos de jitomate, por lo tanto proceden de diferentes progenitores.

Para la variable NTF se encontraron diferencias altamente significativas, destacando los genotipos CID, Reserva y Espartaco, los cuales resultaron estadísticamente iguales entre sí, alcanzando los valores más altos, cuyo número total de frutos fue de 62.8, 60 y 54.3 respectivamente, superiores a los valores de Loreto y Moctezuma, los cuales fueron de 39.3 y 37, que fueron los materiales que tuvieron NTF más bajo. Sun 7705 y Cuauhtémoc formaron un grupo, siendo estadísticamente iguales entre ellos. Con respecto a la variable NRFR, se observaron diferencias altamente significativas, siendo Reserva y CID los que alcanzaron los valores más altos con 7.8 y 7 racimos, resultando superiores a los

otros cinco genotipos cuyos números de racimos estuvieron en un rango de 5.8 y 6.5 racimos. Estas dos variables estuvieron altamente relacionadas, ya que Reserva y CID fueron los que tuvieron el número más alto para ambas variables (NTF y NRFR), lo que se puede atribuir a que estos materiales tuvieron entrenudos cortos, en comparación con Loreto y Moctezuma, que son genotipos con entrenudos más largos, estos materiales tuvieron un menor NRFR, y por lo tanto también un menor NTF.

Para AP se detectaron diferencias altamente significativas, siendo cinco genotipos los que tuvieron las alturas mayores, entre ellos fueron estadísticamente iguales, con promedios desde los 250.6 hasta 220.1 cm. SUN 7705 y Loreto fueron los materiales que reportaron menor AP con valores de 218.7 y 195.1 cm. Estos resultados, junto con los de las otras variables, indican la amplia variación genética que tienen los siete materiales, ya que de nueve de las doce variables evaluadas, al menos un genotipo sobresale de los demás.

También se encontraron diferencias significativas para los promedios de la variable DP, formándose dos grupos; en el primero se agruparon cinco genotipos con un rango de 12 a 13.6 cm., y en el segundo grupo se encontraron los híbridos CID y Espartaco con valores que fueron de 11.4 y 11.2 cm. respectivamente. El primer grupo resultó superior, con promedios que fueron de los 13.6 hasta los 11.8 mm, siendo Reserva el mejor híbrido para esta variable con un valor de 13.6 cm de diámetro. Para las variables DM2, PTF, NRFL, NFRXR y NFLXR no se encontraron diferencias significativas entre los genotipos.

Cuadro 11. Análisis de varianza individual y coeficientes de variación de catorce caracteres evaluados en siete híbridos de crecimiento indeterminado del primer ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

F.V	G.L	G.L	DFL1	DFL2	DM1	DM2	PTF	NTF	AP	DP	NRFL	NRFR	NFRXR	NFLXR
REP	R-1	3	6.4	0.0952	1.8	1.4	62090.5	24.2	147.6	1.3	0.0952	0.3810	1.1	0.2381
GEN	G-1	6	137.8**	12.1*	62.3**	13.5	1045365.7	416.5**	1716.5**	3.2*	0.6190	2.1**	2.3	1.5
ERROR	(R-1)(G-1)	18	8.4	3.5	5.7	6.7	440196.4	25.4	183.4	0.7241	0.2063	0.2698	1.6	1.27
TOTAL	RG-1	27												
CV (%)			13.6	6.0	3.0	2.9	18.4	10.3	5.9	6.9	26.5	8.1	20.1	14.7

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; REP: repeticiones; GEN: genotipos; CV: coeficiente de variación; *, ** Significativo al 5% ($p \leq 0.05$) y al 1% ($p \leq 0.01$), respectivamente; DFL1: días a floración del primer racimo; DFL2: días a floración del segundo racimo; DM1: días a maduración del primer racimo; DM2: días a maduración del segundo racimo; PTF: peso total de frutos por planta (g); NTF: número total de frutos por planta; AP: altura de planta (cm); DP: diámetro de planta (mm); NRFL: número de racimos de flor; NRFR número de racimo de fruto; NFRXR: número de frutos por racimo; NFLXR: número de flores por racimo.

Cuadro 12. Comparación de medias para catorce caracteres en siete híbridos de crecimiento indeterminado evaluadas en el primer ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

GENOTIPOS	DFL1	DFL2	DFL3	DFL4	DM1	DM2	PTF	NTF	AP	DP	NRFL	NRFR	NFRXR	NFLXR
Sun 7705	9.0 c	30.3 b	37.5 bc	46.0 c	74.0 c	88.0 a	3100.8 a	44.8 bc	218.7 bc	11.8 ab	2.0 a	6.3 bc	6.3 a	6.5 a
Loreto	27.8 a	34.8 a	43.8 a	53.0 a	85.8 a	90.0 a	3430.1 a	39.3 c	195.1 c	12.9 ab	1.8 a	6.0 bc	6.0 a	7.3 a
Moctezuma	24 ab	32.3 ab	42.5 ab	52.0 ab	81.3 ab	90.3 a	3473.3 a	37.0 c	245.8 ab	13.0 ab	1.5 a	5.8 c	6.3 a	7.5 a
Cuauhtémoc	23.3 ab	31.5 ab	41.5 abc	51.5 ab	81.5 ab	90.3 a	3196.0 a	43.5 bc	250.6 a	12.0 ab	1.3 a	5.8 c	5.0 a	7.0 a
Reserva	20.5 b	30.3 b	37.3 c	43.3 c	77.3 bc	86.3 a	3555.1 a	60.0 a	220.1 abc	13.6 a	2.3 a	7.8 a	6.8 a	8.5 a
Espartaco	21.5 ab	31.5 ab	39.5 abc	47.8 bc	79.3 bc	88.3 a	3875.5 a	54.3 ab	236.6 ab	11.2 b	1.3 a	6.5 bc	7.5 a	8.5 a
Cid	22.8 ab	29.5 b	36.8 c	43.8 c	76.0 bc	85.3 a	4616.4 a	62.8 a	250.6 a	11.4 b	2.0 a	7.0 ab	6.3 a	7.5 a
DMS (0.05)	6.8	4.4	5.1	8.2	5.6	6.9	1550.2	11.8	31.6	2.0	1.1	1.2	3.0	2.6

Medias con la misma letra (s) entre tratamientos son estadísticamente iguales con un $\alpha=0.05$; DMS: diferencia mínima significativa; DFL1: días a floración del primer racimo; DFL2: días a floración del segundo racimo; DFL3: días a floración del tercer racimo; DFL4: días a floración del cuarto racimo; DM1: días a maduración del primer racimo; DM2: días a maduración del segundo racimo; PTF: peso total de frutos por planta (g); NTF: número total de frutos por planta; AP: altura de planta (cm); D: diámetro de planta (mm); NRFL: número de racimos de flor; NRFR número de racimo de fruto; NFRXR: número de frutos por racimo; NFLXR: número de flores por racimo.

4.2. Evaluación de siete caracteres en fruto de siete genotipos de crecimiento indeterminado del primer ciclo

4.2.1. Análisis de varianza

El análisis de varianza para las variables de fruto (Cuadro 13) mostró que entre los genotipos hubo diferencias altamente significativas para las variables FIR y LF, mientras que para las variables PPF, SST y DF las diferencias resultaron significativas; en el resto de las variables no hubo diferencias entre los genotipos.

El coeficiente de variación (C.V.) resultó de magnitud aceptable (<20.7%) para las siete variables evaluadas.

Cuadro 13. Análisis de varianza individual y coeficientes de variación de siete caracteres evaluados en fruto en siete híbridos de crecimiento indeterminado del primer ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

F.V	G.L	G.L	PPF	SST	FIR	NL	LF	DF	pH
REP	R-1	3	142.9	0.1661	0.0995	0.2381	0.9270	7.3	0.1327
GEN	G-1	6	943.6*	0.5024*	2.0**	0.2381	147.3**	18.5*	0.1105
ERROR	(R-1)(G-1)	18	197.5	0.1186	0.1698	0.2381	9.8	5.1	0.1177
TOTAL	RG-1	27							
CV (%)			11.6	7.9	12.6	20.7	4.1	4.3	7.0

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; REP: repeticiones; GEN: genotipos; CV: coeficiente de variación; *, ** Significativo al 5% ($p \leq 0.05$) y al 1% ($p \leq 0.01$), respectivamente; PPF: peso promedio del fruto (g); SST: sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Bríx); FIR: firmeza (N); NL: número de lóculos; LF: largo de fruto (mm); DF: ancho de fruto (mm).

4.2.2. Comparación múltiple de medias (Tukey $\alpha = 0.05$)

La prueba de comparación de medias detectó diferencias significativas para la variable PPF (Cuadro 14), donde el valor mayor lo tuvo el híbrido Moctezuma, con 144.7 g, en comparación con los obtenidos por los híbridos Reserva y SUN 7705, cuyos valores promedio fueron de 107.8 y 98.7 g, respectivamente, que fueron los menores. Los genotipos Espartaco, Cuauhtémoc, Loreto y CID formaron un grupo donde sus promedios no difirieron estadísticamente entre sí, distribuyéndose en un rango de 107.8 a 130.7 g., lo que permitiría seleccionar él o los mejores genotipos para esta característica que es un componente de rendimiento, debido a que se puede identificar qué material es el que se puede utilizar en la región, y cuáles serían las condiciones de manejo para poder aprovechar su potencial genético.

En la variable SST hubo diferencias significativas, donde el valor mayor fue alcanzado por SUN 7705 y Loreto con un valor de 4.8 °Bríx, en comparación con el obtenido por Reserva, que fue el de menor cantidad de SST, con un valor de 3.9 °Bríx. Por otro lado, Moctezuma, CID, Cuauhtémoc y Espartaco formaron un grupo donde las medias no difirieron estadísticamente entre sí y que estuvieron en un rango de 4.1 a 4.5 °Bríx. Según Winsor *et al.*, (1962) el jitomate presenta un contenido promedio de 4.3 a 6% de sólidos solubles, principalmente azúcares, variando de acuerdo al genotipo. Los siete genotipos evaluados en el primer ciclo estuvieron en el rango que él propone, siendo posible discriminar entre genotipos para el mejoramiento genético.

El factor genotipo afectó la variable FIR, que es el principal atributo textural medido en frutos y vegetales (San Martín, 2011), ya que existieron diferencias altamente significativas, donde la mayor cantidad de presión requerida para romper el pericarpio fue de 4.6 N para SUN 7705, en comparación con el de CID, que fue el que tuvo el valor más bajo, con 2.1N. Los genotipos restantes formaron un grupo donde sus medias no difirieron estadísticamente entre sí, cuyos valores estuvieron en un rango de 3.1 a 3.5N. De acuerdo con la clasificación que

proponen Cantwell *et al* (2006), los genotipos evaluados se clasificaron como muy suaves (frutos que toleran una presión muy ligera), ya que los frutos toleraron una fuerza de presión menor a 8 N. Al respecto, si se quisiera tener mayor firmeza en los frutos de los genotipos evaluados, se tendría que implementar mejoramiento genético para esta característica.

La variable LF mostró diferencias altamente significativas, siendo los genotipos Cuauhtémoc, Moctezuma y Espartaco los que tuvieron los valores más altos, los cuales se agruparon en un rango que fue de los 80.6 a 84.2 mm., mientras que Reserva y SUN 7705 presentaron los valores más bajos, con 70.6 y 69.8 mm. Con los resultados obtenidos podemos seleccionar los mejores materiales (Cuauhtémoc, Moctezuma y Espartaco) ya que los podemos utilizar para poder hacer mejoramiento genético, debido a que estos materiales fueron superiores al resto, pues esta variable indica cómo fue el tamaño de fruto de cada genotipo evaluado.

Para la variable DF existieron diferencias significativas, donde los valores más altos fueron para los genotipos Moctezuma y Loreto con 56.1 y 55 mm. Al respecto, en un estudio similar, Ramos (2005) estudió líneas de jitomate tipo saladette, encontrando que la línea 6-3 fue la de mayor diámetro (66.59 mm) en comparación con el resto de las líneas, y los híbridos evaluados fueron de mucho menor tamaño. SUN 7705 en este trabajo fue el que tuvo el valor más bajo, con 49.5 mm, mientras que Ramos (2005) encontró que la línea evaluada 3-12 tuvo una DF de 53.61 mm. Aunque estadísticamente se notaron diferencias, numéricamente se puede discernir que en cuanto a esta variable, los genotipos evaluados fueron muy similares entre sí, y con los genotipos Cuauhtémoc, Reserva, Espartaco y CID. De acuerdo a las variables LF y DF se puede observar que los frutos con un mayor tamaño fueron los de Moctezuma.

