

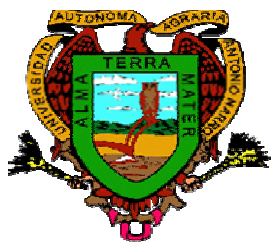
**ESTIMACIÓN DE VARIABILIDAD Y PARÁMETROS GENÉTICOS
EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) PARA
CARACTERÍSTICAS FISIOTÉCNICAS**

FLAVIO RAMOS DOMÍNGUEZ

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

PROGRAMA DE GRADUADOS

*Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Diciembre 2005*

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

**ESTIMACIÓN DE VARIABILIDAD Y PARÁMETROS GENÉTICOS
EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) PARA
CARACTERÍSTICAS FISIOTÉCNICAS**

TESIS

POR

FLAVIO RAMOS DOMÍNGUEZ

**Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada
por el mismo como requisito parcial para obtener el grado de**

**DOCTOR EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO**

COMITÉ PARTICULAR

Asesor Principal

Dr. Fernando Borrego Escalante

Asesor

Dr. Víctor M. Zamora Villa

Asesor

Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera

Asesor

Dra. Maria Margarita Murillo Soto

Asesor

Dr. Adalberto Benavides Mendoza

Dr. Jerónimo Landeros Flores
Subdirector de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Diciembre 2005

AGRADECIMIENTOS

Principalmente, a DIOS, por permitirme llegar a este momento en mi vida y a la virgen de Guadalupe que siempre me guía y compañía en los momentos de tristeza y felicidad.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico que me brindó para realizar mis estudios de Doctorado.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a través del Departamento de Fitomejoramiento, por brindarme la oportunidad de superarme y por todo el apoyo durante mi estancia en sus instalaciones.

Dr. Fernando Borrego Escalante, por todo el apoyo brindado en la planeación, conducción y disponibilidad de la infraestructura disponible en la UAAAN, para realizar la presente tesis.

Dr. Víctor M. Zamora Villa, por todo el apoyo y sugerencias para la revisión y corrección de la presente tesis.

Dr. Sergio A. Rodríguez Herrera, por todo el apoyo brindado en la elaboración de la presente tesis.

Dra. Ma. Margarita Murillo Soto, por todo el apoyo brindado en la realización de la presente tesis.

Dr. Adalberto Benavides Mendoza, Por todo el apoyo brindado en la revisión de la presente tesis.

Al Dr. Alfredo De la Rosa Loera, por su gran apoyo y colaboración en los análisis estadísticos de la presente tesis y por su valiosa amistad que siempre me ha brindado.

Al Dr. Humberto de León Castillo por su amistad, y todo el apoyo que me brindo durante mis estudios

Al Dr. Gaspar Martínez Zambrano por su gran amistad, conocimientos, compartidos dentro y fuera del salón de clases.

A todos los maestros del departamento de Fitomejoramiento, por sus enseñanzas y apoyo.

A todos mis amigos de FITOMEJORAMIENTO, Margarito, Eduardo, Roberto, Damián, Josué, Carlos A., David, Noé, Alejandro, Ezequiel y a todos con los que conviví durante el período de 2001-2005.

A todas las personas que influyeron en mi formación y en la elaboración de esta tesis, en especial a la Ing. Lourdes, Ing. Juan Manuel, a los señores Germán, Francisco y Adrián.

DEDICATORIA

A mis padres:

Leopoldo Ramos Ocaña

Elvira Domínguez Pérez

Gracias por todo el amor y apoyo que siempre me han demostrado.

A mí esposa con mucho amor ya que siempre supo apoyarme y alentarme a seguir adelante y poder realizar esta nueva etapa en mi vida.

A mi hija:

Atzirí Alejandra con todo mi amor.

A mis hermanos y hermanas:

Con cariño y aprecio por todo el apoyo brindado durante mis estudios en especial a mi hermana Matilde E. y Bella.

A todos mis cuñados en especial a Berzaín Mandujano C. y Juan J. Álvarez A.

A mis sobrinos y sobrinas con mucho cariño.

