

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**ESTUDIO DE DIPLOIDES Y TETRAPLOIDES DE TOMATE DE CÁSCARA
(*Physalis ixocarpa Brot.*) BAJO CONDICIONES DE FERTIRRIEGO Y
ACOLCHADO PLÁSTICO**

Que presenta:

EMANUEL TRINIDAD ORTIZ ANTONIO

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Producción

**Buenavista Saltillo, Coahuila, México
Diciembre de 2010**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**ESTUDIO DE DIPLOIDES Y TETRAPLOIDES DE TOMATE DE CÁSCARA
(*Physalis ixocarpa Brot.*) BAJO CONDICIONES DE FERTIRRIEGO Y
ACOLCHADO PLÁSTICO**

TESIS

Presentada por:

EMANUEL TRINIDAD ORTIZ ANTONIO

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador
Como Requisito Parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada Por:



DR. Valentín Robledo Torres
Presidente del Jurado Asesor



DR. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Asesor



M.C. Francisca Ramírez Godina
Asesor



MC. Daniel Samano Garduño
Asesor

Coordinador de la División de Agronomía



DR. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Buenavista, Saltillo Coahuila diciembre de 2010



Coordinación

División de Agronomía

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme dado la dicha de haber terminado satisfactoriamente la carrera profesional, que sin duda muchos desearían esta oportunidad.

A Don “**ANTONIO NARRO RODRÍGUEZ**”, por haber fundado esta casa de estudios.

Gracias a la “**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**” por darme oportunidad de ser parte de ella y por todas esas facilidades que me otorgó para llegar a donde ahora me encuentro.

Al **Dr. Valentín Robledo Torres**, por su gran apoyo, ya que con su ayuda y paciencia pude concluir este trabajo. Además agradezco que me haya asesorado y compartido sus conocimientos.

A la **M.c. Francisca Ramírez Godina** por ser parte del comité de asesores del presente trabajo.

Al **Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo** por sus consejos y apoyo en todo momento.

Al **M.c. Daniel Sámano Garduño** quien además de compartir sus conocimientos y valioso apoyo en la realización de este trabajo me ha brindado su amistad.

A **mis maestros** que me formaron con sus conocimientos y profesionalismo.

DEDICATORIA

A mis padres

Román Ortiz Arteaga y María del Pilar Antonio Díaz

Por darme la vida, confianza, su apoyo incondicional, y por sus consejos que fueron los que me condujeron en este camino, por su comprensión y cariño.

A mis hermanos:

Esther, Gloria, Víctor, Sarai, Pablo, Pedro, Román, Angélica, Aurora, Isabel

Por su comprensión y apoyo, que fue muy importante para llegar a esta meta.

A Bernalda Gayosso San Juan

Por todo su apoyo tanto moral como sentimental, por su comprensión durante todo este tiempo, gracias por haberme dado tu confianza y cariño.

A todos los amigos (as):

A todos los amigos de la generación CX, que sin duda han sido parte muy importante en mi formación, con los cuales he vivido grandes experiencias.

Gracias por su apoyo y amistad.

A José Alfredo y Zoyla por su amistad y apoyo tanto en el presente trabajo como a lo largo del tiempo que convivimos y compartimos clases.

Índice de Contenido

| | |
|------------------------------------------|------|
| AGRADECIMIENTOS..... | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| Índice de Contenido..... | v |
| Índice de cuadros..... | vii |
| Índice de figuras..... | viii |
| Resumen..... | ix |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| Objetivos | 3 |
| Hipótesis | 3 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 4 |
| Origen y Distribución..... | 4 |
| Importancia del Cultivo | 4 |
| Nivel de Ploidia | 8 |
| Índice de madurez..... | 13 |
| Índices de cosecha | 13 |
| Cosecha..... | 14 |
| Criterios de Selección..... | 14 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 16 |
| Materiales Evaluados | 16 |
| El Origen de los Diploides..... | 16 |
| Localidad..... | 18 |
| Establecimiento del Experimento | 18 |
| Variables Estudiadas | 19 |
| Numero de frutos por planta (NFRU) | 19 |
| Rendimiento por Planta (REND)..... | 19 |
| Peso promedio por fruto (PPFRU) | 19 |
| Diámetro ecuatorial (DEC)..... | 20 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Diámetro polar (DPOL)..... | 20 |
| Grados brix (°Brix)..... | 20 |
| Conducción del Experimento..... | 21 |
| Preparación del Terreno..... | 21 |
| Siembra..... | 21 |
| Trasplante..... | 21 |
| Riego | 22 |
| Etiquetado..... | 22 |
| Nutrición..... | 22 |
| Deshierbe | 22 |
| Control de Plagas y Enfermedades..... | 23 |
| Cosecha..... | 23 |
| Problemas presentados durante el desarrollo del experimento | 24 |
| Diseño Experimental..... | 25 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSION | 27 |
| Análisis de varianza | 27 |
| Comparación de Medias | 29 |
| Análisis de Correlación..... | 32 |
| Análisis de distribución de cosecha | 33 |
| Comparación de medias de distribución de cosecha..... | 34 |
| V. Conclusiones | 39 |
| VI. Literatura citada..... | 40 |
| Apéndice..... | 44 |

Índice de cuadros

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 2.1 La producción del tomate de cáscara y sus características en México de 1980 al 2009 | 6 |
| Cuadro 2.2 Superficie sembrada, cosechada, rendimiento y precio por tonelada por Estado en 2009 | 8 |
| Cuadro 3.1. Descripción de 10 variedades de tomate de cáscara evaluadas en Saltillo, Coahuila. durante el 2010..... | 17 |
| Cuadro 3.2. Nutrientes aplicados, dosis y fechas de aplicación, con pH de 6.5 | 23 |
| Cuadro 3.3. Productos químicos, dosis y fechas de aplicación para el control de plagas y enfermedades del tomate de cáscara en Saltillo, Coahuila. durante el 2010. | 24 |
| Cuadro 4.1. Cuadrados medios del análisis de varianza de la evaluación de diez genotipos de tomate de cascara evaluados en Saltillo, Coahuila. durante el 2010 | 28 |
| Cuadro 4.2. Cuadrados medios del análisis de varianza de la evaluación de diez genotipos de tomate de cascara evaluados en Saltillo Coahuila. durante el 2010. | 28 |
| Cuadro 4.3. Comparación de medias (Tukey con $\alpha=0.05$), de seis variables estudiadas en genotipos diploides y tetraploides de tomate de cáscara evaluados en el ciclo primavera verano de 2010, en Saltillo, Coahuila..... | 30 |
| Cuadro 4.4. Análisis de correlación para variables de agronómicas del cultivo de tomate de cáscara | 33 |
| Cuadro A1. -Cuadrados medios del análisis de varianza realizado para la variable REND en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010..... | 44 |
| Cuadro A2. Cuadrados medios del análisis de varianza realizado para la variable NFRU en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010..... | 44 |

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro A3. Cuadrados medios del análisis de varianza realizado para la variable PFRU en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010..... | 45 |
| Cuadro A4. Cuadrados medios del análisis de varianza realizado para la variable DEC en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010..... | 45 |
| Cuadro A5. Cuadrados medios del análisis de varianza realizado para la variable DPO en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010..... | 46 |

Índice de figuras

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 4.1. Comparación de medias para la variable REND en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010 | 35 |
| Figura 4.2. Comparación de medias para la variable NFRU en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010 | 36 |
| Figura 4.3. Comparación de medias para la variable DEC en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010 | 37 |
| Figura 4.4. Comparación de medias para la variable DPO en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010. | 37 |
| Figura 4.5. Comparación de medias para la variable PFRU en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010 | 38 |

Resumen

ESTUDIO DE DIPLOIDES Y TETRAPLOIDES DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.) BAJO CONDICIONES DE FERTIRRIEGO Y ACOLCHADO PLÁSTICO

Esta investigación se realizó en la “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro” en el ciclo primavera verano de 2010, donde se evaluaron 10 genotipos de tomate de cáscara con dos niveles de ploidia bajo condiciones de acolchado y fertirriego, cinco genotipos diploides: Palmarito (21), Morado Tamazula (18), Gran Esmeralda (13), Felipe Ángeles (1) y Rendidora (19) y cinco genotipos tetraploides desarrollados en la misma universidad, con el objetivo de estudiar características de rendimiento y calidad de fruto. El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, con 10 plantas por parcela de donde se tomaron cinco plantas al azar para estimar las variables de interés, las cuales fueron; rendimiento por planta, número de frutos por planta, peso promedio por fruto, grados brix, diámetro polar y ecuatorial y precocidad.

Encontrando diferencias altamente significativas entre genotipos para 5 de las 6 variables evaluadas y solo para grados brix no se encontraron diferencias entre genotipos. La comparación de medias muestra que los genotipos diploides 13, 21, 1 son los que presentan los mejores rendimientos y

fueron estadísticamente iguales al genotipo 20 que es tetraploide siendo este ultimo superior al genotipo 19, que es el progenitor de los tetraploides aquí estudiados, además el mismo genotipo 20 es el que presento la mayor cantidad de frutos de todos los materiales, sin embargo no fueron los más grandes ni los más pesados, ya que los mismos genotipos 13, 21 y 1 son los que tienen los valores más altos en tamaño y peso.