Cuadro 14. Comparación de medias para siete caracteres en siete híbridos de jitomate de crecimiento indeterminado evaluadas en el primer ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

GENOTIPOS	PPF	SST	FIR	NL	LF	DF	pH
Sun 7705	98.7 b	4.8 a	4.6 a	2.8 a	69.8 c	49.5 b	4.7 a
Loreto	120.1 ab	4.8 a	3.2 b	2.3 a	71.0 bc	55.0 a	5.1 a
Moctezuma	144.7 a	4.5 ab	3.1 b	2.5 a	82.1 a	56.1 a	5.1 a
Cuauhtémoc	130.0 ab	4.2 ab	3.3 b	2.3 a	80.6 a	53.7 ab	4.8 a
Reserva	107.8 b	3.9 b	3.2 b	2.0 a	70.6 c	52.0 ab	4.7 a
Espartaco	130.7 ab	4.1 ab	3.5 b	2.5 a	84.2 a	52.5 ab	4.9 a
Cid	119.0 ab	4.4 ab	2.1 c	2.3 a	78.2 ab	52.6 ab	4.8 a
DMS (0.05)	32.8	0.8	1.0	1.1	7.3	5.3	0.8

Medias con la misma letra (s) entre tratamientos son estadísticamente iguales con un $\alpha=0.05$; DMS: diferencia mínima significativa; PPF: peso promedio del fruto (g); SST: sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Bríx); FIR: firmeza (N); NL: número de lóculos; LF: largo de fruto (mm); DF: ancho de fruto (mm).

4.3. Análisis de once caracteres de siete genotipos de crecimiento indeterminado F₁ del segundo ciclo

4.3.1. Análisis de varianza

Entre los genotipos hubo diferencias altamente significativas para las variables DFL, SST y LF, mientras que para las variables PPF y FIR éstas resultaron significativas. Para el resto de las variables no hubo diferencias (Cuadro 15).

El coeficiente de variación (C.V.) resultó con una magnitud aceptable (<20.7 %) para diez de doce variables evaluadas, solamente para las variables PTF y NTF resultaron ser mayor a 20 %.

Cuadro 15. Análisis de varianza y coeficientes de variación de doce caracteres evaluados en siete genotipos F₁ de crecimiento indeterminado del segundo ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

F.V	G.L	G.L	DFL	DM	PTF	NTF	AP	PPF	SST	FIR	NL	LF	DF	pH
REP	R-1	3	2.1	6.9	170254	27.4	211.5	61.4	0.071	0.3859	0.2381	10.8	5.8	0.8883**
GEN	G-1	6	119.4**	97.8	105990	18.8	186.9	266*	0.4756**	0.5134*	0.369	73.7**	8.2	0.014
ERROR (R-1)(G-1)		18	10	33.6	68383	10	177.2	71.3	0.0909	0.1156	0.2103	12	5	0.0823
TOTAL	RG-1	27												
CV (%)			10	5.4	29.1	32.6	17.5	7.5	6.7	19	20.7	4.6	4.3	6

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; REP: repeticiones; GEN: genotipos; CV: coeficiente de variación; *, ** Significativo al 5% ($p \leq 0.05$) y al 1% ($p \leq 0.01$), respectivamente; DFL: días a floración del primer racimo; DM: días a maduración del primer racimo; PTF: peso total de frutos por planta (g); NTF: número total de frutos por planta; AP: altura de planta (cm); PPF: peso promedio del fruto (g); SST: sólidos solubles totales (°Bríx); FIR: firmeza (N); NL: número de lóculos; LF: largo de fruto (mm); DF: ancho de fruto (mm).

4.5.2. Comparación múltiple de medias (Tukey $\alpha = 0.05$)

En el Cuadro 16 se muestran los valores medios de la variable DFL, siendo el genotipo Loreto el que alcanzó el valor más alto (38.8 días), resultando el más tardío, en comparación con SUN 7705 que fue el que presentó el valor más bajo (22.8 días), siendo el más precoz.

Para la variable PPF el valor más alto lo tuvo el genotipo CID (126 g), en comparación con Reserva, que fue el material con menor peso promedio de fruto el cual fue de 99.3 g. Los otros cinco materiales se agruparon en un rango que fue desde los 109.3 hasta 117 g., superando a los genotipos tipo saladette evaluados por Mendoza (2010) en una evaluación similar, quien encontró que Marcia y Sahel fueron los mejores peso promedio con 105.14 y 106.58 g, Llanero y Reconquista fueron los materiales con menos peso promedio de fruto con 97.58 g. y con 98.75 g., siendo todos estos materiales con un menor peso promedio de fruto. Los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que los siete genotipos evaluados en el experimento tienen un alto potencial genético para poder realizar mejoramiento genético clásico, ya que los rendimientos de estos materiales son muy buenos, debido a que tal vez en su composición genética dichos materiales tienen una amplia dotación de genes favorables y gran variación genética.

Para la variable SST, Cantwell *et al.*, (2006) proponen que los frutos de jitomate fresco deben contener de 3.5 a 7.0 °Brix; comparando esto con los resultados obtenidos en el experimento, se puede observar que los genotipos evaluados se encuentran dentro de lo propuesto, ya que Loreto, Moctezuma, Cuauhtémoc y CID presentaron los valores más altos, con 4.7 para el primer genotipo y 4.8 °Bríx para los demás. SUN 7705 y Espartaco presentaron valores intermedios, siendo sus medias muy similares entre sí, cuyo valores fueron de 4.4 y 4.2 °Bríx, y Reserva fue el que presentó el valor más bajo con 3.9 °Bríx. Los SST son muy importantes en jitomate, ya que son un el parámetro de calidad del fruto que varía con la maduración

(Noodén, 1988), el cultivar, nutrición de la planta, conductividad eléctrica de la solución nutritiva, estrés hídrico (Urrestarazu, 2004), y el daño por frío durante el almacenamiento (a temperaturas entre 13 y 10 °C o menores), como resultado de un desorden fisiológico por lo que se induce una maduración anormal, la pérdida de sabor y el aroma (Couey, 1982). Según Urrestarazu (2004), un factor importante de variación en los SST es el cultivar, ya que depende mucho de la constitución genética de cada genotipo; de acuerdo con esto, se encontraron genotipos como Moctezuma, Cuauhtémoc y CID con un alto contenido de SST (4.8 °Bríx) y Reserva con poco contenido de SST (3.9 °Bríx), lo que permitirá discriminar entre genotipos.

Dentro de la variable FIR se encontraron diferencias altamente significativas, siendo los genotipos Reserva y CID los que alcanzaron los valores más altos, con 2.3 y 2.2 N respectivamente. A pesar de que estos materiales fueron los que tuvieron una mejor firmeza, de acuerdo con Cantwell *et al* (2006), estos pueden clasificarse como muy suaves, ya que tuvieron frutos que toleraron una fuerza de presión menor a 8 N. Cuauhtémoc fue el que presentó el valor más bajo, con 1.5 N, y el resto de los genotipos formaron un grupo donde las medias no difirieron estadísticamente entre sí, cuyos valores estuvieron en un rango de 1.4 y 2 N. Clemente (2010) menciona que los frutos de jitomate de plantas cultivadas sobre suelo, en general, son menos firmes que las cultivadas en sustrato inerte, ya que cuando regaba con agua de pozo en suelo, obtuvo frutos con una firmeza de 9.39 N, mientras que cuando lo hacía con agua de pozo y un sustrato inerte, obtuvo una mayor firmeza, que fue de 12.04 N. No obstante, es de esperarse que haya una gran variación genética para este carácter entre genotipos, a parte de los factores ambientales que influyen éste y que también causaron diferencias.

En el caso de LF, Espartaco y CID fueron los genotipos que alcanzaron los valores más altos, con 79.8 y 80.2 mm., siendo estos valores superiores a los obtenidos por Baldomero (2007), quien al realizar un experimento similar, utilizando fibra de coco + Loreto, obtuvo la mayor longitud de fruto con 79.3 mm seguido del tratamiento fibra

de coco + SUN 7705, con 79.0 mm., en comparación con Loreto y SUN 7705 que fueron los genotipos que tuvieron los valores más bajos, con 69.6 y 70.1 mm. Aunque estadísticamente se notaron diferencias, numéricamente se puede discernir que en cuanto a esta variable, los genotipos restantes fueron muy similares entre sí, lo que indica una limitada variabilidad genética para este carácter. Para las variables DM, PTF, NTF, AP, NL DF y pH no se encontraron diferencias estadísticas entre los genotipos.

Cuadro 16. Comparación de medias para doce caracteres en siete variedades de jitomate F₁ de crecimiento indeterminado del segundo ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

Variables	SUN 7705	Loreto	Moctezuma	Cuauhtémoc	Reserva	Espartaco	Cid	DMS (0.05)
DFL1	22.8d	38.8a	30.5bc	33.5abc	27.3cd	36.0ab	34.3abc	7.4
DM1	103.3a	115.8a	104.8a	112.5a	102.5a	108.0a	109.8a	13.5
PTF	1063.8a	765.6a	1055.5a	908.1a	1033.8a	644.7a	810.8a	611
NTF	10.5a	8.3a	11.0a	10.0a	13.3a	7.8a	7.0a	7.4
AP	69.3a	71.1a	84.9a	85.9a	70.2a	74.6a	75.8a	31.1
PPF	111.5ab	114.9ab	117.0ab	109.7ab	99.3b	109.3ab	126.0a	19.7
SST	4.4ab	4.7a	4.8a	4.8a	3.9b	4.2ab	4.8a	0.7
FIR	1.6ab	1.7ab	1.4ab	1.5b	2.3a	2.0ab	2.2a	0.8
NL	2.5a	2.0a	2.0a	2.0a	2.0a	2.8a	2.5a	1.1
LF	70.1b	69.6b	76.2ab	75.1ab	72.6ab	79.8a	80.2a	8.1
DF	50.6a	54.0a	52.0a	51.2a	51.0a	50.4a	53.7a	5.2
pH	4.8a	4.8a	4.7a	4.8a	4.9a	4.8a	4.7a	0.7

Medias con la misma letra (s) entre tratamientos son estadísticamente iguales con un $\alpha=0.05$; DMS: diferencia mínima significativa; DFL1: días a floración del primer racimo; DM1: días a maduración del primer racimo; PTF: peso total de frutos por planta (g); NTF: número total de frutos por planta; AP: altura de planta (cm); PPF: peso promedio del fruto (g); SST: sólidos solubles totales (° Bríx); FIR: firmeza (N); NL: número de lóculos; LF: largo de fruto (mm); DF: ancho de fruto (mm).

4.4. Análisis de caracteres de siete genotipos F₂ de crecimiento indeterminado del segundo ciclo.

4.4.1. Análisis de varianza

De acuerdo con el análisis de varianza, entre los genotipos hubo diferencias altamente significativas para la variable SST, mientras que para la variable FIR las diferencias resultaron significativas; para el resto de las variables no hubo diferencias entre los genotipos (Cuadro 17).

El coeficiente de variación (C.V.) resultó de magnitud aceptable (<22.9 %) para once de doce variables evaluadas, solamente para la PTF éste fue mayor a 20% (28.1%).

Cuadro 17. Análisis de varianza y coeficientes de variación de doce caracteres evaluados en siete genotipos F₂ de crecimiento indeterminado en el segundo ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

F.V	G.L	G.L	DFL	DM	PTF	NTF	AP	PPF	SST	FIR	NL	LF	DF	pH
REP	R-1	3	13.4	65.3*	18404.7	3.9	179.7	262.2	0.0648	0.1356	0.0952	33.7	11.2	0.4141*
GEN	G-1	9	16.9	25.7	44186.6	9.6	203	243.3	0.6827**	0.5372*	0.1548	44.6	15.9	0.0289
ERROR	(R-1)(G-1)	27	10.2	17.1	16743.6	3	113.2	195.4	0.1331	0.1485	0.123	44.8	9.6	0.0939
TOTAL	RG-1	39												
CV (%)			8.4	3.6	28.1	21.7	16.3	16.2	7.9	22.9	16.4	9.6	6.7	6.4

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; REP: repeticiones; GEN: genotipos; CV: coeficiente de variación; *, ** Significativo al 5% ($p \leq 0.05$) y al 1% ($p \leq 0.01$), respectivamente; DFL: días a floración del primer racimo; DM: días a maduración del primer racimo; PTF: peso total de frutos por planta (g); NTF: número total de frutos por planta; AP: altura de planta (cm); PPRFR: peso promedio del fruto (g); SST: sólidos solubles totales (°Bríx); FIR: firmeza (N); NL: número de lóculos; LF: largo de fruto (mm); DF: ancho de fruto (mm).

4.4.2. Comparación múltiple de medias (Tukey $\alpha = 0.05$)

La prueba de medias (Cuadro 18) detectó diferencias altamente significativas en la variable SST, donde se observa que el genotipo Moctezuma-F₂ fue el que tuvo el valor más alto con 5.2 °Bríx. Los genotipos Reserva-F₂ y Espartaco-F₂ tuvieron los valores más bajos, con 4.1°Bríx. Los otros cuatro genotipos no mostraron diferencias entre sí. Con respecto a SST, se tienen reportes de la mejoría de parámetros de calidad de fruto con el uso de diferentes sustratos (Del Amor, *et al.*, 2001), y de manera general coinciden que conforme incrementa la conductividad eléctrica (CE) y el tiempo de exposición salina en los tratamientos, los frutos de las plantas tratadas mostraron un incremento significativo en sólidos solubles (SS °Brix), acidez titulable (AT) y acumulación de materia seca (MST). Al respecto, también se menciona que el incremento de SST parece estar asociado con la reducción del contenido de agua en el fruto (Adams y Ho, 1989), y con el incremento en la acumulación de azúcares solubles (Mitchell *et al.*, 1991). De acuerdo con los resultados encontrados, y dado que los genotipos evaluados estuvieron siempre en las mismas condiciones de manejo, se deduce que Moctezuma-F₂ fue el mejor de todos con respecto a este carácter.