COMPENDIO

**ESTIMACIÓN DE VARIABILIDAD Y PARÁMETROS GENÉTICOS
EN TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) PARA
CARACTERÍSTICAS FISIOTÉCNICAS**

POR

FLAVIO RAMOS DOMÍNGUEZ

**DOCTOR EN CIENCIAS
FITOMEJORAMIENTO**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. DICIEMBRE, 2005.

Dr. FERNANDO BORREGO ESCALANTE -Asesor-

Palabras Clave: *Lycopersicon esculentum*, análisis de medias generacionales, epistasis, calidad de fruto, características fisiológicas y de rendimiento.

El objetivo del presente estudio fue identificar el tipo de acción génica aditiva (a), dominante (d) y efectos epistáticos, en las variables fenológicas, de rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas en tomate *Lycopersicon esculentum* Mill.

Los progenitores fueron los cultigenes Shady Lady, Bonita, Celebrity y Sunny, estos materiales genéticos se seleccionaron por sus características sobresalientes de adaptación y aptitud combinatoria general (ACG), agrupándose de la siguiente manera: Bonita y Sunny con valores altos de ACG; Celebrity y Shady Lady, con valores bajos de ACG. Se realizaron cruzamientos entre Bonita x Sunny, Celebrity x Shady Lady, y Shady Lady x Sunny, se derivaron las progenies filial₁ (F₁) y filial₂ (F₂) por autofecundación en el ciclo primavera-verano 2002 se realizó la retrocruza uno (RC₁) y retrocruza dos (RC₂) polinizando la F₁ con el progenitor uno y dos y al mismo tiempo se derivaron plantas filial₃ (F₃) obteniendo todas las generaciones de evaluación: progenitor 1 (P₁), progenitor 2 (P₂), F₁, F₂, RC₁ y RC₂ en los tres cruzamientos. La evaluación se realizó en el ciclo primavera-verano de 2003, en dos localidades, en Buenavista, Saltillo, Coahuila y Navidad, Nuevo León, bajo un modelo de bloques al azar con cuatro repeticiones. Para estimar los efectos genéticos se utilizó el modelo aditivo-dominante descrito por Mather y Jinks, (1971). Los resultados en la localidad de Buenavista, indicaron para la cruce Bonita x Sunny, en la variable días a primer corte (DPC) donde los efectos aditivos y la interacción aditivo x dominante (ad) fueron significativos; en peso promedio de fruto (PPF) y rendimiento (RDTO) proyectado a toneladas por hectárea, los efectos de dominancia fueron superiores a los efectos aditivos; los efectos epistáticos fueron aditivo x aditivo en PPF y RDTO; para vitamina C (VITC) se encontró diferencia significativa en el efecto aditivo x aditivo, mientras que en la variable fisiológica fotosíntesis (FOTO) los efectos aditivo (a), dominante (d) y aditivo x aditivo (aa) fueron significativos, en transpiración (TRANS) los efectos de dominancia y aditivo x aditivo fueron los mas importantes y en uso eficiente del agua (UEA) los efectos de dominancia fueron los que prevalecieron; respecto al por ciento de heterosis

de esta cruza los valores oscilaron de -9.98 a 89.84 por ciento. En la cruza Shady Lady x Sunny, en las variables RDTO y TRANS se encontró diferencias significativas en los efectos de dominancia (d) y aditivo x aditivo (aa). En FOTO la diferencia significativa fue en el efecto aditivo (a); los valores de Heterosis fueron de -21.69 a 74.69 por ciento en las diferentes variables. En la cruza Shady Lady x Celebrity en las variables PPF y RDTO los efectos aditivo y dominante fueron importantes, seguido de los efectos epistáticos aditivo x aditivo. En calidad de fruto, en VITC los efectos aditivos fueron significativos y más importantes que los de dominancia. En la variable FOTO y uso eficiente del agua (UEA) el efecto de dominancia fue significativo y más importante que el efecto aditivo, la interacción significativa fue aditivo x aditivo (aa), los valores de heterosis fueron de -20.87 a 53.16 por ciento respectivamente.