Por otra parte y con relación a las variables antes mencionadas se realizó un análisis de distribución de la producción y las características de esta en los diferentes cortes para determinar precocidad, encontrando cuatro materiales muy precoces y son el 13, 1, 21 y 18 sin embargo el 18 es un material poco rendidor mientras el material 20 (tetraploide) tiene el 43% de su producción a los 92 días después del trasplante (quinto corte) y los diploides antes mencionados concentran alrededor de 64% de su producción en los cortes 1 y 2 (61 y 69 días después de trasplante respectivamente). Y las características de fruto en general son mejores en los primero 3 cortes y después bajan los valores tanto de tamaño como de peso.

Palabras clave: *Physalis ixocarpa* Brot, tetraploides, distribución de cosecha, características de fruto.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara es una especie originaria de México y desde tiempos prehispánicos se ha utilizado con fines alimenticios, artesanales y medicinales (Santiaguillo, 1995). En México actualmente entre las hortalizas el tomate de cáscara ocupa el cuarto lugar en superficie cultivada solo superada por la papa, jitomate y chile.

Sin embargo la investigación en este cultivo es muy escasa, tanto que se desconoce gran parte de su germoplasma, como de los métodos más apropiados para su mejoramiento, por lo que la producción de variedades mejoradas se ha visto muy desfavorecida.

Los rendimientos bajos en este cultivo son debido que no hay variedades muy rendidoras en el mercado y a que gran parte de los productores siembran materiales criollos, a esto se le puede asociar que los materiales que se siembran son muy susceptibles a plagas y enfermedades o factores ambientales.

El mejoramiento genético del tomate de cáscara permite aumentar los rendimientos por unidad de superficie así como la calidad de la producción, sin incrementar los costos para el productor, y para potenciar o explotar la

capacidad de los materiales genéticos, es necesario tecnificar los sistemas de producción, tal es el caso de la utilización de el fertirriego y acolchado plásticos, sin embargo en ocasiones no se justifica su uso sobre todo cuando no se tienen variedades de gran potencial.

Es necesario desarrollar variedades que posean características de rendimiento y calidad, de tal forma que generen recursos económicos al productor y satisfagan las necesidades del mercado interno y externo.

Las variedades deben poseer características como; precocidad, rendidoras, resistentes a plagas, enfermedades y de frutos nutritivos, con el objetivo de lograr lo anterior en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, se ha iniciado un Programa de Mejoramiento de tomate de cáscara por diferentes métodos, principalmente selección masal y la creación de algunos materiales tetraploides, buscando incrementar los rendimientos, encontrar algún método que logre hacer que esta planta se vuelva autofértil para hacer líneas endogámicas y generar híbridos. Por lo tanto, en el presente trabajo se evaluaron 10 genotipos de tomate de cáscara, cinco diploides y cinco tetraploides, con acolchado y fertirrigación, utilizando como criterios de selección principalmente el rendimiento y características de fruto.

Por lo tanto se plantearon los siguientes objetivos e hipótesis

Objetivos

Estudiar características de interés agronómico e Identificar genotipos con características sobresalientes que puedan recomendarse como materiales superiores y en su caso pueda constituir un punto de partida para el desarrollo de genotipos de tomate de cáscara

Comparar cinco variedades de tomate de cáscara tetraploides y cinco diploides en rendimiento y características de fruto

Hipótesis

Se espera que por lo menos un genotipo presente características de rendimiento y fruto sobresalientes para integrarlo a un programa de mejoramiento.

Los materiales tetraploides tienen características agronómicas, de rendimiento y calidad de fruto similares a los diploides.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y Distribución

El género *Physalis* comprende más de 80 especies distribuidas principalmente en América, siendo México el principal centro de distribución del género, con aproximadamente 70 especies, de estas 36 se encuentran ampliamente distribuidas en 26 estados del país, en un amplio intervalo altitudinal comprendido entre 8 y 3350 msnm (Peña y Santiaguillo, 1999).

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) también llamado tomate, tomate verde, tomate de hoja, tomate de fresadilla, tomate de bolsa y tomatillo, era conocido por los mayas y aztecas desde épocas prehispánicas, siendo México su centro de origen y domesticación (Peña y Márquez, 1990).

Importancia del Cultivo

El cultivo de tomate de cáscara es uno de cultivos hortícolas más importantes en México, debido a la gran cantidad de superficie cultivada, que

trae consigo una importante generación de empleo, ya que durante el manejo del cultivo y cosecha se requiere en promedio 84 jornales por hectárea.

El tomate de cáscara se utiliza en una infinidad de platillos típicos y regionales. Además, es utilizada por la industria de alimentos envasados para la fabricación de salsas Peña y Márquez, (1990).

Este cultivo se siembra en 27 de los 32 estados de la república, lo que le da importancia nacional, siendo el consumo per cápita el factor más importante para el incremento de la superficie cultivada, pues en 1991 era de 1.7 kg, y para el año 2000 fue de 3.5 kg, un segundo factor es el aumento en las exportaciones hacia Estados Unidos y Canadá.

Sin embargo las regiones con mayor superficie sembrada no son las de mayor consumo, porque la cultura de consumo es mucho mayor en los estados del Centro de México, y Sinaloa es uno de los principales estados productores y de los que menos lo consumen.

En México en 1980 se sembraron 20,962 ha, y en el 2009 la superficie sembrada fue de 47,472.90 ha, lo que marca muy notable el incremento en la superficie sembrada que en éste periodo fue de 126 %. En cuanto a rendimiento se ha tenido un incremento importante durante este periodo, en 1980 se tenía una media de $8.49 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ y en 2009 se incremento a $14,17 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, lo cual representa un incremento de 66 % (Cuadro 2.1), sin embargo este

incremento en el rendimiento puede ser por diferentes aspectos; entre ellos al mejoramiento que se ha hecho en el cultivo y el otro es debido a la implementación de nuevas tecnologías de fertilización, sistemas de riego y acolchados, entre otras, y aún con esto los rendimientos son bajos de acuerdo con (Peña y Márquez, 1999), quienes estimaron que se pueden obtener rendimientos de hasta 40 t·ha⁻¹, cifras que se han superado en algunos trabajos de investigación. Otro aspecto que le da importancia al cultivo es que en algunos lugares se cultiva en los dos ciclos de producción otoño-invierno y primavera-verano.

Cuadro 2.1 La producción del tomate de cáscara y sus características en México de 1980 al 2009.

| Año | Sup. Sembrada (Ha) | Sup. Cosechada (Ha) | Producción (Ton) | Rendimiento (Ton/Ha) | Precio Medio Regional (\$/Ton) |
|------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| 2009 | 47,472.90 | 45,704.85 | 647,580.13 | 14.1 | 3,518.63 |
| 2008 | 46,888.68 | 45,562.18 | 609,468.75 | 13.3 | 3,755.13 |
| 2007 | 52,842.84 | 51,946.54 | 724,949.67 | 13.9 | 3,023.78 |
| 2006 | 64,533.62 | 62,602.92 | 805,721.26 | 12.8 | 3,548.39 |
| 2005 | 48,626.67 | 47,593.89 | 553,868.87 | 11.6 | 4,360.38 |
| 2004 | 60,518.38 | 53,410.88 | 722,634.69 | 13.5 | 3,467.99 |
| 2003 | 56,522.47 | 54,044.19 | 726,218.29 | 13.4 | 2,835.69 |
| 2002 | 49,371.64 | 47,421.89 | 583,393.45 | 12.3 | 3,022.03 |
| 2001 | 47,840.01 | 46,898.26 | 587,712.07 | 12.5 | 2,863.50 |
| 2000 | 51,237.29 | 49,945.79 | 580,247.36 | 11.6 | 3,039.08 |
| 1999 | 45,044.50 | 43,571.80 | 540,214.06 | 12.4 | 3,392.26 |
| 1980 | 20,962.00 | 18,814.00 | 159,797.00 | 8.4 | 6.33 |

Fuente: Elaboración propia con datos de (SIAP), SAGARPA, 2009.

Algunos estados como Sinaloa sobresalen por la superficie cultivada ya que se siembra el 20% (9731.49 ha) de la superficie total nacional sembrada en el año 2009 (Cuadro 2.2), seguido por Jalisco con 5519.63, Puebla 4887.5, México 3351.4, Sonora 3148.45 ha; mientras que en rendimiento destaca Nuevo León con 27.39 ton/ha, seguido por Querétaro con 24.04, Coahuila 23.1, Campeche 22 ton/ha, Aguascalientes 21.76, Tamaulipas 21.34.

Dada la importancia que ha cobrado el cultivo de tomate verde en México, es necesario sustentar el proceso de producción en variedades de alto potencial productivo y no en variedades nativas, ya que esto representará mayores beneficios al productor, pues existe la premisa fundamental de que el costo de producción por hectárea es prácticamente el mismo si se siembra una mala o una buena variedad Peña (2001).