Por otro lado, existieron diferencias significativas para la variable FIR, siendo el genotipo Reserva-F₂ el que tuvo el valor más alto (2.4 N), en comparación con Cuauhtémoc-F₂ y Moctezuma-F₂, que fueron los genotipos que presentaron los valores más bajos de 1.3 y 1.4 N, siendo estos materiales los que, de acuerdo con Batu (2004), no alcanzan la firmeza para ser comercializados, debido a que los frutos de jitomate deben tener como mínimo una firmeza de 1.45 N.; no obstante, sí son comercializados debido que la firmeza de las paredes del fruto no son muy blandas, en comparación con el valor mínimo propuesto por Batu (2004). El resto de los genotipos se agruparon en un solo bloque, en donde no mostraron diferencias significativas. Para el resto de las variables no se encontraron diferencias estadísticas entre los genotipos.

Cuadro 18. Comparación de medias de doce caracteres evaluados en siete variedades F₂ de crecimiento indeterminado en el segundo ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

GENOTIPOS	DFL	DM	PTF	NTF	AP	PPF	SST	FIR	NL	LF	DF	pH
SUN 7705-F ₂	38.8 a	116.3 a	360.8 a	7.3 a	60.1 a	85.2 a	4.8 ab	1.7 ab	2.0 a	71.3 a	44.6 a	4.9 a
Loreto-F ₂	39.5 a	114.5 a	631.5 a	9.5 a	67.1 a	101.3 a	4.8 ab	1.6 ab	2.3 a	69.8 a	50.5 a	4.7 a
Moctezuma-F ₂	39.8 a	117.8 a	369.2 a	7.0 a	74.9 a	74.8 a	5.2 a	1.4 b	2.0 a	63.0 a	44.9 a	4.8 a
Cuauhtémoc-F ₂	38.5 a	113.8 a	478.9 a	8.8 a	73.9 a	86.9 a	4.8 ab	1.3 b	2.0 a	68.2 a	46.0 a	4.9 a
Reserva-F ₂	33.8 a	112.0 a	566.1 a	10.3 a	57.8 a	85.3 a	4.1 b	2.4 a	2.0 a	70.2 a	47.5 a	4.8 a
Espartaco-F ₂	38.3 a	110.8 a	379.9 a	6.0 a	64.6 a	85.2 a	4.1 b	1.7 ab	2.5 a	72.1 a	45.7 a	4.9 a
CID-F ₂	39.3 a	116.5 a	432.3 a	7.0 a	58.1 a	84.3 a	4.4 ab	1.6 ab	2.3 a	73.2 a	46.1 a	4.9 a
DMS (0.05)	7.5	10	302.3	4	24.9	32.7	0.9	0.9	0.8	15.5	7.2	0.7

Medias con la misma letra (s) entre tratamientos son estadísticamente iguales con un $\alpha=0.05$; DMS: diferencia mínima significativa; DFL: días a floración del primer racimo; DM: días a maduración del primer racimo; PTF: peso total de frutos por planta (g); NTF: número total de frutos por planta; AP: altura de planta (cm); PPF: peso promedio del fruto (g); SST: sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Bríx); FIR: firmeza (N); NL: número de lóculos; LF: largo de fruto (mm); DF: ancho de fruto (mm).

4.5. Análisis de doce caracteres para siete variedades F_1 y sus respectivas F_2 de crecimiento indeterminado del segundo ciclo.

4.5.1. Análisis de varianza

El Cuadro 19 muestra el análisis de varianza para los genotipos F_1 y F_2 en conjunto. Entre genotipos hubo diferencias altamente significativas para las variables DFL, DM, PTF, PPF, SST, FIR, LF y DF, mientras que para la variable NTF las diferencias resultaron significativas; para el resto de las variables no hubo diferencias entre los genotipos.

El coeficiente de variación (C.V.) resultó con una magnitud aceptable (<19.4 %) para diez de doce variables evaluadas, solamente para las variables PTF y NTF resultó mayor a 20%.

Cuadro 19. Cuadrados medios del análisis de varianza de doce caracteres para siete híbridos F₁ y sus respectivas F₂ de crecimiento indeterminado evaluados en el segundo ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

F.V	G.L	G.L	DFL	DM	PTF	NTF	AP	PPF	SST	FIR	NL	LF	DF	pH
REP	R-1	3	9.5	39	148022.4*	15.9	333.3	285	0.0791	0.2163	0.0238	40.3	15.2	1.2**
GEN	G-1	13	106.9**	101.5**	276311.2**	16.3*	304.2	985.2**	0.5462**	0.4973**	0.2473	83.2**	42.5**	0.0208
ERROR	(R-1)(G-1)	39	9.80	25.90	42415.30	7.20	138.5	126.0	0.1078	0.1454	0.1777	26.50	6.90	0.0865
TOTAL	RG-1	55												
CV (%)			8.9	4.6	30.3	30.3	16.7	11.3	7.2	22	19.4	7.1	5.3	6.1

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; REP: repeticiones; GEN: genotipos; CV: coeficiente de variación; *, ** Significativo al 5% ($p \leq 0.05$) y al 1% ($p \leq 0.01$), respectivamente; DFL: días a floración del primer racimo; DM: días a maduración del primer racimo; PTF: peso total de frutos por planta (g); NTF: número total de frutos por planta; AP: altura de planta (cm); PPF: peso promedio del fruto (g); SST: sólidos solubles totales (° Bríx); FIR: firmeza (N); NL: número de lóculos; LF: largo de fruto (mm); DF: ancho de fruto (mm).

4.5.2. Comparación múltiple de medias (Tukey $\alpha = 0.05$)

La prueba de comparación de medias (Cuadro 20) detectó diferencias altamente significativas en DFL, donde los genotipos Cuauhtémoc-F₂, Loreto, SUN 7705-F₂, CID-F₂, Loreto-F₂ y Moctezuma-F₂ alcanzaron los valores más altos, que fueron de 38.5 a 39.3 días, siendo estos los materiales más tardíos, en comparación con SUN 7705, que fue el que presentó el valor más bajo (22.8 días), siendo el más precoz. En la variable DM se encontraron diferencias altamente significativas, donde el genotipo Moctezuma-F₂, alcanzó el valor más alto con 117.8 días, siendo este material el más tardío, en comparación con Reserva que fue el que presentó el valor más bajo de 102.5 días, siendo el más precoz. Con respecto a las dos variables DFL y DM, que miden la precocidad de las siete F₁ y sus respectivas F₂, se observó que todas las F₂ y cuatro F₁ fueron tardíos, en comparación con SUN 7705, Moctezuma y Reserva que fueron los genotipos precoces para las dos variables. Los resultados anteriores indican una amplia variación genética existente para los caracteres estudiados entre genotipos, pudiendo ser seleccionados algunos y utilizarlos en el mejoramiento genético de esta especie.

Por su parte, PTF presentó diferencias altamente significativas, ya que los genotipos Reserva, Moctezuma y SUN 7705 alcanzaron los valores más altos, que fueron de los 1033.8 a 1063.3 g., en comparación con SUN 7705-F₂, Moctezuma-F₂ y Espartaco-F₂ que fueron los que presentaron los valores más bajos, con 360.8, 369.2 y 379.9 g., respectivamente. El genotipo Cuauhtémoc formó un grupo, los genotipos Reserva-F₂, Loreto-F₂, Espartaco, Loreto y CID formaron el segundo grupo, y los genotipos CID-F₂ y Cuauhtémoc-F₂ formaron el tercer grupo, sin diferencias estadísticas entre ellos. Al respecto, Mendoza (2010) al evaluar genotipos de jitomate, encontró que el mejor rendimiento lo obtuvo Don Raúl (3658 g.), el cual fue muy superior al obtenido en este trabajo con los genotipos Reserva, Moctezuma y SUN 7705. El bajo rendimiento combinado de los genotipos en este trabajo se debió a que las plantas solamente alcanzaron una altura aproximada de 57.8 a 85.9 cm en el segundo ciclo debido una halada

temprana que se presentó. Por lo anterior, no se pudo apreciar el verdadero potencial de rendimiento de dichos genotipos.

Se observaron diferencias estadísticas para la variable NTF, en donde el genotipo Reserva, alcanzó el valor más alto, con un número total de frutos por planta de 13.3, en comparación con Espartaco-F₂, que fue el que presentó el valor más bajo, con un número total de frutos por planta de 6. El resto de los genotipos formó un grupo único sin diferencias estadísticas, que abarcó valores desde 7 hasta los 10.5. Al respecto, Ponce (1995), menciona que la competencia que se establece entre los frutos de un mismo racimo tiende a disminuir el tamaño de fruto por inflorescencia (lo cual está estrechamente relacionado con el peso medio de los frutos), siendo pequeños los del extremo y más aún en los últimos racimos de la planta, pero debe haber verdaderas diferencias genéticas entre genotipos. Esto fue lo que se observó en los genotipos evaluados en este trabajo.

Para la variable PPF se encontraron diferencias altamente significativas, siendo los genotipos Moctezuma y CID los que alcanzaron los valores más altos, con 117 y 126 g., en comparación con Moctezuma-F₂, que fue el que presentó el valor más bajo, con 74.8 g.; el resto de los genotipos formaron cinco grupos, donde Loreto formó el primero (114.9 g.), Espartaco, Cuauhtémoc y SUN 7705 conformaron el segundo grupo, con un rango que fue de los 109.3 a 111.5 g. El genotipo Loreto-F₂ formó el tercer grupo (85.2 g.), Cuauhtémoc-F₂ formó el cuarto grupo (86.9 g.), y los genotipos CID-F₂, SUN 7705-F₂, Espartaco-F₂ y Reserva-F₂ constituyeron el quinto grupo sin diferencias entre ellos; en esta variable se puede ver claramente el efecto de la endogamia, debido a que los genotipos F₁ superaron a su F₂, en la F₂ hubo pérdida del vigor, reducción del tamaño del fruto, y aumento en la heterogeneidad del tamaño y número de frutos.

En la variable SST se encontraron diferencias altamente significativas entre genotipos; Moctezuma-F₂ alcanzó el valor más alto con 5.2 °Bríx. Reserva presentó el valor más bajo con un valor de 3.9 °Bríx. El resto de los genotipos formaron tres grupos, donde el primero estuvo constituido por los genotipos

Moctezuma, Cuauhtémoc, CID, SUN 7705-F₂, Loreto-F₂ y Cuauhtémoc-F₂ con un valor de 4.8 °Bríx, el segundo grupo estuvo formado por Loreto, SUN 7705 y CID-F₂ con un valor de 4.4 °Bríx, y el tercer grupo estuvo conformado por Reserva-F₂, Espartaco-F₂ y Espartaco. Los resultados anteriores podrían deberse a que la mayoría de las variedades de jitomate se sitúa entre 4.5 y 5.3 °Bríx, y según Adams y Ho (1989), el incremento de SST parece estar asociado a la reducción del contenido de agua en el fruto y al incremento en la acumulación de azúcares solubles (Mitchell *et al*, 1991); además, las diferencias varietales influyen sobre el contenido de sólidos solubles, pero factores agronómicos, en especial, el clima durante el periodo de maduración y el riego, pudieron modificar los °Bríx en frutos de una misma variedad, entre 4 a 7 (Diez, 1995). La amplia variación de los SST se puede atribuir en cierta forma al clima, debido a que las plantas estuvieron expuestas a una helada en la fase de maduración, esto hizo que se retrasara la maduración de los frutos, y que los frutos no maduraran homogéneamente, afectando de manera significativa la calidad del fruto, principalmente de la F₂.

Para la variable FIR hubo diferencias altamente significativas, donde el genotipo Reserva-F₂ alcanzó el valor más alto, con un valor de 2.4 N., en comparación con los genotipos Cuauhtémoc-F₂, Moctezuma y Moctezuma-F₂, que fueron los que presentaron los valores más bajos, en un rango de 1.3 y 1.4 N. De acuerdo con Batu (2004) estos tres materiales no alcanzan el valor mínimo para poder ser comercializados, ya que deben de tener al menos 1.45 N. El resto de los genotipos formó un grupo único sin diferencias estadísticas, que abarcó valores de 1.5 hasta los 2.3 N. A pesar de que Reserva-F₂ fue el genotipo con una mayor firmeza y Cuauhtémoc-F₂ el que tuvo el menor valor, todos los materiales se encuentran dentro de la categoría de muy suaves (Cantwell *et al*, 2006), lo que hace necesario mejorarlos genéticamente para aumentar su firmeza.