En la localidad de Navidad N. L. los resultados de los efectos genéticos en la cruza Bonita x Sunny, fueron los efectos aditivo (a), dominante (d) y epistáticos aditivo x aditivo (aa) y aditivo x dominante (ad) significativos en PPF, mientras que VITC fueron los efectos dominante (d) y aditivo x aditivo (aa) los mas importantes, en FOTO fueron los efectos epistáticos aditivo x dominante (ad) y dominante x dominante (dd) los mas importantes; en UEA los efectos aditivo (a) y dominante fueron significativos, los valores de heterosis en esta cruza fueron de -14.48 a 17.95 por ciento. En la cruza Shady Lady x Sunny, en PPF los efectos epistáticos aditivo x dominante y dominante x dominante los mas importantes, en RDTO y VITC los efectos dominante x dominante (dd) fueron significativos; en FOTO los efectos mayores fueron dominante (d) y dominante x dominante (dd) mientras que en UEA los efectos aditivo (a) y dominante x dominante (dd) fueron los más importantes; la heterosis en esta cruza vario de -18.42 a

104.81 por ciento. En la cruce Shady Lady x Celebrity, en DPC los efectos que se hicieron presente fueron dominante (d) y aditivo x aditivo (aa), en PPF y RDTO fueron los efectos aditivos mas importantes que los de dominancia, en FOTO fue el efecto dominante (d) significativo y en UEA ambos efectos aditivo (a) y dominante (d) fueron importantes; la heterosis en esta cruce fue de -28.02 a 82.36 por ciento.

En los análisis combinados sobre localidades, en la cruce Bonita por Sunny, los efectos de dominancia (d) y aditivo x aditivo (aa) resultaron significativos en las variables PPF, RDTO y VITC fueron los efectos aditivos y dominantes. En TRANS el efecto epistático aditivo x dominante fue más importante que el efecto aditivo y dominante. Bajo el modelo de tres parámetros, fue en el efecto aditivo en DPC y dominante en FOTO y UEA; la heterosis varió de -6.55 a 35.28 por ciento. En la cruce Shady Lady x Sunny, el efecto aditivo fue significativo en DPC y el efecto de dominancia en FOTO bajo el modelo de tres parámetros; se encontró diferencia significativa en el efecto aditivo x dominante (ad) y dominante x dominante (dd) en PPF y en RDTO en aditivo x dominante (ad). En Transpiración el efecto dominante fue más importante que los efectos epistáticos, en UEA el efecto epistático dominante x dominante (dd) fue significativo, los valores de heterosis fueron -19.97 a 91.45 por ciento. En la cruce Shady Lady x Celebrity, los efectos de dominancia fueron significativos y más importantes que los efectos aditivos en la mayoría de las variables, el único efecto epistático fue aditivo x aditivo (aa) en DPC, los valores de heterosis fueron de -20.22 a 62.46 por ciento.

ABSTRACT

**VARIABILITY AND GENETIC PARAMETERS ESTIMATION IN TOMATO
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) FOR PLANT PHYSIOTECHNICAL TRAITS
BY**

FLAVIO RAMOS DOMINGUEZ.

**DOCTOR OF SCIENCE
PLANT BREEDING**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

Buenavista, Saltillo, Coahuila. December, 2005.

Dr. Fernando Borrego Escalante, Advisor-

Keywords: *Lycopersicon esculentum*, generation mean analysis, epistatic, fruit quality, physiological traits and yield.

Abstract

The objective of this study was to identify the type of genic action additive (a), dominance (d) and epistatic effects, in the variables phenological and physiological traits, yield, and fruit quality in tomato *Lycopersicon esculentum* Mill.

The parents were cultigens Shady Lady, Bonita, Celebrity and Sunny; genetic materials were selected by their adaptation, and general combining

ability (GCA), grouping itself of the following one: Bonita and Sunny with high values of GCA; Celebrity and Shady Lady, with low values of GCA. were made crossovers between Bonita x Sunny, Celebrity x Shady Lady and Shady Lady x Sunny, the were derived filial₁ (F₁) y filial₂ (F₂) by self-fertilization, in the cycle spring-summer 2002 was made backcross one (BC₁) and backcross two (BC₂) polinization the F₁ with parents one and two and at the same time derived plants filial₃ (F₃) obtaining all the generations from evaluation parents 1 (P₁), parents 2 (P₂), F₁, F₂, BC₁ and BC₂ in the three crossovers. The evaluation was made in spring-summer 2003, at two localities, Buenavista, Saltillo, Coahuila and Navidad, Nuevo Leon, under a randomized complete block design with four repetitions. To consider the genetic effect was used the additive-dominant model proposed by Mather and Jinks (1971). The results in Buenavista, indicated for crosses Bonita x Sunny, in days to first harvest (DFH), that additive effect and additive x dominance interaction was significant, in mean fruit weight (MFW) and tons by hectare (yield), the effects of dominance were superiors to the additives effects; the only interaction additive x additive effect in MFW and ton ha⁻¹; for quality of fruit were significantly different in additive x additive effect, whereas in the photosynthesis (PHOTO) showed additive effects, dominant and additive x additive was significant, in transpiration (TRANS) were dominance effect and additive x additive effect was important, water use efficiency (WUE) the dominance effects; the values of heterosis had a variation from -9.98 a 89.84 percent. In it crosses Shady Lady x Sunny, in yield was significant in dominance effect were greater than the effect additive x additive. In the quality fruit there were not significant differences; the values of heterosis showed a variation from -21.69 a 74.69 percent. In the crosses Shady Lady x Celebrity in MFW, yield the additive and dominance effects were important, followed of the epistatic effects