Cuadro 2.2 Superficie sembrada, cosechada, rendimiento y precio por tonelada por Estado en 2009.

| Estado | Sup. Sembrada (Ha) | Sup. Cosechada (Ha) | Rendimiento (Ton/Ha) | PMR (\$/Ton) |
|------------------|---------------------------|----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Aguascalientes | 274.00 | 274.00 | 21.76 | 2,853.71 |
| Baja California | 437.00 | 437.00 | 16.56 | 4,006.69 |
| Baja C. S. | 265.50 | 230.50 | 18.84 | 5,220.95 |
| Campeche | 10.00 | 10.00 | 22.00 | 6,000.00 |
| Chiapas | 175.00 | 175.00 | 10.78 | 4,914.10 |
| Chihuahua | 132.98 | 132.98 | 16.90 | 2,856.80 |
| Coahuila | 183.00 | 183.00 | 23.10 | 6,305.90 |
| Colima | 283.00 | 238.00 | 17.36 | 3,290.97 |
| Distrito Federal | 33.00 | 33.00 | 14.42 | 4,610.29 |
| Guanajuato | 2,053.50 | 1,862.50 | 10.86 | 3,129.50 |
| Guerrero | 646.50 | 645.50 | 16.70 | 4,401.31 |
| Hidalgo | 1,402.00 | 1,372.00 | 8.79 | 4,488.16 |
| Jalisco | 5,419.63 | 4,886.33 | 12.24 | 3,238.27 |
| México | 3,351.40 | 3,349.40 | 16.15 | 5,110.51 |
| Michoacán | 2,270.50 | 2,222.50 | 18.06 | 2,769.56 |
| Morelos | 2,450.70 | 2,450.70 | 13.94 | 4,103.07 |
| Nayarit | 3,064.00 | 3,064.00 | 10.75 | 1,317.96 |
| Nuevo León | 460.00 | 460.00 | 27.39 | 3,739.37 |
| Oaxaca | 383.00 | 383.00 | 9.84 | 5,256.42 |
| Puebla | 4,887.50 | 4,697.50 | 10.33 | 4,143.08 |
| Querétaro | 426.00 | 426.00 | 24.04 | 3,457.84 |
| San Luis Potosí | 521.00 | 521.00 | 12.80 | 6,262.60 |
| Sinaloa | 9,731.49 | 9,228.49 | 14.72 | 3,036.49 |
| Sonora | 3,148.45 | 3,133.45 | 13.44 | 3,197.08 |
| Tamaulipas | 601.00 | 601.00 | 21.34 | 4,572.44 |
| Tlaxcala | 1,183.00 | 1,158.00 | 15.18 | 3,141.88 |
| Veracruz | 781.75 | 725.00 | 9.56 | 4,826.85 |
| Yucatán | 7.00 | 7.00 | 9.29 | 3,000.00 |
| Zacatecas | 2,891.00 | 2,798.00 | 19.85 | 3,260.37 |
| Total | 47,472.90 | 45,704.85 | 14.17 | 3,518.63 |

FUENTE: datos obtenidos de (SIAP), SAGARPA, 2009.

Nivel de Ploidia

Esta característica define la carga genética de la variedad. Los diploides (2N), se caracterizan por presentar un par de cada cromosoma que forma parte de sus células, mientras que los tetraploides (4N) contienen dos pares de cada

uno de ellos. Esto tiene algunas implicancias desde el punto de vista morfológico y hasta de comportamiento productivo.

En zacate raigrás los diploides, tienen mayor cantidad de hojas, tallos y macollos por planta. Los macollos y las hojas suelen ser finas. Como contraste, los tetraploides, suelen tener menor número de macollos pero más grandes, con hojas más anchas (Lus, 2008).

Así, este mismo autor menciona que los genotipos tetraploides al contar con un mayor número de cromosomas, suelen presentar mayor contenido celular, de manera que pueden llegar a ser más nutritivos que los diploides; aunque éstos últimos suelen mostrar mejores porcentajes de materia seca, además presentan por lo general una mayor rusticidad ambiental, especialmente ante limitaciones de clima o suelo, mientras que los tetraploides, requieren mejores condiciones para poder expresar adecuadamente su potencial.

El mismo autor menciona que la velocidad de implantación en materiales tetraploides en raigrás también es generalmente más rápida aunque esto varía de acuerdo al tipo de material y responden a fechas de siembra.

Juárez (2003), menciona que la sandía en su 'estado' natural es diploide y el número haploide de cromosomas = 11. Es decir cada una de las células de una sandía (semilla, planta, tallo, flor, fruto) tienen 22 cromosomas

(diploide= $2N=22$).y qué través de un tratamiento químico se puede lograr que el número de cromosomas se duplique. Por lo tanto cada célula de una sandía químicamente tratada, tendrá 44 cromosomas.

Además menciona que el producto químico más convencional para incrementar el número cromosómico es un alcaloide llamado colchicina ($C_{22}H_{25}O_6N$). Este producto distorsiona la segregación o separación de los cromosomas al momento de replicación y se consigue que las células contengan un mayor número de cromosomas. Durante el proceso de este tratamiento con colchicina varias cosas pueden pasar. Es posible matar las plantas debido a fitotoxicidad causada por el producto. También es posible obtener plantas aneuploides y plantas quimeras; es decir que son parcialmente diploide y parcialmente tetraploide (y en raros casos hay incluso sectores triploides).

El mismo autor indica que la producción de semilla triploide (que después producirá frutos sin semilla) se logra a través de cruzar una línea tetraploide como el componente femenino con una línea diploide como el donador de polen. La cruce inversa no produce semilla, además de que el polen que producen las plantas triploides es no-viable y la cantidad del mismo es mínima.

El tomate de cáscara, tomate verde o tomate de bolsa. Es diploide $2n=2x=24$, con flores hermafroditas, presenta autoincompatibilidad producida por dos series alélicas y es infértil cuando uno o más alelos están en estado

homocigoto, convirtiéndola en alógama. Es difícil la obtención de líneas endogámicas para la hibridación clásica (Santiaguillo *et al.*, 2004).

En un estudio sobre características de estomas y vasos de xilema en respuesta a niveles de ploidia, Robledo *et al.* (2009), encontraron que un genotipo tetraploide presenta más estomas que un diploide por mm² dos tetraploides presentaron menor número, sin embargo para la superficie abaxial los tetraploides presentaron menos estomas que los diploides lo cual es importante ya que esto está relacionado con la capacidad de enfriamiento de las plantas, aunque la transpiración se ve afectada por el número de estomas en la superficie foliar, y que también resulta importante la sensibilidad para el inicio de cierre de estomático.

También encontró que los genotipos diploides mostraron estomas más pequeños que los tetraploides tanto en la superficie adaxial como abaxial, en cuanto a los diámetros y vasos del xilema el material diploide presentó los valores más bajos, por lo que posiblemente la limitante de los materiales tetraploides sea el área en los vasos del xilema, esto bajo condiciones de déficit de agua.

López (2009) señala que entre los principales problemas que limitan el incremento de la producción y productividad del cultivo de tomate de cascara, están la poca disponibilidad y el alto costo del agua de riego, así como el manejo ineficiente de este recurso, sobre todo cuando es riego rodado, sin

embargo, concluye que la utilización de acolchados plásticos y riego por goteo puede reducir hasta un 60 % las laminas de riego.

Robledo *et al.* (2003) en un estudio realizado en tomate de cáscara a 35 genotipos diploides encontraron diferencias estadísticamente significativas en las características, numero de estomas adaxial (NEH), numero de estomas abaxial (NEE), numero de células tabloides del haz (NCTH), numero de células tabloides del envés (NCTE) y rendimiento de fruto (RDF), lo cual indica una amplia variabilidad para las características estudiadas. Sin embargo al realizar un análisis de correlación no encontró asociaciones estadísticamente significativas entre el número de estomas o número de células tabloides y rendimiento de fruto, por lo que concluyeron que el número de estomas y número de células tabloides no son de utilidad, como un índice de selección para rendimiento en tomate de cáscara.

Por otra parte Peña, (2001), indico que el contar con solo 2 variedades mejoradas y registradas de tomate de cascara se debe a la escasa investigación que se ha realizado en este cultivo, no obstante que uno de los principales problemas en la producción de tomate verde es el uso de variedades de bajo potencial productivo.

Índice de madurez

Castro, (2006) indica que el tomatillo es una fruta pequeña, esférica y verde o verdosa púrpura, rodeada por el cáliz modificado que ha crecido y se ha alargado, o “cáscara”. Mientras que la fruta va madurando, va llenando la cáscara y cuando alcanza la temporada de cosecha puede haber fracturado dicha cáscara.

El mismo autor menciona que el tomatillo es el ingrediente dominante en la salsa verde, fresca o cocinada y se usa en otros platos en Latinoamérica. La frescura y el color verde de la cáscara son los factores más importantes para determinar la calidad. La fruta debería estar firme, de color verde intenso y ácido, para que las contribuciones culinarias sean las propias del tomatillo.

Índices de cosecha

El tomatillo se puede cosechar en diferentes etapas del desarrollo. Para su comercialización, deberían ser cosechados cuando las frutas están bien formadas, han llenado substancialmente la cáscara, pero siguen mostrando un verde intenso.

La fruta muy madura pierde intensidad en color verde o se amarillea y debería ser descartada puesto que son más dulces e indeseables para la mayoría sus usos.

Cosecha

El número de cortes varía entre 4 a 6, se dice que el mayor tamaño de fruto se obtiene en el primer corte, dependiendo del vigor y la carga de la planta. El corte inicial debe hacerse cuando hayan madurado los 3 o 4 primeros frutos, en la mayoría de las plantas ocurren generalmente a los 55 a 70 días después de la siembra (Peña y Márquez, 1990).

Criterios de Selección

Peña *et al.* (2002) concluyen que el primer corte es más importante que el segundo en relación con la respuesta a la selección y que por ello es un buen criterio de selección indirecta para aumentar el rendimiento total, así como la altura a la primera bifurcación y el número de frutos amarados, también son criterios de selección indirecta.

Peña *et al.* (2008) mencionan que por la correlación entre la altura de la planta a la primera bifurcación y el número de frutos amarrados con el

rendimiento de fruto, las plantas de porte más bajo son más rendidoras que las de porte alto.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales Evaluados

Se evaluaron 10 variedades de tomate de cáscara con diferente origen y con dos diferentes niveles de ploidia. Cinco genotipos diploides y cinco tetraploides como se muestra en el Cuadro 3.1.