La comparación de medias detectó diferencias altamente significativas para la variable LF, donde se observó que el valor más alto fue para CID, Espartaco y Moctezuma, que fueron desde los 76.2 a 80.2 mm., en comparación con Moctezuma-F₂, que fue el material con menor longitud de fruto, con 63 mm. Los otros materiales se agruparon en un rango que fue desde los 68.2 hasta 75.1 mm.

Al respecto, se puede mencionar que es posible realizar mejoramiento genético, con seis de los siete materiales evaluados, debido a que no existe una pérdida significativa con respecto al tamaño de fruto, SUN 7705; los genotipos Loreto, Cuauhtémoc y Reservar tuvieron la misma LF en su F₂. Esta es una cualidad que los hace aceptables para poder ser sembrados por los agricultores en un segundo ciclo, sin necesidad de gastar dinero en la compra de semilla F₁ (Magaña, 2006).

Para la variable DF se encontraron diferencias altamente significativas, siendo los genotipos CID y Loreto los que alcanzaron los valores más altos, con valores de 53.7 y 54 mm. Estos valores resultaron inferiores a los encontrados por Baldomero (2007), en estudio similar, quien al realizar una investigación de sustratos de crecimiento en jitomate encontró que con fibra de coco + Loreto tuvo 54.7 mm de diámetro de fruto, mientras que usando como sustrato arena el diámetro de este mismo genotipo fue de 53.7 mm. Para el caso de SUN el diámetro reportado usando arena como sustrato fue de 54 mm.

Los demás genotipos formaron tres grupos, el primero estuvo formado por Moctezuma con 52 mm., en el grupo intermedio se encontraron Reserva-F₂, Espartaco, Loreto-F₂, SUN 7705, Reserva y Cuauhtémoc, los cuales se agruparon en un rango que fue de 47.5 a 51.5 mm., y en el último se encontraron Espartaco-F₂, Cuauhtémoc-F₂ y CID-F₂ con un rango de 45.6 a 52 mm. Las variables NL y pH no se presentaron diferencias estadísticas entre los genotipos.

Cuadro 20. Comparación de medias de doce caracteres en siete híbridos F₁ y sus respectivas F₂ de crecimiento indeterminado evaluadas en el segundo ciclo, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

GENOTIPOS	DFL	DM	PTF	NTF	AP	PPF	SST	FIR	NL	LF	DF	pH
SUN7705	22.8 d	103.3 cd	1063.3 a	10.5 ab	69.3 a	111.5 abc	4.4 abc	1.6 ab	2.5 a	70.1 ab	50.6 abc	4.8 a
LORETO	38.8 a	115.8 abc	765.6 abc	8.3 ab	71.1 a	114.9 ab	4.7 abc	1.6 ab	2.0 a	69.6 ab	54.0 a	4.8 a
MOCTEZUMA	30.5 bcd	104.8 bcd	1055.5 a	11.0 ab	84.9 a	117.0 a	4.8 ab	1.4 b	2.0 a	76.2 a	52.0 ab	4.7 a
CUAUHTEMOC	33.5 abc	112.5 abcd	908.1 ab	10.0 ab	85.9 a	109.7 abc	4.8 ab	1.5 ab	2.0 a	75.1 ab	51.2 abc	4.8 a
RESERVA	27.3 cd	102.5 d	1033.8 a	13.3 a	70.2 a	99.3 abcd	3.9 c	2.3 ab	2.0 a	72.6 ab	51.0 abc	4.9 a
ESPARTACO	36.0 ab	108.0 abcd	644.7 abc	7.8 ab	74.6 a	109.3 abc	4.2 bc	2.0 ab	2.8 a	79.8 a	50.4 abc	4.8 a
CID	34.3 abc	109.8 abcd	816.7 abc	7.0 ab	75.8 a	126.0 a	4.8 ab	2.2 ab	2.3 a	80.2 a	53.7 a	4.7 a
SUN7705-F ₂	38.8 a	116.3 ab	360.8 c	7.3 ab	60.1 a	85.2 cd	4.8 ab	1.7 ab	2.0 a	71.3 ab	44.6 c	4.9 a
LORETO-F ₂	39.5 a	114.5 abcd	631.5 abc	9.5 ab	67.1 a	101.3 abcd	4.8 ab	1.6 ab	2.3 a	69.7 ab	50.5 abc	4.7 a
MOCTEZUMA-F ₂	39.8 a	117.8 a	369.2 c	7.0 ab	74.9 a	74.8 d	5.2 a	1.4 b	2.0 a	63.0 b	44.9 c	4.8 a
CUAUHTEMOC-F ₂	38.5 a	113.8 abcd	478.9 bc	8.8 ab	73.9 a	86.9 bcd	4.8 ab	1.3 b	2.0 a	68.2 ab	46.0 bc	5.0 a
RESERVA-F ₂	33.8 abc	112.0 abcd	566.1 abc	10.3 ab	57.8 a	85.3 cd	4.1 bc	2.4 a	2.0 a	70.2 ab	47.5 abc	4.8 a
ESPARTACO-F ₂	38.3 ab	110.8 abcd	379.9 c	6.0 b	64.6 a	85.2 cd	4.1 bc	1.7 ab	2.5 a	72.1 ab	45.6 bc	4.9 a
CID-F ₂	39.3 a	116.5 ab	432.3 bc	7.0 ab	58.1 a	84.3 cd	4.4 abc	1.6 ab	2.3 a	73.2 ab	46.1 bc	4.9 a
DMS (0.05)	7.9	12.9	520.2	6.8	29.7	28.4	0.8	1	1.1	13	6.6	0.7

Medias con la misma letra (s) entre tratamientos son estadísticamente iguales con un $\alpha=0.05$; DMS: diferencia mínima significativa; DFL: días a floración del primer racimo; DM: días a maduración del primer racimo; PTF: peso total de frutos por planta (g); NTF: número total de frutos por planta; AP: altura de planta (cm); PPF: peso promedio del fruto (g); SST: sólidos solubles totales (^oBríx); FIR: firmeza (N); NL: número de lóculos; LF: largo de fruto (mm); DF: ancho de fruto (mm).

4.6. Análisis de varianza combinado de doce caracteres de genotipos de crecimiento indeterminado evaluados en dos ciclos de cultivo.

4.6.1. Análisis de varianza

De acuerdo con los cuadrados medios del análisis de varianza combinado (Cuadro 21), entre ambientes hubo diferencias altamente significativas para las variables DFL1, DM1, PTF, NTF, AP, PPF, FIR y DF, mientras que para las variables LF y DF hubo diferencias significativas; para el resto de las variables no hubo diferencias.

Entre los genotipos hubo diferencias altamente significativas para las variables DFL1, DM1, NTF, AP, PPF, SST, FIR, LF y DF, para el resto de las variables no hubo diferencias. Esto se explica debido a que los ciclos de cultivo fueron en diferente época del año, uno fue primavera – verano y el otro fue otoño – invierno.

La interacción genotipo por ambiente resultó altamente significativa para NTF, PPF y FIR, significativa para PTF y AP, y no significativa en el resto de los caracteres, lo que indica que estos caracteres son en general altamente cuantitativos.

Los coeficientes de variación (C.V.) resultaron de magnitud aceptable (<22.4%) en todos los análisis de varianza individual y combinados de todos los caracteres.

Cuadro 21. Análisis de varianza combinado de doce caracteres de genotipos de jitomate de crecimiento indeterminado evaluados en dos ciclos, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

F.V	G.L	G.L	DFL	DM	PTF	NTF	AP	PPF	SST	FIR	NL	LF	DF	pH
AMB	A-1	1	1592.2**	11661.2**	102704965.8**	21364.3**	336748.5**	1139.4**	0.315	30.3**	0.1607	48.5*	20.9*	0.0457
REP (AMB)	(R-1)(A)	6	3.7	4.7	116174.8	27.3	179.6	102.2	0.1161	0.2491	0.1707	5.9	6.5	0.5448**
GEN	G-1	6	242.2**	137.3**	413984.2	210.8**	1374.4**	749.8**	0.7752**	0.8095**	0.3645	198**	19.6**	0.0473
AMB*GEN	(A-1)(G-1)	6	20.5	24	737375.8*	229.9**	529.1*	459.5**	0.2246	1.8**	0.099	23.3	7.1	0.0724
ERROR	(R-1)(G-1)	36	9.2	19.6	254290	18.0	180.3	134.3	0.11	0.14	0.16	10.8	5	0.10
TOTAL	RG-1	55												
CV (%)			11.4	4.7	22.4	14.5	8.7	9.9	7.4	15	17.5	4.3	4.3	6.5

FV: fuente de variación; GL: grados de libertad; AMB: ambiente; REP: repeticiones; GEN: genotipos; CV: coeficiente de variación; *, ** Significativo al 5% ($p \leq 0.05$) y al 1% ($p \leq 0.01$), respectivamente; DFL: días a floración del primer racimo; DM: días a maduración del primer racimo; PTF: peso total de frutos por planta (g); NTF: número total de frutos por planta; AP: altura de planta (cm); PPF: peso promedio del fruto (g); SST: sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Bríx); FIR: firmeza (N); NL: número de lóculos; LF: largo de fruto (mm); DF: ancho de fruto (mm).

4.6.2. Comparación múltiple de medias para ambientes (Tukey $\alpha = 0.05$)

La prueba de comparación de medias de los caracteres entre ambientes (Cuadro 22) detectó diferencias altamente significativas para DFL, donde el Ambiente 2 alcanzó el valor más alto y el Ambiente 1 el valor más bajo, lo cual se explica por las temperaturas más bajas en el ciclo otoño - invierno. El Ambiente 2 alcanzó el valor más alto para DM, y el Ambiente 1 presentó el valor más bajo.

Por el contrario, para PTF, el Ambiente 1 alcanzó el valor más alto y el Ambiente 2 fue el que presentó el valor más bajo, siendo sus promedios estadísticamente diferentes. Para las variables PTF, NTF, AP, PPF, FIR y LF el promedio del Ambiente 1 resultó mayor y significativamente diferente al del Ambiente 2.

Cuadro 22. Comparación de medias de doce caracteres evaluados en siete genotipos F₁ del análisis combinado en dos ambientes, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

Variables	Ambiente 1	Ambiente 2	DMS (0.05)
DFL	21.2 b	31.9 a	1.3
DM	79.2 b	108.1 a	1.4
PTF	3606.8 a	898.2 b	222.9
NTF	48.7 a	9.7 b	3.4
AP	231.1 a	76.0 b	8.8
PPF	121.6 a	112.5 b	6.6
SST	4.4 a	4.5 a	0.2228
FIR	3.3 a	1.8 b	0.3264
NL	2.3 a	2.2 a	0.2702
LF	76.7 a	74.8 b	2.0
DF	53.1 a	51.8 a	2.0
pH	4.9 a	4.8 a	0.4827

Medias con la misma letra (s) entre tratamientos son estadísticamente iguales con un $\alpha=0.05$; DMS: diferencia mínima significativa; ; *, ** Significativo al 5% ($p\leq 0.05$) y al 1% ($p\leq 0.01$), respectivamente; DFL: días a floración del primer racimo; DM: días a maduración del primer racimo; PTF: peso total de frutos por planta (g); NTF: número total de frutos por planta; AP altura de planta (cm); PPF: peso promedio del fruto (g); SST: sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Bríx); FIR: firmeza (N); NL: número de lóculos; LF: largo de fruto (mm); DF: ancho de fruto (mm).

4.6.3. Comparación múltiple de medias (Tukey $\alpha = 0.05$)

La comparación de medias combinando ambientes para los doce caracteres de los genotipos de crecimiento indeterminado se presenta en el Cuadro 23. Para el caso de la variable DFL, Loreto alcanzó el valor más alto (33.3 días), siendo este material el más tardío, en comparación con SUN 7705 que fue el que presentó el valor más bajo (15.7 días), siendo el más precoz.

La variable DM mostró diferencias altamente significativas, donde Loreto alcanzó el valor más alto (100.8 ddt), siendo este material el más tardío, en comparación con SUN 7705 y Reserva, que fueron los más precoces con 88.5 y 89.9 ddt.

Respecto a la variable NTF, los genotipo CID y Reserva alcanzaron los valores más altos, con 36.7 y 34.8 frutos totales, respectivamente, Loreto y Moctezuma fueron los que presentaron los valores más bajos, con 23.7 y 23.9 frutos en total, El resto de los genotipos formaron dos grupos, en el primero estuvo solamente Espartaco y el otro grupo estuvo conformado por Cuauhtémoc y SUN 7705. Se puede señalar que de acuerdo con los resultados, existe una amplia gama genética entre los genotipos, a pesar de que estuvieron en las mismas condiciones ambientales, manejo y con las misma solución nutritiva. Hubo genotipos como CID y Reserva que sobresalieron al ser comparados con los demás.

En cuanto a la variable AP, Cuauhtémoc alcanzó el valor más alto, con 168.2 cm. Loreto fue el que presentó el valor más bajo, con un valor de 133.1 cm.

En la variable PPF se encontraron diferencias altamente significativas, ya que Moctezuma alcanzó el valor máximo con 130.8 g., en comparación con Reserva, que presentó el valor mínimo con 103.5 g., el resto formaron tres grupos, en donde CID formó el primer grupo con 122.5 g., Loreto, Cuauhtémoc y Espartaco conformaron el segundo grupo, con valores que oscilaron entre 117.5 a 120 g.,

SUN 7705 conformó el tercer grupo, con un valor de 105.1 g.; Moctezuma, CID, Loreto, Cuauhtémoc y Espartaco fueron los genotipos que mejor adaptación tuvieron en ambos ciclos, por lo que estos híbridos pueden ser cultivados en cualquiera de los dos ciclos, ya que presentan el mejor rendimiento promedio de fruto, superando al resto de los materiales. Lo anterior es un aspecto muy importante para el productor, ya que si desea cultivar jitomate en el ciclo otoño-invierno, con estos materiales podría obtener buenos rendimientos y tener un mayor precio, ya que es cuando el jitomate tiene un sobreprecio por la dificultad de producirlo en esa temporada.

Para la variable SST se encontraron diferencias altamente significativas, donde Loreto alcanzó el valor más alto (4.7 °Bríx), en comparación con Reserva, que presentó el valor más bajo (3.9 °Bríx). El resto de los genotipos formaron dos grupos, donde el primero estuvo conformado por Cuauhtémoc, Moctezuma, SUN 7705 y CID con valores de 4.5 a 4.6 °Bríx, y el segundo grupo estuvo formado por Espartaco, con un valor de 4.2 °Bríx. De acuerdo con Cantwell *et al.* (2006), los frutos de jitomate fresco deben contener de 3.5 a 7.0 °Brix, por lo que todos los genotipos evaluados cumplen con este parámetro de calidad, lo que los hace ideales para poder utilizarlos en el programa de mejoramiento genético de jitomate, ya que cumplen con la calidad en SST necesarios para poder ser comercializados.

Para la variable FIR hubo diferencias altamente significativas, donde SUN 7705 alcanzó el valor más alto, con 3.1 N., en comparación con CID, Moctezuma, Cuauhtémoc y Loreto, que fueron los que presentaron los valores más bajos en un rango de 2.2 a 2.2.4 N; el resto de los genotipos formó un grupo único sin diferencias estadísticas, que abarcó valores de 2.7 a 2.8 N. Al respecto, González *et al.* (2004), mencionan que la firmeza del fruto así como la firmeza de la pulpa, disminuyen desde el estado de verde-maduro al rojo maduro; esta disminución en firmeza de los tejidos es una consecuencia de la maduración del fruto. La firmeza del fruto también se ve afectada por la transpiración, la cual ocasiona que éste pierda agua, y al tener una fuente de suministro (planta madre), pierde turgencia y firmeza (Villarreal *et al.*, 2002). De acuerdo con lo anterior, existen diferencias

genéticas entre los genotipos evaluados para FIR, y el genotipo SUN 7705 tendría un alto potencial para ser utilizado en programas de mejoramiento genético, en comparación con el resto de los genotipos; se puede utilizar para incrementar la firmeza a otros materiales, además que la firmeza es una característica muy importante para la calidad del fruto, ya que ayuda a tener una mayor vida de anaquel, lo que lo hace a un material muy bueno para poder expórtalo, pues aguantaría más tiempo fresco en tiendas y supermercados.

La comparación de medias detectó diferencias altamente significativas para la variable LF, donde los valores más altos fueron para los genotipos Cuauhtémoc, Moctezuma, CID y Espartaco, con 79.2, 77.9, 79.3 y 82 mm, respectivamente, en comparación con SUN 7705, Loreto y Reserva, que fueron los materiales con menor longitud de fruto, con valores que estuvieron en un rango de 70 a 71.6 mm. En cuanto a la variable DF, se encontraron diferencias altamente significativas, siendo Loreto y Moctezuma los que alcanzaron los valores más altos (54.5 y 54 mm, respectivamente) en comparación con SUN 7705, que fue el genotipo que presentó el valor más bajo, con 50.1 mm. Los otros materiales se agruparon en un rango que varió de los 51.5 a 53.1 mm. De acuerdo con la constitución genética de los genotipos, Cuauhtémoc, CID y Espartaco, son de frutos extra grandes, superando ampliamente al resto de los materiales, lo que concuerda con los resultados obtenidos en el experimento. Dichos materiales son prospectos para realizar mejoramiento genético del jitomate en México. Para las variables PTF, NL y pH no se encontraron diferencias estadísticas entre los genotipos.

Cuadro 23. Comparación de medias combinado de doce caracteres evaluados en siete genotipos F₁ en dos ambientes, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

GENOTIPOS	DFL	DM	PTF	NTF	AP	PPF	SST	FIR	NL	LF	DF	pH
SUN7705	15.7 d	88.5 c	2082.1 a	27.5 bc	144.0 cd	105.1 bc	4.6 ab	3.1 a	2.4 a	70.0 b	50.1 b	4.7 a
LORETO	33.3 a	100.8 a	2097.8 a	23.7 c	133.1 d	117.5 abc	4.7 a	2.4 b	2.1 a	70.3 b	54.5 a	4.9 a
MOCTEZUMA	27.3 bc	92.9 bc	2264.4 a	23.9 c	165.3 ab	130.8 a	4.6 ab	2.3 b	2.2 a	79.2 a	54.0 a	4.9 a
CUAUHTEMOC	28.5 bc	96.9 ab	2052.0 a	26.8 bc	168.2 a	119.9 abc	4.5 ab	2.4 b	2.1 a	77.9 a	52.5 ab	4.7 a
RESERVA	23.9 c	89.9 c	2294.5 a	36.7 a	145.1 bcd	103.5 c	3.9 c	2.7 ab	2.1 a	71.6 b	51.5 ab	4.7 a
ESPARTACO	28.7 ab	93.7 bc	2260.1 a	31.0 ab	155.6 abc	120.0 abc	4.2 bc	2.8 ab	2.7 a	82.0 a	51.5 ab	4.8 a
CID	28.4 bc	92.8 bc	2716.6 a	34.8 a	163.2 abc	122.5 ab	4.6 ab	2.2 b	2.3 a	79.3 a	53.1 ab	4.7 a
DMS (0.05)	4.7	6.9	786.9	6.6	21	18.1	0.5095	0.5934	0.6207	5	4	0.4905

Medias con la misma letra (s) entre tratamientos son estadísticamente iguales con un $\alpha=0.05$; DMS: diferencia mínima significativa; ; *, ** Significativo al 5% ($p\leq 0.05$) y al 1% ($p\leq 0.01$), respectivamente; DFL: días a floración del primer racimo; DM: días a maduración del primer racimo; PTF: peso total de frutos por planta (g); NTF: número total de frutos por planta; AP altura de planta (cm); PPF: peso promedio del fruto (g); SST: sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Bríx); FIR: firmeza (N); NL: número de lóculos; LF: largo de fruto (mm); DF: ancho de fruto (mm).

4.7. Contrastes F_1 vs F_2 en jitomates de hábito de crecimiento indeterminado.

4.7.1. Análisis de varianza

La comparación del comportamiento de genotipos F_1 con respecto a sus F_2 , en diez variables (Cuadro 24), indica que hubo diferencias altamente significativas para la variable PTF entre los genotipos F_1 y F_2 , para SUN 7705, Moctezuma, Cuauhtémoc, Reserva y el híbrido CID. Para el resto de los genotipos no hubo diferencias.

Para la variable PPF hubo diferencias significativas entre los genotipos F_1 y F_2 de SUN 7705, Moctezuma y CID; para el resto de los genotipos no hubo diferencias.

Para la variable FIR hubo diferencias significativas solamente entre los genotipos F_1 y F_2 de CID; para el resto de los genotipos no hubo diferencias.

Para la variable LF hubo diferencias altamente significativas solamente entre los genotipos F_1 y F_2 de Moctezuma; para el resto de los genotipos no hubo diferencias.

Para la variable DF hubo diferencias altamente significativas entre los genotipos F_1 y F_2 de Moctezuma y CID; entre los genotipos F_1 y F_2 de SUN 7705, Cuauhtémoc y Espartaco hubo diferencias significativas; para el resto de los genotipos no hubo diferencias.

Para las variables NTF, AP, SST, NL y pH no hubo diferencias significativas entre los genotipos F_1 y F_2 de los materiales.

Para las variables PTF, NTF, PPF, FIR y LF donde sí hubo diferencias, los genotipos F_1 fueron superiores a su F_2 , lo que indica que hay una ligera depresión de la F_2 con respecto a su generación progenitora. Moctezuma fue el genotipo que mayor abatimiento presentó con respecto a su F_1 , ya que este material tuvo diferencias altamente significativas para las variables que miden el rendimiento (PTF, PPF, LF), con este material se podrían aprovechar características como NTF y SST, en las que sobresalió.

Durante las últimas dos décadas los híbridos de jitomate han jugado un papel definitivo en el incremento del rendimiento, de la resistencia a diversas enfermedades, además de la mayor calidad del fruto y vida de anaquel, entre muchas otras características (Grandillo *et al.*, 1999). Sin embargo, en los principales programas de mejoramiento genético por empresas transnacionales, éstas venden semillas híbridas a precio de tres a diez veces mayores a los de las variedades, de tal modo que cada semilla llega a cotizarse en más de 40 centavos de dólar (Anónimo, 2004). En este contexto, el costo de producción por concepto de semilla es considerable para muchos productores mexicanos de jitomate, ya que utilizan básicamente híbridos cuyos precios son mayores de 50 centavos por semilla (Juárez *et al.*, 2000). Con los resultados obtenidos de los híbridos F_1 y sus F_2 se sugiere que los productores podrían utilizar semillas F_2 para sembrar un segundo ciclo, sin que ellos se vean afectados en característica como son: rendimiento, calidad de frutos o vida de anaquel, y con ello reducir costos de producción al no comprar semillas F_1 .

Con los resultados obtenidos del contraste se puede ver que en las características de calidad de fruto no hubo diferencias significativas, lo que es importante para el productor, ya que lo beneficia en las necesidades de calidad del jitomate en fresco, lo cual es un aspecto importante en la comercialización. Para el consumidor, la calidad del jitomate viene determinada por los atributos como su apariencia externa, el sabor y características nutritivas (González *et al.*, 2004), pero además firmeza,

SST, pH, tamaño de fruto, que le dan mejor calidad y sobreprecio. En este trabajo se logró detectar al menos un genotipo que cumple estas características.

El PTF fue el que tuvo mayor número de contrastes, tanto significantes (Cuauhtémoc, Reserva y CID) y altamente significativa (Loreto y Espartaco). La teoría genética indica que la segregación en la segunda generación de híbridos de autógamias provoca la reducción del rendimiento y otras características de calidad de fruto, porque el grado de heterocigosis se reduce a la mitad (Poehlman y Allen, 2003). En contraparte, diversos investigadores consideran que la heterosis en algunos genotipos de jitomate no se expresa tan intensivamente como en muchas alógamas, además de que en los individuos de la F_2 existe segregación transgresiva en algunos genotipos (De Vicente y Tanksley, 1993; Poehlman y Allen, 2003), por lo que aparecen plantas con frutos de la misma apariencia que la de los híbridos pero con un mayor peso (Mohamed, 1998), lo que explicaría en cierta forma el hecho de que algunos agricultores utilicen la F_2 para el siguiente ciclo de cultivo, al presentar un comportamiento similar del rendimiento con el del híbrido.

El coeficiente de variación (C.V.) resultó con una magnitud aceptable (<22.3 %) para ocho de diez variables evaluadas, solamente para las variables NTF y PTF resultó mayor al 20%.

Cuadro 24. Cuadrados medios de contrastes F_1 vs F_2 en jitomates de crecimiento indeterminado, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

GENOTIPOS	PTF	NTF	AP	PPF	SST	FIR	NL	LF	DF	pH
SUN 7705 vs SUN 7705- F_2	987061.7**	21.1	169.6	1390*	0.3961	0.0561	0.5	3	71.9*	0.0041
LORETO vs LORETO- F_2	35950.9	3.1	31.4	367.2	0.03	0.0006	0.125	0.022	24.6	0.0253
MOCTEZUMA vs MOCTEZUMA- F_2	942063.4**	32	196.8	3555.8*	0.3655	0.0041	0	348.3**	101**	0.0091
CUAUHTEMOC vs CUAUHTEMOC- F_2	368369.5*	3.1	289.2	1047	0.0162	0.0666	0	95	55.7*	0.0378
RESERVA vs RESERVA- F_2	437416.4*	18	307.5	396	0.0968	0.0595	0	11.8	25.1	0.0253
ESPARTACO vs ESPARTACO- F_2	140203.7	6.1	200	1161.9	0.0406	0.177	0.125	120	46.2*	0.005
CID vs CID- F_2	295595.9*	0	624.3	3464.9*	0.2813	0.6786*	0	100	113.6**	0.0365
CV (%)	32.9	31.1	17.5	11.8	7.1	22.3	18.7	7.3	5.6	8.5

Medias con la misma letra (s) entre tratamientos son estadísticamente iguales con un $\alpha=0.05$; DMS: diferencia mínima significativa; *, ** Significativo al 5% ($p \leq 0.05$) y al 1% ($p \leq 0.01$), respectivamente; PTF: peso total de frutos por planta (g); NTF: número total de frutos por planta; AP: altura de planta (cm); PPF: peso promedio del fruto (g); SST: sólidos solubles totales ($^{\circ}$ Bríx); FIR: firmeza (N); NL: número de lóculos; LF: largo de fruto (mm); DF: ancho de fruto (mm).