Los materiales tetraploides se desarrollaron en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” en el 2006 por aplicación de colchicina en diferentes concentraciones a semillas de la variedad diploide “rendidora”, lo que dio origen a materiales diferentes de los cuales algunos ya se evaluaron y los más sobresalientes son los que se están probando en este trabajo

El Origen de los Diploides

Felipe Ángeles. Es una colecta realizada en la comunidad de Felipe Ángeles del Estado de Puebla sin ningún ciclo de selección que cuenta con amplia variabilidad genética.

Gran Esmeralda. Híbrido comercial, con características de planta semi-erecta, con frutos grandes y color verde limón.

Morado Tamazula. Colecta realizada en Tamazula Jalisco, este material no tiene ningún ciclo de mejoramiento. Peña (2001) describe a este material con características de plantas de hábito rastrero o erecto, de frutos verde-morados de tamaño mediano y muy compacto.

Rendidora. Proviene de una evaluación de 49 materiales nativos de Morelos, estos materiales se evaluaron durante 4 años y al final se seleccionó una población, cuyo promedio de rendimiento fue superior al resto de los materiales y se denominó "Rendidora". Las características agronómicas de rendidora son: 1) hábito de crecimiento rastrero 2) ciclo precoz,3) alto potencial de rendimiento,4) tamaño mediano de fruto y 5) color de fruto verde limón (Pérez 1993).

Palmarito. Colecta realizada en la Localidad de Palmarito Estado de Puebla sin ningún ciclo de selección y con amplia variabilidad genética.

Cuadro 3.1. Descripción de 10 variedades de tomate de cáscara evaluadas en Saltillo, Coahuila. durante el 2010.

| TRATAMIENTO | MATERIAL | NIVEL DE PLOIDIA |
|-------------|-----------------|------------------|
| 1 | Felipe Ángeles | Diploide |
| 2 | Seluan2 | Tetraploide |
| 5 | Seluan5 | Tetraploide |
| 11 | Seluan11 | Tetraploide |
| 13 | Gran Esmeralda | Diploide |
| 16 | Seluan16 | Tetraploide |
| 18 | Morado Tamazula | Diploide |
| 19 | Rendidora | Diploide |
| 20 | Seluan20 | Tetraploide |
| 21 | Palmarito | Diploide |

Localidad

El cultivo fue establecido usando acolchado plástico y riego por goteo y campo abierto, durante el periodo marzo–julio de 2010 en el área de investigación del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro”, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, situada a los 25°23' de latitud norte y 101°00' latitud este del meridiano de Greenwich, una altitud de 1737 msnm. El clima de la zona está clasificado como un Bwhw (x) (e) seco – semicálido con invierno fresco extremo templado, con lluvias principalmente en verano. La temperatura media anual es de 19.8 °C, con una oscilación de 10.4 °C.

Establecimiento del Experimento

El trabajo se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con 10 tratamientos (genotipos) y 4 repeticiones, constituido por 10 camas de 20 m de largo y 1.70 m de separación entre camas, con trasplante a doble hilera con una distancia entre planta y planta de 0.80 m y .45 m entre hileras. El número de plantas por parcela fue de 10 plantas; se eligieron 5 plantas al azar de cada tratamiento para tomar los datos.

Variables Estudiadas

Numero de frutos por planta (NFRU)

El número de frutos se obtuvo de la sumatoria de los frutos cosechados por planta durante los cinco cortes.

Rendimiento por Planta (REND)

Realizado a plantas individuales, evaluado a partir de la primera cosecha realizada a los 62 días después del trasplante **(DDT)** para algunos tratamientos y hasta concluir con todos los cortes.

Peso promedio por fruto (PPFRU)

Para esta variable se utilizó báscula electrónica con capacidad de 5 kg marca Torrey para obtener el peso de fruto. Posteriormente el peso total de los frutos por planta se dividió entre el número de frutos por planta, para obtener ésta variable.

Diámetro ecuatorial (DEC)

Esta variable consiste en obtener la medida de los frutos en forma horizontal. Para lo cual se utilizó un vernier, se midieron tres frutos por planta, de cinco plantas de todos los cortes realizados, estos fueron elegidos al azar con los cuales se obtuvo el diámetro ecuatorial promedio.

Diámetro polar (DPOL)

Esta variable consiste en obtener la medida de los frutos de el pedúnculo al ápice del fruto, con un vernier se midieron tres frutos por planta en los cinco cortes realizados, los frutos elegidos al azar con los cuales se estimó el diámetro polar promedio.

Grados brix (°Brix)

Para esta variable, se colocaron gotas de jugo del fruto en la celdilla del refractómetro portátil, para obtener los sólidos solubles esto se hizo a dos frutos en las cinco plantas etiquetadas en los cinco cortes realizados.

Conducción del Experimento

Preparación del Terreno

Se realizó el día 5 de abril de 2010 y consistió en dos pasos de rastra, y el surcado con distancia de 1.7 metros entre camas y de largo aproximado de 20 metros y un total de 10 surcos. La instalación de la cintilla y acolchado se realizó el 19 de abril de 2010

Siembra

Se realizó de forma manual 30 días antes del trasplante en charolas de poliestireno de 200 cavidades, se colocaron 2 semillas por cavidad. El sustrato utilizado fue Peat moss, la germinación fue bajo condiciones de invernadero, la emergencia de las plántulas ocurrió alrededor de 6 a 7 días después de la siembra.

Trasplante

Se realizó de forma manual el 21 de abril de 2010. Se trasplantaron 10 plantas por tratamiento que fue a tres bolillo con separación entre planta y planta lineal de 0.8 metros y entre hilera a .45 m.

Riego

Para regar se utilizó cintilla de riego calibre 4000 con una separación entre goteros de 12 pulgadas y un gasto de 1/ hr/ gotero a 10 lb/pulg² y cada riego fue de 2 horas diarias.

Etiquetado

Consistió en marcar las parcelas con el nombre del tratamiento, así mismo dentro de este se marcaron 5 plantas de las cuales se le tomaron los datos; estas fueron elegidas al azar desde pequeñas.

Nutrición

Esta fue aplicada con el agua de riego y se realizó una vez por semana como se muestra en el Cuadro 3.2.

Deshierbe

Se realizó cada semana para mantener limpia el área, evitar competencia por agua y nutrientes además de eliminar hospederos de plagas y enfermedades, esta actividad se realizó manualmente y con azadón.

Cuadro 3.2. Nutrientes aplicados, dosis y fechas de aplicación, con pH de 6.5

| Fertilizante | Dosis | Fecha de Aplicación | |
|--------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|-------|
| Acido fosfórico | 190 ml | | |
| Sulfato de potasio | 1000gr | Semana | Mes |
| Sulfato de magnesio | 1476gr | 5, 12,19,26 | Mayo |
| Nitrato de potasio | 750gr | 2,9,16,23,30 | Junio |
| Nitrato de calcio | 3120gr | 7,14 | Julio |
| Sulfato de manganeso | 5.5gr | | |
| Sulfato de zinc | 2gr | Esto para 1000 litros de agua. | |
| Bórax | 10 gr | | |
| Fertidrip (fertilización foliar) | 40gr/10lit. de agua | 16 mayo | |
| Fertifierro(fertilización foliar) | 2ml/lit | 8, 16 y 23 de junio | |

Control de Plagas y Enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades se aplicaron diferentes productos cuyas dosis y fechas de aplicación se indican en el Cuadro 3.3.

Cosecha

Se cosecharon cinco plantas por tratamiento, cada una por separado; se realizaron cinco cortes en las siguientes fechas 21 y 29 de Junio, 07, 14 y 22 de julio del 2010.

Cuadro 3.3. Productos químicos, dosis y fechas de aplicación para el control de plagas y enfermedades del tomate de cáscara en Saltillo, Coahuila. durante el 2010.

| Producto químico | Dosis | Fecha de Aplicación |
|-------------------------|--------------|----------------------------|
| Ridomil bravo | 1/gr/lt | 28 abril |
| Furadan | 1/ml/lt | |
| Metalaxil | 1/gr/lt | 8 mayo |
| Plenum | 1/gr/lt | |
| Agrosulfan | 1/ml/lt | 13 mayo |
| Agrosulfan | 1/ml/lt | 24 mayo |
| Blason Ultra | 1/gr/lt | |
| Agrosulfan | 1/ml/lt | 1 junio |
| Ridomil | 1/gr/lt | |
| Dimetoato | 1ml/lt | 8 junio |
| Agrosulfan | 1ml/lt | 14 junio |
| Agrosulfan | 1ml/lt | 23 junio |

Problemas presentados durante el desarrollo del experimento

Es importante señalar que durante el establecimiento del experimento se presentó una granizada, y una semana completa estuvo nublado y lloviendo mucho, esto fue después del segundo corte.

Además de esto se presentaron problemas con diabrótica ya que las condiciones climáticas durante el periodo de lluvias impidieron la aplicación de insecticidas y fungicidas, esto provoco un crecimiento en la población de

diabrotica que ocasionó algunos problemas al follaje después del primer corte, además de presentarse algunos problemas con el gusano del fruto.

Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar, con cuatro repeticiones, cuyo modelo lineal aditivo es el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Para:

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ (genotipos)

$j = 1, 2, \dots, r$ (repeticiones)

$$\epsilon_{ij} \sim NI(0, \sigma^2)$$

Donde:

X_{ij} = Es el valor observado del i -ésimo genotipo en la j -ésima repetición.

μ = Media general

τ_i = Efecto del i -ésimo genotipo

β_j = Efecto de la j -ésima repetición

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental

A los datos obtenidos de cada variable se les aplicó el análisis de varianza; posteriormente en aquellas variables donde se encontró diferencias entre tratamientos, se les hizo una comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$) y se realizó un análisis de correlación entre las variables bajo

estudio, además se realizó un análisis de varianza para la distribución de cosecha y características de fruto en los cinco cortes realizados. Para lo anterior se utilizó el programa estadístico **SAS** (Statistical Analysis System, versión 9.0).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de varianza

El análisis de varianza (ANVA) mostro que en la fuente de variación repeticiones hay diferencia en la variable °Brix. Y en el resto de las variables no hay diferencia lo que indica que los bloques fueron uniformes lo que permitió que los tratamientos expresaran bien sus características y que estas no fueran enmascaradas.

Sin embargo el mismo análisis realizado mostro que hubo diferencias estadísticas para la fuente de variación tratamientos en cinco variables estudiadas (NFRU, PFRU, DEC, DPO Y REND), mientras que para °Brix, no hubo diferencias estadísticas como se muestra en los Cuadros 4.1 y 4.2.

Las diferencias entre los tratamientos pueden ser debidas a que en principio son materiales genéticamente diferentes, con diferente nivel de ploidia y selección ya que hay una variedad comercial y ademas provienen de diferentes regiones geográficas por que presentan diferente grado de uniformidad.

Los coeficientes de variación son bajos como se puede apreciar en los Cuadros 4.1 y 4.1 de acuerdo con Santiaguillo *et al.* (1998) que reportan coeficientes de variación más altos, en éstas mismas variables y en el mismo cultivo. Sin embargo, los que están un tanto elevados puede ser como consecuencia de que son variables de tipo poligénico y por lo tanto altamente afectadas por factores ambientales, o debido a errores de muestreo.

Cuadro 4.1. Cuadros medios del análisis de varianza de la evaluación de diez genotipos de tomate de cascara evaluados en Saltillo, Coahuila. durante el 2010.

| Fuentes de Variación | Grados de Libertad | NFRU | PPFRU | REND |
|-----------------------------|---------------------------|-------------|--------------|-------------|
| Repeticiones | 3 | 372.58 | 30.38 | 89218.65 |
| Tratamientos | 9 | 634.44** | 280.13** | 886065.34** |
| Error | 27 | 132.15 | 23.63 | 55347.05 |
| C.V. (%) | | 18.69 | 18.82 | 15.54 |

* y ** = significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, C.V.=Coeficiente de variación, NFRU=numero de frutos por planta, PPFRU=peso promedio por fruto, REND= rendimiento por planta.

Cuadro 4.2. Cuadros medios del análisis de varianza de la evaluación de diez genotipos de tomate de cascara evaluados en Saltillo Coahuila. durante el 2010.

| Fuentes de Variación | Grados de Libertad | DEC | DPO | °BRIX |
|-----------------------------|---------------------------|------------|------------|--------------|
| Repeticiones | 3 | 0.08 | 0.03 | 1.03** |
| Tratamientos | 9 | 0.76** | 0.80** | 0.28 |
| Error | 27 | 0.05 | 0.05 | 0.18 |
| C.V. (%) | | 7.20 | 7.52 | 7.14 |

* y ** = significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad, C.V.=Coeficiente de variación, DEC= Diámetro ecuatorial, DPO=Diámetro polar.

Comparación de Medias

Como se muestra en el Cuadro 4.3 la comparación de medias en la variable NFRU muestra que en los diploides el tratamiento 18 es el que alcanza el valor más alto y el 19 es el más bajo, mientras en los tetraploides el tratamiento 20 es el que alcanza el valor más alto y el 2 más bajo.

Por lo que el mejor tratamiento 20 supera en un 92% al tratamiento 19 con el menor número de frutos. De acuerdo a las medias de cada nivel de ploidia los tratamientos tetraploides superan en 12.87 % a los diploides en esta variable.

Para la variable PPFRU en la comparación de medias se puede observar que en los diploides el tratamiento 1 fue el que tuvo el mayor valor y el menor valor lo obtuvo el tratamiento 18, mientras que en tetraploides el mejor tratamiento es el 11 y el peor el 2, así mismo para esta variable la media de los diploides es superior en 18.54 % a la media general. Lo que puede ser consecuencia de que las necesidades nutrimentales de los tetraploides pueden ser mayores debido al mayor desarrollo vegetativo, y al no satisfacer sus necesidades originan frutos de menor peso. Lo anterior indica la alta variabilidad genética en el tomate de cáscara, lo cual también fue reportado por Peña *et al.* (1997) y Gordillo (2006) quienes encontraron diferencias altamente significativas en ésta variable.

La comparación de medias (Tukey, $\alpha= 0.05$) para la variable REND muestra que el tratamiento 13 (2324.30 gr) fue estadísticamente igual a los genotipos 1, 20 y 21 y estadísticamente superior a los seis genotipos restantes. Los genotipos diploides presentaron un promedio de rendimiento superior en 151.63 gr/planta a la media general.

Cuadro 4.3. Comparación de medias (Tukey con $\alpha=0.05$), de seis variables estudiadas en genotipos diploides y tetraploides de tomate de cáscara evaluados en el ciclo primavera verano de 2010, en Saltillo, Coahuila.

| TRA | NFRU | PPFRU (gr) | REND (gr) | DPO (cm) | DEC (cm) | °BRIX |
|-------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| 1 ^d | 47.15 ^{bc} | 37.37 ^a | 1775.00 ^{abc} | 3.65 ^a | 3.92 ^a | 5.72 ^a |
| 13 ^d | 67.75 ^{abc} | 35.11 ^{ab} | 2324.30 ^a | 3.57 ^a | 3.77 ^{ab} | 6.07 ^a |
| 18 ^d | 70.65 ^{abc} | 14.12 ^d | 987.80 ^{de} | 2.66 ^c | 2.78 ^d | 6.12 ^a |
| 19 ^d | 44.00 ^c | 30.19 ^{abc} | 1254.50 ^{cde} | 3.30 ^{ab} | 3.57 ^{abc} | 6.21 ^a |
| 21 ^d | 57.05 ^{abc} | 36.29 ^a | 1985.30 ^{ab} | 3.59 ^a | 3.80 ^a | 5.80 ^a |
| 2 ^t | 57.05 ^{abc} | 16.5 ^d | 934.10 ^e | 2.45 ^c | 2.75 ^d | 6.05 ^a |
| 5 ^t | 72.60 ^{ab} | 20.99 ^{cd} | 1515.50 ^{bcd} | 2.87 ^{bc} | 3.14 ^{cd} | 6.43 ^a |
| 11 ^t | 63.20 ^{abc} | 24.10 ^{bcd} | 1496.00 ^{bcde} | 2.79 ^{bc} | 3.07 ^{cd} | 5.69 ^a |
| 16 ^t | 51.65 ^{bc} | 21.74 ^{cd} | 1012.50 ^{de} | 2.63 ^c | 2.94 ^d | 6.03 ^a |
| 20 ^t | 84.45 ^a | 21.92 ^{cd} | 1852.50 ^{ab} | 2.85 ^{bc} | 3.21 ^{bcd} | 5.59 ^a |
| M ^{gral} | 61.56 | 25.83 | 1513.75 | 3.04 | 3.29 | 5.97 |
| M ^(d) | 57.32 | 30.62 | 1665.38 | 3.35 | 3.57 | 5.98 |
| M ^(t) | 65.79 | 21.05 | 1362.12 | 2.72 | 3.02 | 5.96 |
| DMS | 27.96 | 11.82 | 572.20 | 0.55 | 0.57 | 1.03 |

TRA= Tratamientos, M^{gral}= media general, M^(d)= media de diploides, M^(t)= media de tetraploides, NFRU= Numero de frutos por planta, PPFRU= Peso promedio por fruto, REND= Rendimiento por planta, DPO= Diámetro polar, DEC= Diámetro ecuatorial, °BRIX= grados brix, DMS= diferencia mínima significativa Tukey ≤ 0.05 .

Los genotipos tetraploides 5 y 20 superaron en 20.8 % y 47.7% respectivamente al diploide Rendidora que dio origen a los tetraploides indicados, Camacho (2010), evaluó nueve de los materiales aquí estudiados, reportando resultados muy similares. Lo que indica que estos materiales tienen potencial genético para ser considerados en un programa de mejoramiento.

En la comparación de medias para la variable DPO y DEC, muestra que los genotipos 1, 13, 19 y 21, fueron estadísticamente iguales y superiores al resto de los tratamientos, resaltando que los cuatro son diploides, en promedio los diploides superan en un 11% a los tetraploides en la variable DPO, mientras que en DEC los diploides superaron en un 18% a los tetraploides y los tratamientos tetraploides 5, 11 y 20, fueron los que tuvieron el mayor DPO y DEC, mientras el tratamiento 2 presentó los valores más bajos en estas dos variables.