4.8. Análisis de medias y reducción porcentual entre híbridos de jitomate tipo saladette de crecimiento indeterminado y sus respectivas generaciones filiales

4.8.1. Análisis de varianza

En el Cuadro 25 se observa que para la variable PTF, los híbridos SUN 7705, Moctezuma, Cuauhtémoc, Reserva y CID superaron a sus respectivas F_2 ; la reducción porcentual de la F_1 y su F_2 fue de 66.1, 17.5, 65, 47.3, 45.2, 41.1 y 46.7%; SUN 7705 presentó el mayor abatimiento de los siete materiales evaluados, que fue del 66.1 %. Loreto y Espartaco presentaron una reducción con respecto a su F_1 del 17.5 y 41.1 %, pero no hubo diferencias estadísticas.

Para NTF, entre los genotipos Reserva, Espartaco, SUN 7705, Moctezuma y Cuauhtémoc no hubo diferencias estadísticamente, pero sí una reducción porcentual de 22.6, 23.1, 30.5, 36.4 y 12%. Loreto y CID no presentaron una reducción con respecto a su F_1 ; CID se mantuvo igual en la siguiente generación, y Loreto fue el único genotipo que presentó un aumento del 14.5 %. De acuerdo con De Vicente y Tanksley, (1993) se ha observado que durante la segregación en F_2 se puede presentar combinaciones genéticas que generan genotipos que en promedio se comportan mejor que el híbrido comercial, lo que concuerda con el genotipo Loreto que fue el único material que presentó un incremento en su segunda generación, a comparación de los otros seis materiales que tuvieron un decrecimiento en su F_2 .

Con respecto a la variable AP, no hubo diferencias estadísticas entre los genotipos y sus F_2 . SUN 7705, Loreto, Moctezuma, Cuauhtémoc, Reserva, Espartaco y CID presentaron una reducción porcentual con respecto a su F_1 de 13.3, 5.6, 11.8, 14, 17.7, 13.4 y 23.4 respectivamente. Esto puede deberse a la reducida diversidad de *Solanum Lycopersicon* que se va agotando como respuesta a su domesticación, y a los años de mejoramiento genético aplicado (Villand *et al.*, 1998).

Para la variable PPF hubo diferencias estadísticas para los genotipos Moctezuma y CID, superando a su F_2 ; hubo una reducción porcentual del 36.1 y 33.1 respectivamente. Para los genotipos Loreto, Cuauhtémoc, Reserva, Espartaco y SUN 7705 no hubo diferencias estadísticamente, pero sí una reducción porcentual numérica con respecto a su F_1 de 11.8, 20.8, 14.1, 22.1 y 23.6. Al respecto, Martínez (2005) encontró que cuatro híbridos (“H 7155”, “Hyppel 45”, “Italpec” y “Casa del Sol”) de crecimiento determinado produjeron menos que sus F_2 . Loreto fue el único material que tuvo un ligero aumento del 0.2874 %. Se puede indicar que PPF y PTF están estrechamente relacionada con la producción total por planta (Bartkaite, 2001).

Dentro de la variable LF, solo hubo diferencias altamente significativas para Moctezuma, superando a su F_2 , mientras que su reducción porcentual fue de 17.3%; por otro lado, Reserva, CID, Cuauhtémoc, Espartaco, Loreto y SUN 7705 no presentaron diferencias estadísticas, pero sí una reducción porcentual con respecto a su F_2 , que fue de 3.3, 8.7, 9.2 y 9.7, respectivamente, mientras que para Loreto y SUN 7705 hubo un pequeño aumento para esta variable del 0.2874 y 1.7 %.

Para la variable DF hubo diferencias altamente significativas para los genotipos Moctezuma y CID, con una reducción del 13.7 y 14.2 %, mientras que para SUN 7705, Cuauhtémoc y Espartaco hubo diferencias estadísticamente y una reducción porcentual de 11.9, 10.2 y 9.3 %, mientras que Loreto y Reserva no presentaron diferencias estadísticas, pero sí una reducción con respecto a su F_2 , ya que Loreto presentó una disminución del 6.5 y Reserva de 6.9 %. Debido a que el jitomate es una especie autógama influye su poca variabilidad genética, esta consideración podría explicar que la segregación no fue tan grande.

Para SST no hubo diferencias significativas. En los genotipos Espartaco y CID hubo una reducción porcentual del 2.4 y 8.3 %, mientras que Loreto, Reserva, Moctezuma y SUN 7705 no presentaron diferencias estadísticamente, pero sí hubo un incremento porcentual de 2.1, 5.1, 8.3 y 9.1%, mientras que Cuauhtémoc

no presentó diferencias estadísticas y se mantuvo igual en la siguiente generación.

Con respecto a la variable FIR, no hubo diferencias significativas para ningún genotipo. Para Cuauhtémoc, Espartaco y CID hubo una reducción porcentual del 13.3, 15 y 21.3 %, mientras que para Reserva y SUN 7705 no hubo diferencias significativas, pero presentaron un incremento del 4.4 y 6.3, % con respecto a su F_1 . Loreto y Moctezuma no presentaron diferencias significativas, y se mantuvieron iguales con respecto a su siguiente generación (0 %).

Para pH no hubo diferencias significativas. El genotipo Reserva fue el único que presentó una reducción del 2.1 %, mientras que en el resto de los materiales no hubo diferencias significativas, y presentaron un ligero incremento de la F_2 con respecto de su F_1 . SUN 7705, Loreto, Moctezuma, Cuauhtémoc y Espartaco presentaron un incremento del 2.1 %, y CID fue el que presentó el mayor porcentaje (4.3).

Loreto fue el único genotipo que presentó un ligero incremento en su F_2 para la variable NTF, mientras que Loreto y SUN 7705 tuvieron un ligero incremento para LF, el resto de los materiales presentó una reducción de la F_1 con respecto a su F_2 para las variables que miden los componentes de rendimiento (PTF, NTF, PPF, LF, DF). Las condiciones climáticas también afectaron seriamente a todos los genotipos, debido a que durante la evaluación se presentó una helada temprana.

Cuadro 25. Comparación de medias y reducción porcentual entre híbridos de jitomate tipo saladette de crecimiento indeterminado y sus respectivas generaciones filiales, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

GENOTIPOS	PTF	R (%)	NTF	R (%)	AP	R (%)	PPF	R (%)	LF	R (%)	DF	R (%)	SST	R (%)	FIR	R (%)	pH	R (%)
Sun 7705	1063.3 a		10.5 ab		69.3 a		111.5 abc		70.1 ab		50.6 abc		4.4 abc		1.6 ab		4.8 a	
Sun 7705-F ₂	360.8 c	-66.1	7.3 ab	-30.5	60.1 a	-13.3	85.2 cd	-23.6	71.3 ab	+1.7	44.6 a	-11.9	4.8 ab	+9.1	1.7 ab	+6.3	4.9 a	+2.1
Loreto	765.6 abc		8.3 ab		71.1 a		114.9 ab		69.6 ab		54 a		4.7 abc		1.6 ab		4.8 a	
Loreto-F ₂	631.5 abc	-17.5	9.5 ab	+14.5	67.1 a	-5.6	101.3 abcd	-11.8	69.8 ab	+0.287	50.5 abc	-6.5	4.8 ab	+2.1	1.6 ab	0	4.7 a	+2.1
Moctezuma	1055.5 a		11.0 ab		84.9 a		117 a		76.2 a		52 ab		4.8 ab		1.4 b		4.7 a	
Moctezuma-F ₂	369.2 c	-65.0	7.0 ab	-36.4	74.9 a	-11.8	74.8 d	-36.1	63 b	-17.3	44.9 c	-13.7	5.2 a	+8.3	1.4 b	0	4.8 a	+2.1
Cuauhtémoc	908.1 ab		10.0 ab		85.9 a		109.7 abc		75.1 ab		51.2 abc		4.8 ab		1.5 ab		4.8 a	
Cuauhtémoc-F ₂	478.9 bc	-47.3	8.8 ab	-12.0	73.9 a	-14	86.9 bcd	-20.8	68.2 ab	-9.2	46.0 bc	-10.2	4.8 ab	0	1.3 b	-13.3	4.9 a	+2.1
Reserva	1033.8 a		13.3 a		70.2 a		99.3 abcd		72.6 ab		51.0 abc		3.9 c		2.3 ab		4.9 a	
Reserva-F ₂	566.1 abc	-45.2	10.3 ab	-22.6	57.8 a	-17.7	85.3 cd	-14.1	70.2 ab	-3.3	47.5 abc	-6.9	4.1 bc	+5.1	2.4 a	+4.4	4.8 a	-2.1
Espartaco	644.7 abc		7.8 ab		74.6 a		109.3 abc		79.8 a		50.4 abc		4.2 bc		2.0 ab		4.8 a	
Espartaco-F ₂	379.9 c	-41.1	6 b	-23.1	64.6 a	-13.4	85.2 cd	-22.1	72.1 ab	-9.7	45.7 bc	-9.3	4.1 bc	-2.4	1.7 ab	-15.0	4.9 a	+2.1
CID	810.8 abc		7.0 ab		75.8 a		126 a		80.2 a		53.7 a		4.8 ab		2.2 ab		4.7 a	
CID-F ₂	432.3 bc	-46.7	7.0 ab	0	58.1 a	-23.4	84.3 cd	-33.1	73.2 ab	-8.7	46.1 bc	-14.2	4.4 abc	-8.3	1.6 ab	-21.3	4.9 a	+4.3
DMS (0.05)	520.2		6.8		29.7		28.4		13.0		6.6		0.8291		0.9632		0.743	

Medias con la misma letra (s) entre tratamientos son estadísticamente iguales con un $\alpha=0.05$; PTF: peso total de frutos por planta (g); NTF: número total de frutos por planta; AP: altura de planta (cm); PPF: peso promedio del fruto (g); LF: largo de fruto (mm); DF: ancho de fruto (mm); SST: sólidos solubles totales (⁰Bríx) FIR: firmeza (N) pH: pH; R: reducción porcentual entre F₁ y F₂.

V. CONCLUSIONES

El genotipo que presentó un mayor rendimiento y atributos de calidad de fruto en comparación de los demás fue Moctezuma, ya que este genotipo tuvo un fruto de tamaño extra grande, de buena firmeza y vida de anaquel; Reserva y CID fueron otros dos genotipos que tuvieron buenos atributos en cuanto a rendimiento, ya que tuvieron el mayor número de frutos totales.

La comparación del comportamiento de genotipos F_1 con respecto a sus respectivas F_2 , indicó que el PTF fue el que tuvo mayor número de contrastes tanto significantes y altamente significantes indicando una amplia segregación en cuanto a los tamaños y formas de frutos de las F_1 con respecto a sus F_2 .

Se generaron líneas promisorias F_2 con alto potencial genético por selección, para poder continuar con la obtención de líneas puras, y así generar híbridos o variedades de jitomate a costos accesibles al productor, con excelentes características agronómicas, calidad de fruto y vida de anaquel.

Con los resultados obtenidos al comparar los híbridos F_1 y sus F_2 , se concluye que los productores podrían utilizar semillas de algunos materiales F_2 , como en el genotipo Loreto, para siembras comerciales, sin que ello represente una pérdida significativa del rendimiento y mucho menos en las características de calidad, y con ello reducir costos de producción.

A pesar de que SUN 7705 y Moctezuma fueron los genotipos de mayor rendimiento, también fueron los que tuvieron una mayor depresión endogámica en el rendimiento y sus componentes en la generación F_2 .

Se detectó una amplia variación genética entre los genotipos de las cuatro casas comerciales evaluados, lo cual se reflejó en una amplia segregación en forma del fruto y características cuantitativas, la cual puede ser aprovechable.

Es posible obtener germoplasma para el mejoramiento genético del jitomate en México a partir de material comercial, ya que se logró identificar genotipos de generaciones F₂ con rendimiento y cualidades similares, e inclusive mejores, que en las generaciones F₁.

VII. REFERENCIAS

Adams P. and Ho L C., 1989. Effects of constant and fluctuating salinity on the yield, quality and calcium status of tomatoes. J. Hort. Sci. 64:725-732.

Anónimo 2004. Texas A & M University System. San Antonio, Texas, U.S.A. Avoidance of TSWV by using a resistant hybrid Tomato 444. <http://www.plantanswers.com/tomato444.htm>. Mayo, 2004.

Anónimo 2010 a. Diario el país. Madrid, España. http://www.elpais.com/iphone/index.php?module=iphone&page=elp_iph_visornoticias&idNoticia=20010731elpepisc_6.Tes&seccion=. Consultado el 9 de Julio de 2012

Anónimo 2010 b. <http://www.europapress.es/ciencia/noticia-tomates-aguantan-frescos-doble-gracias-genomica-20100202115413.html>. Consultado el 3 de febrero, 2010.