Para la variable de grados brix aunque estadísticamente no hay diferencia entre tratamientos se puede observar que el tratamiento con mayor cantidad de sólidos solubles es el tratamiento 5 y el menor es el 20. Sin embargo Guardiola (2003) si encontró diferencias altamente significativas en la evaluación de 40 genotipos los cuales tuvieron valores más altos a los observados en el presente trabajo. Por su parte, Santiaguillo *et al.* (2004), en un trabajo desarrollado en Tecamac, Estado de México, encontró diferencias significativas para rendimiento de fruto, diámetro polar y ecuatorial, pero no diferencias significativas para sólidos solubles entre tratamientos, sin embargo encontró

diferencias en sólidos solubles entre localidades, indicando que los cambios ambientales de una región a otra pueden ocasionar diferencias significativas entre genotipos.

La comparación de medias muestra la variabilidad que existe entre estos materiales y que hay muy buenas características en ellos lo cual es de importancia ya que esta es una de las bases principales para el desarrollo de un programa de mejoramiento.

Análisis de Correlación

Este análisis se realiza para saber cuáles de las variables estudiadas son las que están más relacionadas entre sí y principalmente con el rendimiento, como se puede apreciar en el Cuadro 4.4 hay variables que están altamente relacionadas y con diferente grado de probabilidad.

El DEC, DPO y PFRU están positiva y significativamente correlacionados con el rendimiento, lo que indica que al aumentar estas variables también se incrementa el rendimiento de fruto, por lo tanto se pueden utilizar como indicadores para la selección de plantas o genotipos altamente rendidores de fruto. En cambio °Brix y NFRU no muestran una correlación significativa con rendimiento. Lo que coincide con Guardiola en (2003)

Cuadro 4.4. Análisis de correlación para variables de agronómicas del cultivo de tomate de cáscara.

| | PPFRU | DPO | DEC | °BRIX | REND |
|--------------|--------------|------------|------------|--------------|-------------|
| NFRU | -0.4204 | -0.3106 | -0.3225 | -0.0964 | 0.2703 |
| PPFRU | | 0.9608** | 0.9776** | -0.2875 | 0.7520* |
| DPO | | | 0.9887** | -0.1862 | 0.7709* |
| DEC | | | | -0.2358 | 0.7837* |
| °BRIX | | | | | -0.3618 |

*=significativo ($\alpha \leq 0.05$) y ** altamente significativo ($\alpha \leq 0.01$)

Análisis de distribución de cosecha

El análisis realizado para distribución de cosecha muestra que hay diferencias altamente significativas entre tratamientos para la característica de REND (Cuadro A1) y NFRU (Cuadro A2) en los cortes 1, 2 y 5, para la variable PPFRU (Cuadro A3) hay diferencias altamente significativas en los cortes 1, 2, 4 y significativas en el corte 5, mientras que para DEC (Cuadro A4) hay diferencia altamente significativa en los cortes 1, 2, 3 y 4, para DPO (Cuadro A5) el único corte que no presenta diferencias es el corte 4.

Los altos coeficientes de variación principalmente en el corte 1 se deben a que algunos materiales no presentaron frutos maduros en el primer corte por lo que sus medias son muy diferentes a otros materiales. López *et al* (1994)

reporta coeficientes de variación de 76.79 para las variables peso total de frutos y número de frutos.

Comparación de medias de distribución de cosecha

Como se puede observar en la Figura 4.1 hay amplias diferencias de rendimiento en los diferentes cortes entre genotipos, en el corte 1 (61 días después de trasplante DDT) solo 5 materiales presentaron producción y entre ellos el genotipo 13 es el que presentó más rendimiento en este corte, sin embargo es estadísticamente igual al 21, 1 y 18 quedando el 19 con la menor producción en este corte, a los 69 DDT todos los materiales presentaron producción, sin embargo el genotipo 13 fue el que dio el mayor rendimiento con 1253.8 gr/planta seguido por el genotipo 1 y 21 que fueron estadísticamente iguales al primero que este genotipo en los dos primeros cortes alcanza un 65% de su producción total y los genotipos 21 y 1 presentaron a los 69 DDT el 64.75% y 64.51% de su producción respectivamente. El 35.25% y 35.49% restante lo produjeron en los tres siguientes cortes.

Por lo anterior los tratamientos 13, 1 y 21 se pueden considerar precoces, característica importante ya que se pueden sembrar de forma tardía y alcanzar producción antes de las primeras heladas o bien en las siembras tempranas salir primero al mercado. Por parte de los tetraploides el genotipo

que mas rinde es el 20 y el primer corte para este material es a los 69 DDT dando a esta fecha un 28% de su producción total y un 41.93% en el corte 5 (92 DDT).

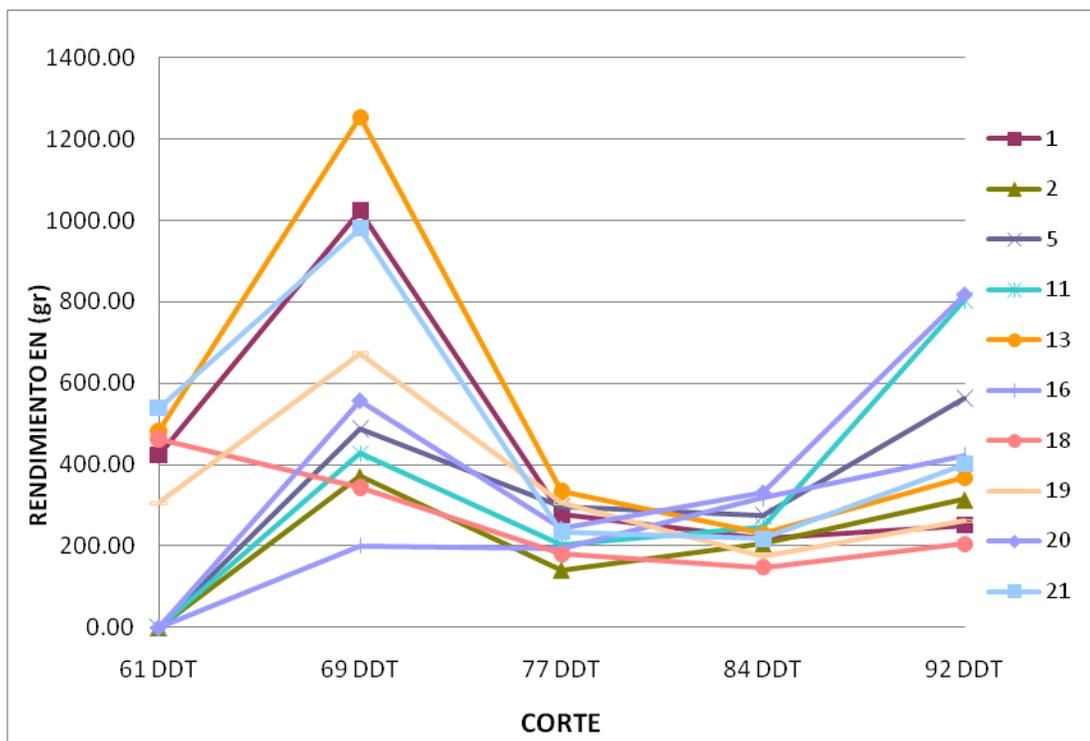


Figura 4.1. Comparación de medias para la variable **REND** en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010

En la variable NFRU por planta en el análisis antes mencionado el genotipo con mayor numero de frutos es el 20 y como lo muestra la Figura 4.2 se puede observar con un 26% de los frutos totales a los 69 DDT y un 43 % a los 92 DDT, que los genotipos 13, 1 y 21 a los 69 DDT produjeron 49%, 45% y 42% de los frutos totales y el resto de los frutos en los siguientes cortes. Lo que nos indica en estos materiales que en los primeros cortes con pocos frutos

alcanzan un buen rendimiento y a medida que pasa el tiempo hay más cantidad de frutos y menor rendimiento lo que se relaciona con el tamaño y peso promedio de frutos mostrado en las Figuras 4.3 y 4.4, donde se muestra que el mayor DEC todos los genotipos lo alcanzan en el corte 2 y que a medida que pasa el tiempo sus valores se van reduciendo, para el DPO algunos genotipos presentan la misma tendencia que el diámetro ecuatorial pero hay casos en que no es así, como en el genotipo 13 que su mayor diámetro polar lo tiene en el corte 1 y este disminuye en forma constante a través de el tiempo y el caso de el genotipo 18 que aunque sus medias son bajas respecto a otros genotipos estas no cambian tanto en los diferentes cortes.