ASERCA. 1998. Jitomate y Soya. Claridades Agropecuarias 62: 1-36.

Asociación de Agricultores del Río Sinaloa Poniente (AARSP). 1993. Análisis de la temporada Hortícola 1992-93. Dpto. de Estadísticas y Estudios Económicos. Guasave, Sinaloa, México: 1-50.

Baldomero H., Z N. 2007. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.) hidropónico con sustratos, bajo invernadero. Tesis de maestría en ciencias. Conservación y aprovechamiento de recursos naturales. Instituto Politécnico Nacional. Santa cruz Xoxocotlan, Oaxaca. 176 p.

- Bartkaite, O. 2001.** Evaluation of tomato heterosis expression. Scientific Works. Horticulture and Vegetable growing. Lithuanian Institute of Horticulture. Babtai, Kaunas district, Lithuania.
- Batu., A. 2004.** Determination of acceptable firmness and color values of tomatoes. Journal of Food Engineering 61: 471-475.
- Bautista B., S. Velázquez De Valle., M G. Hernández L., A N. y Ait, E. 2008.** *The Rhizopus sttonifer tomato interaction. Plant-Microbe interactions.*
- Benton Jones J., J. 2008.** Tomato plant cultura in the field, greenhouse and home garden. Edit. CRC Press of Taylor Franis Group. Boca Raton F1. USA. 3, 10 p.
- Candolle, A. 1883.** *Origine des plantes cultivées.* Paris: Ed. J. Laffitte, 1984.
- Cantwell, M. Stoddard, S. Lestrabge, M. Michler, J. Mullen, R. Nie, X. Gutierrez, E. Erman, H. Argueta, G. 2006.** Report to the California tomato commission. Tomato Variety Trials: Postharvest Evaluations for 2005. UCCE Fresh Market Statewide Report 2005. Postharvest. 14 p.
- Casas, S. Juan Francisco R., D. José Luis S., G. Ron P., J. Montes H., S. y Chuela B., M. 2003.** Características agronómicas en retrocruzamientos en maíz-tocintle. En: Rev Fitotec. México, Vol. 26 (4): 239-248. 2003.
- Chamarro L., J. 1995.** Anatomía y fisiología de la planta. In: Nuez F. el cultivo del tomate. Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 43-90.
- Clemente L., N. 2010.** Calidad postcosecha de tomate (*Solanum lycopersicon* L.) producido con agua residual y de pozo en hidroponía y suelo. Tesis de maestría en ciencias. Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. México. 73 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) 2012.** <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/>

solanaceae/lycopersicon-esculentum/fichas/ficha.htm#2.%20Origen%20y%20distribuci%C3%B3n%20geogr%C3%A1fica. Consultado el 4 de julio del 2012.

Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce, A.C. (Cofupro) 2003.

<http://www.cofupro.org.mx/cofupro/Publicacion/Archivos/penit32.pdf>

Consultado el 22 de julio del 2012.

Corpeño, B. 2004. Agosto. San Salvador, Manual del Cultivo de Tomate.

http://www.fintrac.com/docs/elsalvador/Manual_del_Cutivo_de_Tomate_WEB.pdf. Consultado el 14 de junio de 2012.

Couey H., M. 1982. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin.

HortScience 17:162-165.

Davies J., N. and Hobson G., E. 1981. The constituents of tomato fruits: the in ·

fluence of environment, nutrition and genotype. In: *CRC Critical Reviews of Food Science and Nutrition*. pp 205-280.

De la Torre C., S. 2012. Guerra de jitomates y papas con Estados Unidos.

<http://www.milenio.com/cdb/doc/impreso/9160690>. Consultado el 15 de Octubre del 2012.

De Vicente M., C. Tanksley S., D. 1993. QTL analysis of transgressive

segregation in an interespecific tomato cross. *Genetics* 134: 585-589.

Del Amor F., M. Martínez., V. and Cerda., A. 2001. Salt tolerance of tomato

plants as affected by stage of plant development. *HortiScience* 36: 1260-1263.

Diez N., M J. 1995. Tipos varietales. In: F. Nuez (ed). *El cultivo del tomate*. Mundi-

Prensa. Bilbao, España. pp 93-129.

- Escalante G., A. 1989.** Evaluación de cinco variedades de jitomate en hidroponía bajo invernadero rustico. Tesis profesional. Departamento de fitotecnia. UACH, Chapingo, México.
- Escalona C., V. Alvarado V., P. Monardes M., H. Urbina Z., C. Martin B., A. 2009.** Chile, Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/manua_cultivo_tomate.pdf. Consultado el 14 de junio de 2012.
- Esquinas A., J y Nuez V., F. 2001.** Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. In: El cultivo del Tomate. F. Nuez. Mundo Prensa. España pp.13-42.
- FAO. 2012.** Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. www.apps.fao.org. Consultada el 22 de junio del 2012.
- FIRA. 2010a.** Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura. Boletín informativo No. 7: 1-99.
- FIRA. 2010b.** Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura. Panorama Tomate. Información económica. Panorama Agroalimentario. 26p.
- Flores G., D. 2011.** Conductividad eléctrica de la solución nutritiva en el rendimiento y calidad de tomates (*Lycopersion esculentum* Mill) nativos cultivados en invernadero. Tesis de maestría en ciencias. Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo México. 75 p.
- Foolad R., M. 2007.** Genome Mapping and Molecular Breeding of Tomato. International Journal of Plant Genomics. 2007: 64358.
- Ghezan, G. 1999** Trayectoria y demandas tecnológicas de las cadenas agroindustriales en el Mercosur ampliado-hortalizas: tomate fresco y procesado Ed. BID. Montevideo Uruguay. 139 p.

- González C., A. Salas S M., del C. Urrestarazu G., M. 2004.** M. 2004. Producción y calidad en el cultivo de tomate cherry. *In: Tratado de Cultivos sin Suelo.* URRESTARAZU GAVILÁN, M. (ed.). Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 703-747.
- Grandillo, S. Ku H., M. Tanksley S., D. 1999.** *Identifying the loci responsible for natural variation in fruit size and shape in tomato. Theor Appl Genet* 99:978–987.
- Heiser C., J. 1969.** Lave apples. In *Nightshades: The Paradoxical Plants.* Freeman San Francisco CA, pp: 53-55.
- INEGI 2002.** Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. El Sector Alimentario en México. <http://www.inegi.org.mx>. Consultado el 12 de Junio del 2012.
- Claridades agropecuarias 1997.** <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/062/ca062.pdf> Consultado el 27 de Junio del 2012.
- Integrated Taxonomic Information System (ITIS) 2012.** www.itis.gov/serlet/SinglePpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=566310. Consultado el 22 de Agosto del 2012.
- Jones R., A. 1986.** Breeding for improved post-harvest tomato quality genetics aspect. *Acta Horticulturae* 190: 77-87.
- Juárez L., G F. Sánchez Del C., F. Contreras M., E. 2000.** Efectos del manejo de esquejes sobre el rendimiento de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponia. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 6(1): 19-23.
- Kader, A., A. 1986.** Effects of posharvest handling procedures on tomato quality. *Acta Horticulturae* 190: 209-217.
- Kinet, J., M. and Peet M., M. 1997.** Tomato. In: *The Physiology of Vegetable Crops.* (Ed. H.C. Wien). CAB International, New York, NY. pp. 207-258.

- Linnaeus, C. 1753.** Species Plantarum. Tomo 1. L. Salvii. Holmiae. Stockholm. pp. 185-186.
- Lobato O., R. García Z., J J. Molina G, D. Ramírez H, C. Estrada T, V. Guzmán M. M A., 2010.** Conservación y mejoramiento de los recursos genéticos del jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) en México. In S. Cruz I, A Muratalla L, y A T Kato Y (eds.), La Investigación al Servicio del Campo Mexicano. Postgrado en Recursos Genéticos y Productividad-Genética. Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Montecillo, Texcoco, México. 63 p.
- Lobato O., R. Rodríguez G, E. Carrillo R., J C. Chávez S., J L. Sánchez P., P. Aguilar M., A. 2012.** Exploración, colectas y conservación de recursos genéticos de jitomate: avances en la Red de Jitomate. Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. 54 p.
- Luckwill L., C. 1943.** The Genus *Lycopersicon*. An historical, biological, and taxonomic survey of the wild and cultivates tomatoes. Aberdeen University Studies No. 120: 1-44.
- Lukyanenko A., N. 1991.** Disease resistance in tomato. In: Kalloo G, editor. Genetic Improvement of Tomato. Vol. 14. 14. Berlin, Germany: Springer; (Monographs on Theoretical and Applied Genetics). pp. 99–119.
- Macías M., A. 2003.** Enclaves agrícolas modernos: el caso del jitomate mexicano en los mercados internacionales. *Región y Sociedad* 15 (26): 103-151.
- Magaña L.N. 2006.** Comportamiento productivo de poblaciones F2 y heterosis intervarietal en jitomate (*Lycopersicon esculentum* MILL.) Cultivado a un racimo. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Horticultura, Universidad Autónoma Chapingo.

- Marshall J., A. Knapp, S. Davey M., R. Power J., B. Cocking E., C. Bennett M., D. and Cox A., V. 2001.** Molecular systematic of *solanum* section *Lycopersicum* (*Lycopersicon*) using the nuclear ITS r DNA región. Theoretical and Applied Genetics 103: 1216-1222.
- Martínez S., J. Peña L., A. Rodríguez P., J E. Villanueva V., C. Sahagún C., J, Peña O., M G 2005.** Comportamiento productivo en híbridos de jitomate y sus respectivas poblaciones F2. Revista Chapingo. Serie Horticultura Vol. 11 Núm. 002 p 299-307.
- Mendoza J., V. Sahagún C., J. Rodríguez P., J E. Legaria S., J P. Peña L., A. Pérez G., M. 2010.** Heterosis intervarietal en jitomate de crecimiento indeterminado tipo saladette. Revista Chapingo. Serie Horticultura Vol. 16 Núm. 1 p 57-66.
- Miller, P. 1754.** The gardeners dictionary, Abridged 4th ed. John and Jamen Rivington, London, Uk.
- Mitchell J., P. Shennan, C. Grattan S., R. and May D., M. 1991.** Tomato fruit yields and quality under water deficit and salinity. J. Amer.Soc. Hort. Sci. 116: 215-221.
- Mohamed M., F. 1998.** Characteristics and inheritance of natural facultative parthenocarpic fruit-set in 'Nadja' tomato under low temperature conditions. Euphytica 103(2): 211-217.
- Moore, J. 1994.** Industria en Transición. Publicación #1. Productores de Hortalizas. Enero, 1994. D.F., México: 8-10.
- Moyle L., C. 2007.** Comparative genetic potential prezygotic and postzygotic isolating barriers in: a *Lycopersicon* species cross. *Journal of Heredity* 98, 123-135.

- Muigai S., G. Bassett M., J. Schuster D., J. Scott J., W. 2003.** Greenhouse and field screening of wild *Lycopersicon* germplasm for resistance to the whitefly *Bemisia argentifolii*. *Phytoparasitica*. 2003; 31 (1): 27–38.
- Muller C., H. 1940.** A revisión of the genus *Lycopersicon*. United States Dep. Agriculture, Misc Publ. 382: 1-29 10p.
- Muños R., J J. 2009.** Manual de Producción de Tomate en Invernadero. Ed. Intagri. Celaya, México. pp: 45-92.
- Noodén L., D. 1988..** *The phenomena of senescence and aging*. In: Noodén LD, Leopold AC, eds. *Senescence and aging in plants*. San Diego, CA: Academic Press, Inc., 1–50.
- Nuez, F. 2001.** El cultivo del tomate. Ediciones Mundo- Prensa 1ª reimpresión. Barcelona España. 793 p.
- Nuño M., R. 2007.** Noviembre. México, Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, baja california. <http://www.sfa.gob.mx/DESCARGAS/TomateInvernaderoMXL.pdf>
Consultado el 14 de junio de 2012.
- Ojo de Agua 2007.** Estrés salino y comparación de dos sistemas de producción sobre el rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivada en invernadero. Colegio de postgraduados, Montecillo, Estado de México. 105 p.
- Opeña R., T. Chen, J T. Kalb, T. and Hanson, P. 2001.** Hybrid Seed Production in Tomato. AVRDC. <http://www.avrdc.org/LC/tomato/hybrid/02contents.html>
Consultado el 14 de junio de 2012.
- Ortega P., R. Martínez A., M A. y Sánchez G., J. 2000.** Recursos Fitogenéticos Autoctonos. In: P Ramírez V, R Ortega P, A López H, F Castillo G, M Livera M, Rincón S. y F. Zavala G. (eds). Recursos Fitogenéticos de México para la Alimentación y la Agricultura, Informe Nacional. Servicio Nacional de

Inspección y Certificación de Semillas y Sociedad Mexicana de Fitogenética,
A.C. Chapingo, México.