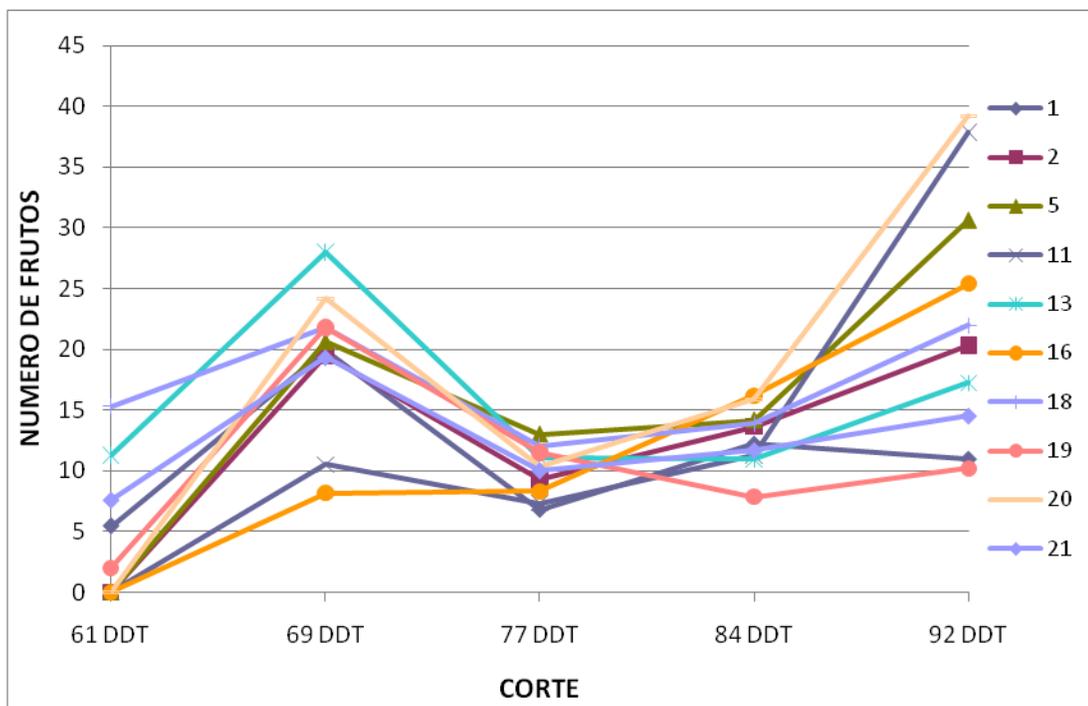


Figura 4.2. Comparación de medias para la variable **NFRU** en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010

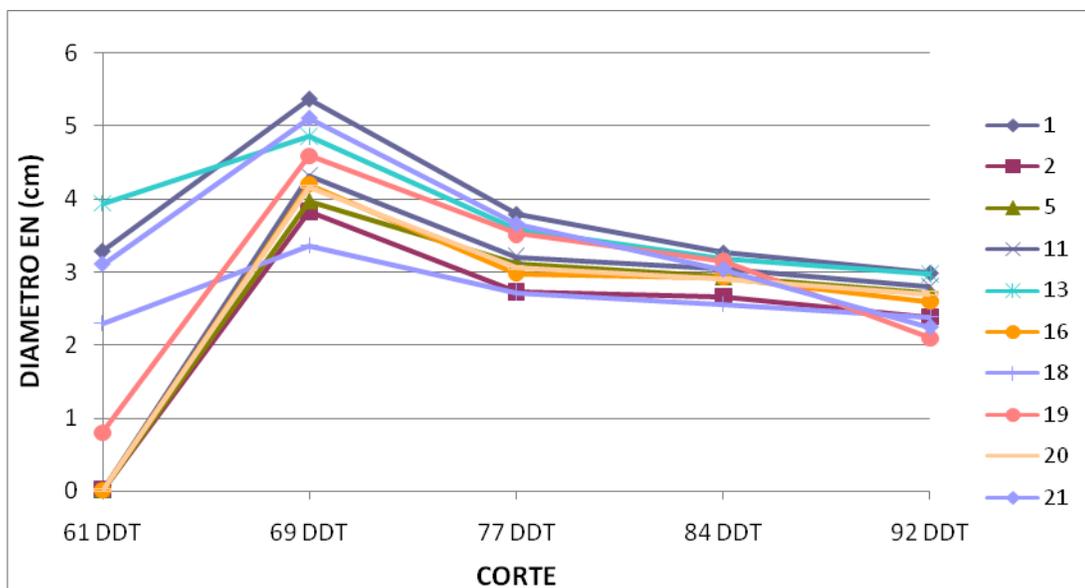


Figura 4.3. Comparación demedias para la variable **DEC** en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010.

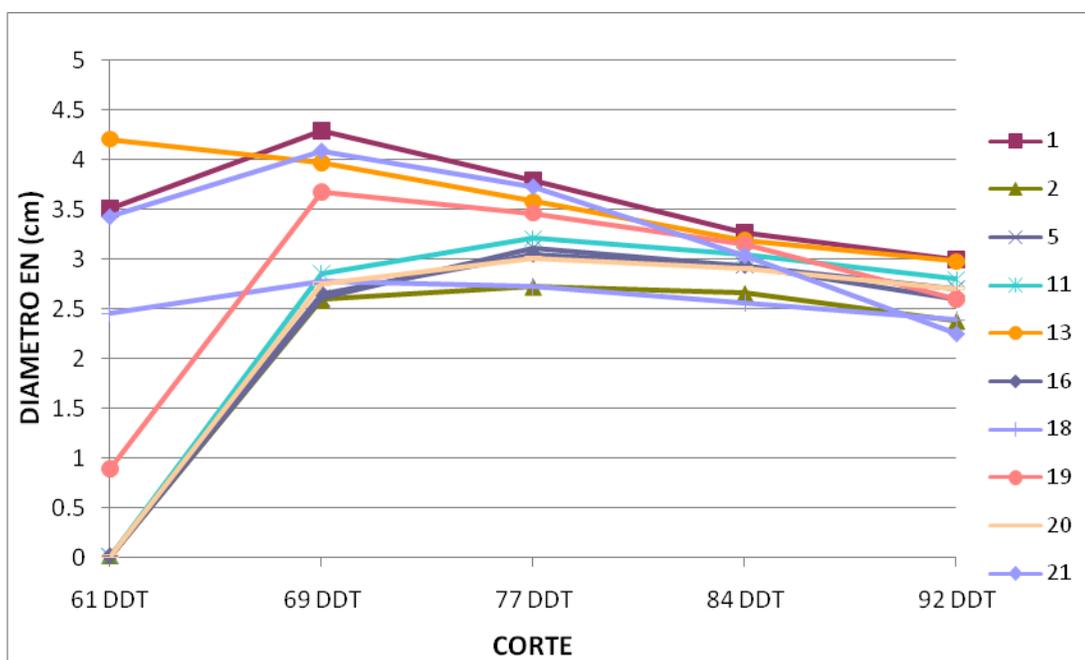


Figura 4.4. Comparación demedias para la variable **DPO** en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010.

Para el caso de PPFRU los valores que toma cada material es muy variables como se observa en la Figura 4.5, siendo el genotipo 21 el que presenta los frutos más pesados con 55.4 gramos por fruto y estadísticamente igual al genotipo 1, 13 y 19 estos valores alcanzados en el corte 2 sin embargo en los cortes 1, 2 y 3 aunque no son iguales se observa que son constantes y que en los cortes 4 y 5 el peso de los frutos disminuye considerablemente.

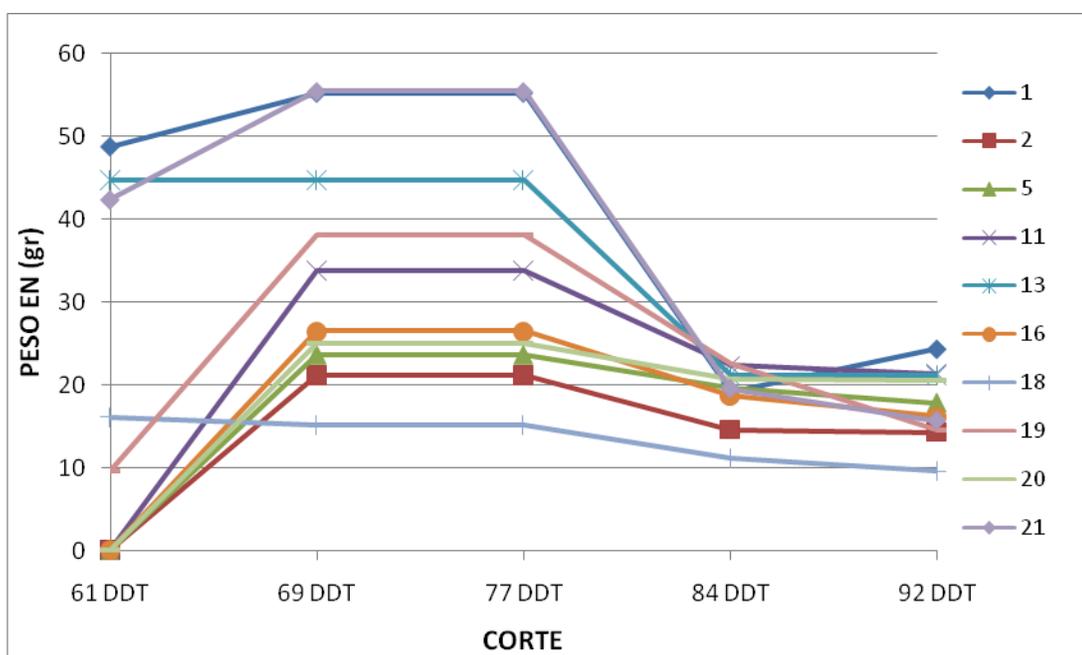


Figura 4.5. Comparación de medias para la variable PPFRU en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010.

V. Conclusiones

Los genotipos 13, 1, 21 tienen gran potencial genético para sembrarse como variedades con rendimientos estimados muy superiores a los que se reportan de forma comercial además estos también presentan las mejores características de tamaño y peso promedio de frutos.

Los tratamientos 13, 1, 21 y 20, por sus características de fruto y rendimiento son las que se pueden incluir en un programa de mejoramiento de este cultivo.

El tratamiento tetraploide 20 tiene características de rendimiento sobresalientes, sin embargo no es así para tamaño de fruto, y se considera un material tardío ya que la mayor parte de su producción se ubica a los 92 DDT.

Los tratamientos más precoces son el 1, 13 y 21 ya que su producción se concentra en tres cortes lo que representa una gran ventaja a los productores ya que esto significa menores riesgos y costos por cosecha.

VI. Literatura citada

- Camacho C. V. M. 2010.** Evaluación de genotipos tetraploides y diploides de tomate de cáscara (*physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Castro H. E. 2006.** Tomatillo (Tomate de cáscara, tomate de fresadilla, tomate milpero o tomate verde). Department of Plant Sciences, University of California, Davis, University of California, Davis Postharvest Technology Research & Information Center Published
- Gordillo M. J. C. 2006** Evaluación de genotipos de tomate de cascara (*physalis ixocarpa* Brot.) en Saltillo Coahuila. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Guardiola S. M. R. 2003** Evaluación de genotipos de tomate de cascara (*physalis ixocarpa* Brot.) Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila, México.
- Juárez G. B. 2003.** Programa de mejoramiento genético de sandía en Seminis. Seminis Vegetable Seeds Inc.

- López M., R.; J.F. Santiaguillo H.; A. Peña I.; A. Cuevas S.; Sahagún C.1994.** Evaluación de 60 colectas de tomate de cáscara (*physalis ixocarpa* Brot.) en Chapingo, México. Revista Chapingo 1(2): 131-134.
- López, L.R., Arteaga, R.R., Vázquez, P.M.A., López, C.I.L., Sánchez, C.I. 2009.** Producción de tomate de cáscara (*physalis ixocarpa* Brot.) basado en laminas de riego y acolchado plástico; Revista Chapingo. Serie Horticultura 15(1): pp 83-89.
- Lus J. 2008.** Raigrás anual, panorama varietal para la correcta elección del mejor cultivar, Presentado en el X Congreso Nacional de Lechería. Producir XXI, Bs. As., 16(196):12-24.
- Peña A. L. 2001.** Situación Actual y Perspectivas de la Producción y Mejoramiento Genético de Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en México. Buenavista, Saltillo, Coahuila.
- Peña A.L.; Molina G. J. D.; Sahagún C. J.; Ortiz C. J.; Marquez S. F.; Cervantes T. S.; Santiaguillo H.J.F. 2008.** Parámetros genéticos en la variedad CHF1 chapingo de tomate de cascara (*physalis ixocarpa*). Revista Chapingo. Serie Horticultura 14(1):5-11.
- Peña A.L.; Molina G. J. D.; Sahagún C. J.; Ortiz C. J.; Marquez S. F.; Cervantes T. S.; Santiaguillo H.J.F.; Cereceres J. 2002.** Respuesta estimada y observaciones de tres métodos de selección en tomate de cascara (*physalis ixocarpa* Brot.). Revista Fitotecnia Mexicana, abril-junio, año/vol. 25 numero 002 Sociedad Mexicana de Fitogenetica, a.c. Chapingo México pp.171-178.

- Peña L., A. Y F. Márquez S. 1990.** Mejoramiento genético del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo. 71-72:84-88.
- Peña L., A.; J.F. Santiaguillo H., D. Montalvo H. Y M. Pérez G. 1997.** Intervalos de cosecha en la variedad CHF1_Chapingo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo 3(1):31-38.
- Peña L.A. y J.F. Santiaguillo H. 1999.** Variabilidad genética de tomate de cáscara en México. Boletín técnico No. 3, Enero de 1999. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo. Edo de Mex. 16 pp.
- Pérez G., M.; Márquez S. F.; Sahagún C., J.; Peña L., A. 1994.** Mejoramiento genético de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.): Selección y evaluación para concentración y precocidad de cosecha. Revista Chapingo Serie Horticultura 2(2): 119-124.
- Robledo T. V.; Ramírez G. F.; Jiménez S. E.; Benavides M. A.; Ramírez R. H. 2009.** Características de estomas y vasos de xilema en respuesta al nivel de ploidia de tomate de cascara (*physalis ixocarpa* brot). Rev. Producción Agrícola Agrofaz, vol. 9 núm. 1.
- Robledo T. V.; Benavides M. A.; Ramírez M. J. G.; Ramírez G. F.; Ruiz T. N. A.; 2003.** Características de estomas en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) y su relación con rendimiento de fruto.
- Santiaguillo H., J.F. 1995.** Estabilidad del rendimiento del tomate de cascara (*physalis ixocarpa*, brot.). Tesis de maestría en ciencias en horticultura.

Departamento Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, México. 103 p.

Santiaguillo H., J.F.; López M., R. 1992. Colecta, conservación y evaluación de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis spp.*) en México. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH. 107 p.

Santiaguillo J.F.; Peña A.L.; D. Montalvo. 1998. Evaluación de variedades de tomate de cáscara (*Physalis spp.*) en Tlajomulco de Zuñiga, Jalisco. 4(2):83-88.

Santiaguillo, HJF; Cervantes, ST; Peña, LA. 2004. Selección para rendimiento y calidad de fruto de cruza planta x planta entre variedades de tomate de cáscara. Rev. Fitotec. Mex. 27(1): 85-91.

SIAP. (2009). Anuario del sistema integral de información agroalimentaria y pesquera. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA).

Apéndice

Cuadro A1.-Cuadrados medios del análisis de varianza realizado para la variable **REND** en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010

| FV | GL | CORTE 1 | CORTE 2 | CORTE 3 | CORTE 4 | CORTE 5 |
|----------|----|-------------|------------|----------|-----------|------------|
| REP | 3 | 43941.57 | 103307.95 | 4828.08 | 22848.67* | 4434.24 |
| TRAT | 9 | 158574.78** | 474640.7** | 15443.47 | 13544.03 | 212964.4** |
| ERROR | 27 | 24854.06 | 43391.47 | 7449.24 | 7289.21 | 26961.90 |
| TOTAL | 39 | 2230057.38 | 5753260. | 354605.1 | 387251.20 | 2657954.4 |
| C.V. (%) | | 96.48 | 32.95 | 35.76 | 36.02 | 38.70 |

* y ** = significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad FV=fuentes de variación, GL=grados de libertad, C.V= coeficiente de variación.

Cuadro A2. Cuadrados medios del análisis de varianza realizado para la variable **NFRU** en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010

| FV | GL | CORTE 1 | CORTE 2 | CORTE 3 | CORTE 4 | CORTE 5 |
|----------|----|-----------|-----------|----------|---------|----------|
| REP | 3 | 31.125 | 77.15 | 89.711** | 37.984 | 12.47 |
| TRAT | 9 | 124.466** | 137.451** | 16.57 | 24.968 | 430.59** |
| ERROR | 27 | 20.323 | 42.574 | 14.33 | 14.362 | 61.33 |
| TOTAL | 39 | 1762.304 | 2618.021 | 805.266 | 726.455 | 5613.67 |
| C.V. (%) | | 107.92 | 34.38 | 37.97 | 29.64 | 34.29 |

* y ** = significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad FV=fuentes de variación, GL=grados de libertad, C.V= coeficiente de variación.

Cuadro A3. Cuadrados medios del análisis de varianza realizado para la variable **PPFRU** en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010

| VF | GL | CORTE 1 | CORTE 2 | CORTE 3 | CORTE 4 | CORTE 5 |
|-----------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| REP | 3 | 521.59 | 48.88 | 2192.22** | 3.18 | 6.76 |
| TRAT | 9 | 1732.13** | 793.13** | 413.50 | 49.73** | 75.11* |
| ERROR | 27 | 223.12 | 56.64 | 337.32 | 8.37 | 31.45 |
| TOTAL | 39 | 23178.21 | 8814.16 | 19406.12 | 683.41 | 1545.64 |
| C.V. (%) | | 92.15 | 22.16 | 58.68 | 15.25 | 31.89 |

* y ** = significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad FV=fuentes de variación, GL=grados de libertad, C.V= coeficiente de variación.

Cuadro A4. Cuadrados medios del análisis de varianza realizado para la variable **DEC** en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010

| FV | GL | CORTE 1 | CORTE 2 | CORTE 3 | CORTE 4 | CORTE 5 |
|-----------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| REP | 3 | 2.28 | 0.63** | 0.14* | 0.08 | 0.21 |
| TRAT | 9 | 10.56** | 1.49** | 0.58** | 0.20** | 0.36 |
| ERROR | 27 | 1.331 | 0.13 | 0.04 | 0.05 | 0.52 |
| TOTAL | 39 | 137.86 | 18.97 | 6.93 | 3.65 | 18.23 |
| C.V. (%) | | 85.45 | 8.32 | 6.53 | 8.14 | 28.07 |

* y ** = significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad FV=fuentes de variación, GL=grados de libertad, C.V= coeficiente de variación.

Cuadro A5. Cuadrados medios del análisis de varianza realizado para la variable **DPO** en los cinco cortes realizados en genotipos de tomate de cáscara estudiados en la UAAAN en 2010

| FV | GL | CORTE 1 | CORTE 2 | CORTE 3 | CORTE 4 | CORTE 5 |
|-----------|-----------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| REP | 3 | 2.76 | 0.104 | 0.198* | 0.08 | 0.213 |
| TRAT | 9 | 12.179** | 1.911** | 0.600** | 0.20 ** | 0.3686 |
| ERROR | 27 | 1.5471 | 0.068 | 0.04 | 0.05 | 0.528 |
| TOTAL | 39 | 159.696 | 19.363 | 7.33 | 3.65 | 18.234 |
| C.V. (%) | | 85.633 | 8.106 | 7.33 | 8.14 | 28.079 |

* y ** = significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad FV=fuentes de variación, GL=grados de libertad, C.V= coeficiente de variación.