Peralta I., E. and Spooner D., M. 2001. Granule-bound starch synthesis (GBSSI) gene phylogeny of wild tomatoes (*Solanum* L. section *Lycopersicon* [Mill.] Wettst subsection *Lycopersicon*). *Amer. J. Bot.* 88, 1888-1902.

Peralta I., E. Knapp, S. and Spooner D., M. 2005. New species of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*: *Solanaceae*) from northern Peru. *Syst. Bot.* 30, 424-434.

Peralta I., E. Knapp, S. and Spooner D., M. 2006. Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. TGC REPORT 56:7-12.

Pérez G., M. Márquez S., F. y Peña L., A. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Ed. UACH. Chapingo, México. 380 p.

Poehlman J., M. Allen D., S. 2003. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Ed. Limusa. D.F., México. pp. 172-176.

Ponce O., J. 1995. Evaluación de diferentes densidades de plantación y niveles de despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en hidroponía. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México. 96 p.

Ramos O., A. Carballo C., A. Hernández L., A. Corona T., T. Sandoval V., M. 2005. Caracterización de líneas de jitomate en hidroponía. Agricultura Técnica en México Vol. 32 Núm. 2 p. 213-223.

Rick C., M. 1973. Potential genetic resources in tomato species: clues from observations in native habitats. Srb, A. M. Genes, enzymes, and populations. Plenum, N. Y. 225-269.

- Rick C., M. Zobel R., W. Fobes J., F. 1974.** Four peroxidase loci in redfruited tomato species: genetics and geographic distribution. Proceedings of the National Academy of Science, USA 71: 835-839.
- Rick C., M. Fobes J., F. and Holle, M. 1977.** Genetic variation in *Lycopersicon pimpinellifolium*: evidence of evolutionary change in mating systems. Plant Systematics and Evolution. 127: 139-170.
- Rick C., M. Yoder J., I. 1978.** Classical and molecular genetics of the tomato: highlights and prospects. Annual Review Genetics 22: 281-300.
- Rodríguez R., R. Tavares R., J M. y Medina J., J A. 1997.** Cultivo Moderno del Tomate. 2a Edición. Mundi-Prensa. Madrid, España. 255 p.
- Rodríguez R., R. Tabares R., J M. y Medina S., J J. 2001.** Cultivo Moderno del Tomate, Mundi-Prensa. Madrid España. 255p.
- Rodríguez G., E. Sánchez G., J. Montes H., S. Ruiz C., A. Martínez R., J. 2003.** “Exploración y colección de especies del género *Lycopersicum* en el Occidente de México”. In: *Memorias del X Congreso Nacional de Horticultura*.
- Rodríguez R., G. Pratta R., G. Zorzoli, R. y Picardi L., A. 2006.** Evaluation of plant and fruit traits in recombinant inbred line sor tomato obtained from a cross between *Lycopersicon esculentum* and *L. pimpinellifolium*. Ciencia e investigación Agraria. 33:111-118.
- SAGARPA 2010.** Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Monografía de cultivos. www.sagarpa.gob.mx Consultado el 20 de Julio del 2012.
- San Martín H., C. 2011.** Producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en diferentes granulometrías de “tezontle”. Tesis de maestría en ciencias. Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo México. 98 p.

Sánchez Del C., F. 1997. Valoración de características para la formación de un arquetipo de jitomate apto para un ambiente no restrictivo. Tesis de Doctorado. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. 189 p.

Sánchez A., D. Borrego E., F. Zamora V., V. Murillo S., M. Benavides M., A. Robledo T., V. 2010. Efectos genéticos y heterosis de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.) en campo e invernadero para rendimiento y calidad. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol 1 Núm 14: 455-467.

Sánchez P., P. Oyama, K. Núñez F., J. Fornoni, J. Hernández V., S. Márquez G., J. Garzón T., J. 2006. "Sources of resistance to whitefly (*Bemisia* spp.) in wild populations of *Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme* (Dunal) Spooner G.J. Anderson et R.K. Jansen in Northwestern México". *Genetic Resources and Crop Evolution*, 53: 711-719.

SECOFI 1993. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. Tratado del libre comercio de América del Norte. Porrúa. pp.230, 253-255.

SIACON-SAGARPA 2009. Servicio de Información Agroalimentaria de Consulta- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. SIACON 1980-2009. Disponible en Internet: http://www.siap.gob.mx/lindex.php?option=com_content&view=article&id=286:siacon&catid=62:portada&Itemid=428. Consultado el 25 de julio del 2012.

SIAP 2008. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comdeagr.html. Consultado el 5 de julio del 2012.

SIAP 2009. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca. <http://www.siap.gob.mx>. Consultado el 12 de Junio del 2012.

SIAP SAGARPA 2008. Servicio de Información Alimentaria y Pesquera. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y

Alimentación. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola Nacional. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>. Consultado el 17 de Julio del 2012.

Spooner D., M. Anderson G., J. and Jansen R., K. 1993. Cloroplast DNA evidence for the interrelationships of tomatoes, potatoes and pepinos (Solanaceae). *American Journal of Botany* 80 (6): 676-688.

Spooner D., M. Peralta I., E. and Knapp, S. 2005. Comparison of AFLPs with other markers for phylogenetic inference in wild tomatoes [Solanum L. section Lycopersicon (Mill.) Wettst.] *Taxon* 54: 43-61.

Steiner A., A. 1984. The universal nutrient solution. pp. 633-650. In: *Proceeding 6th International Congress on Soils Culture*. Wageningen. The Netherlands. pp. 633-650.

Stevens M., A. 1973. The influence of multiple quality requirements on the plant breeding. *Hortiscience* 8: 110-112.

Stevens M., A. y Rick C., M. 1993. *Genetics and Breeding in Tomato Crop. Scientific Basis for Improvement*. Chapman and Hall. Great Britain. 35-109 pp.

Taylor I., B. 1986. Biosystematics of the tomato. En: "Atherton, J.G.; Rudich, J. (Eds). *The Tomato Crop. A scientific basis for improvement*. Chapman and Hall, London & New York, pp. 1-34.

The Plants Database 2009. (National Plant Data Center, NRCS, USDA. Baton Rouge, LA 70874-4490 USA. <http://plants.usda.gov>. Consultado el 22 de Julio del 2012.

Tigchelaar E., C. 1986. Tomato breeding. In: Bassett MJ, editor. *Breeding for Vegetable Crops*. Westport, Conn, USA: AVI; 1986. pp. 135–171.

Urrestarazu, M. 2004. *Tratado de cultivo sin suelo*. 3a ed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 914 p.

- Villand, J. Skroch P., W. Lai, T. Hanson, P. Kuo C., G. and Nienhuis, J. 1998.** Genetic variation among tomato accessions from primary and secondary centers of diversity. *Crop Science* 38: 1339-13347.
- Villarreal R., M. García E., R S. Osuna E., T. Armenta B., A D. 2002.** Efecto de dosis y fuente de nitrógeno en rendimiento y calidad postcosecha de tomate en fertirriego. *Terra* 20(3): 311-320.
- Von Haeff., J N M. 1983.** Manuales para Educación Agropecuaria, Área: Producción Vegetal (16), 1ª Edición, Editorial Trillas, D.F., México: 9-53.
- Wann E., V. 1997.** Tomato germplasm lines T4065, T4099, T5019 and T5020 whit unique genotypes that enhance fruit quality. *Hort Science* 32 (4): 747-748.
- Winsor G., W. Daves J., N. AND Marsey D., M. 1962.** Composition of tomato fruits III. Juices form whole fruit and locules at different stages of ripeness. *Journal of Sciences Food and Agriculture*, 13: 108-115.

ANEXO



Figura A1. Frutos de SUN 7705.



Figura A2. En la segregación de frutos de SUN 7705, se observaron frutos cilíndrico (oblongo-alargado), saladatte y redondo alargado.

LORETO



Figura A3. Frutos de Loreto.

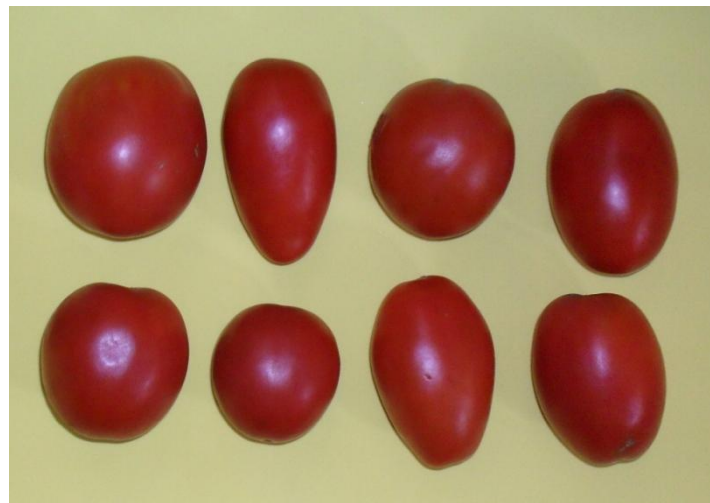


Figura A4. En la segregación de frutos de Loreto, se observaron frutos redondo-alargado, cilíndrico (oblongo-alargado), bola y saladatte.

MOCTEZUMA



Figura A5. Frutos de Moctezuma.



Figura A6. En la segregación de frutos de Moctezuma, se observaron frutos elipsoide (forma de ciruela), cilíndrico (oblongo-alargado), y bola.

CUAUHTÉMOC



Figura A7. Frutos de Cuauhtémoc.

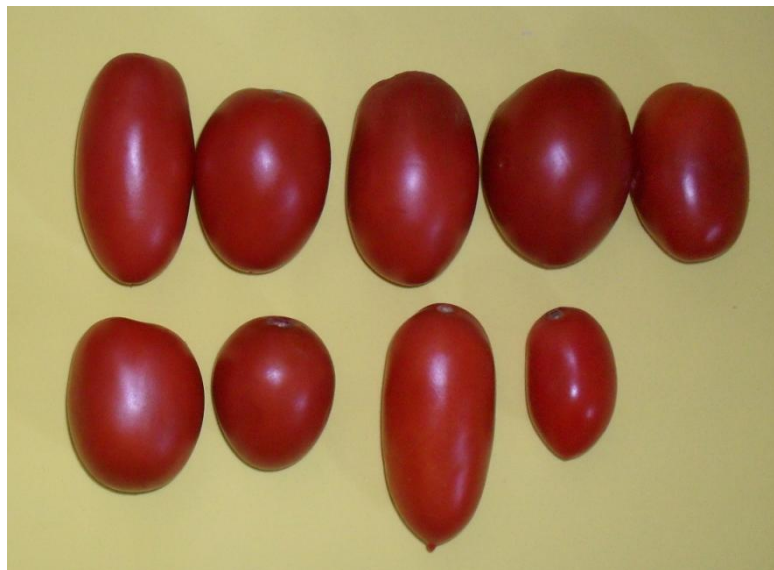


Figura A8. En la segregación de frutos de Cuauhtémoc, se observaron frutos cilíndrico (oblongo-alargado), saladatte y redondo-alargado.

RESERVA



Figura A9. Frutos de Reserva.

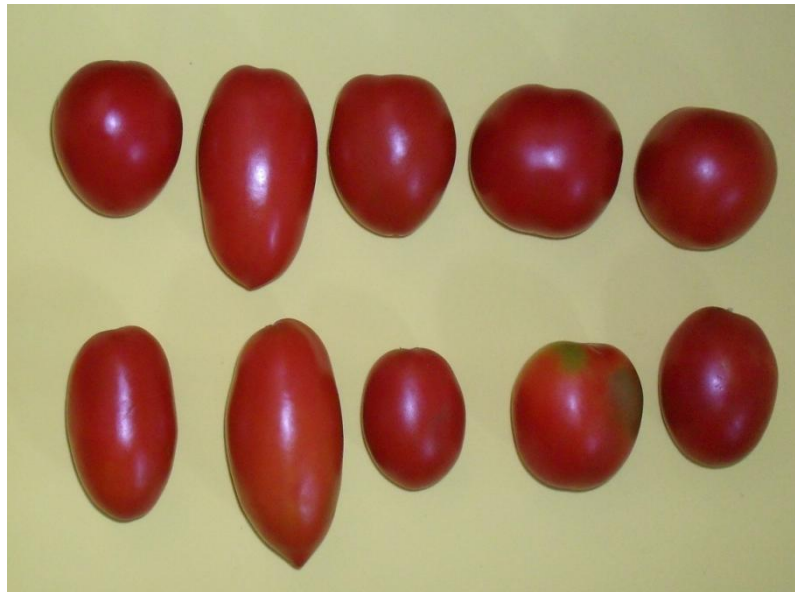


Figura A10. En la segregación de frutos de Reserva, se observaron frutos redondo-alargado, cilíndrico (oblongo-alargado), bola y saladatte.

ESPARTACO



Figura A11. Frutos de Espartaco.



Figura A12. En la segregación de frutos de Espartaco, se observaron frutos cilíndrico (oblongo-alargado), cordiforme, bola y saladatte.

CID



Figura A13. Frutos de CID.



Figura A14. En la segregación de frutos de CID, se observaron frutos redondo-alargado, cilíndrico (oblongo-alargado), bola y piriforme.