additive x additive. In fruit quality Vitamin C (VITC) the additive effects were significant and more important than dominance. In PHOTO and water use efficiency (WUE) the dominance effect was significant and more important than the additive effect, the significant interaction was additive x additive, the values of heterosis showed a variation from -20.87 to 53.16 percent.

In the locality of Navidad N. L. the results of the genetic effects in cross Bonita x Sunny, were the additive effects (a), dominant (d) and epistatic additive x additive (aa) and additive x dominant (ad) significant in MFW, whereas VITC were the dominant effects (d) and additive x additive (aa) but the important, in PHOTO were the epistatic effects additive x dominant (ad) and dominant x dominant (dd) but the important; in WUE the additive and dominant effects were significant, the values of heterosis in this crosses showed a variation from -14.48 to 17.95 percent. In it crosses Shady Lady x Sunny, in MFW the epistatic effects additive x dominant and dominant x dominant but the important, in yield and VITC the effects dominant x dominant (dd) were significant; in PHOTO the greater effects were dominant (d) and dominant x dominant (dd) whereas in WUE the additive effects (a) and the dominant x dominant (dd) most important; the heterosis in this crosses showed a variation from -18.42 to 104.81 percent. In it crosses Shady Lady x Celebrity, in DFH the effects more important were dominant (d) and additive x additive (aa), in MFW and yield were the effects additive but important than of dominance, in PHOTO were significant the dominant effect (d) and in WUE both effects additive (a) and dominance (d) were important; the heterosis in this crosses showed a variation from -28.02 to 82.36 percent.

In the combined analyses on localities in crosses Bonita x Sunny, the dominance effects and additive x additive effects were significant in variables MFW and yield. In VITC they additive effects and dominance effects were significant. In TRANS the effects epistatic greater importance, under three parameters model was in the additive effect DFH and dominance in PHOTO and WUE; the heterosis showed a variation from -6.55 to 35.28 percent. In it crosses Shady Lady x Sunny, the additive effect was significant in DFH and the dominance effect in PHOTO under three parameters model, was significant interaction in the additive x dominance and dominance x dominance effects in MFW, in yield was epistatic effect additive x dominance. In TRANS of dominance effect and WUE in epistatic effects dominance x dominance was significant, the values of heterosis showed a variation from -19.97 to 91.45 percent. In it crosses Shady Lady x Celebrity, the dominance effects were significant and more important that the effects additives in most of the variables under model three parameters, epistatic effect was significant additive x additive en DFH, the values of heterosis showed a variation from -20.22 to 62.46 percent.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Índice de Cuadros.....	xv
Compendio.....	vii
Abstract.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Generalidades.....	4
Efectos Genéticos.....	5
Medias Generacionales.....	7
Heterosis en Tomate.....	9
Características Fisiológicas.....	11
MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
Localización del área de estudio.....	16
Material Genético.....	17
Siembra del material genético.....	18
Preparación del terreno.....	18
Colocación de Acolchado Plástico y Cintilla para Riego.....	19
Transplante.....	19
Riego.....	20
Fertilización.....	20
Colocación de Tutores y Espalderas.....	21
Cosecha.....	21
Pruebas de Calidad de Fruto.....	22
Toma de Datos Fisiológicos.....	24

VARIABLES EVALUADAS	25
Diseño Experimental y Modelo Estadístico Utilizado.....	26
Modelo Análisis Combinado Sobre Localidades.....	27
Medias Generacionales.....	28
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
Análisis de varianza individual para las variables fenológicas, fisiológicas, rendimiento y calidad de fruto, en Buenavista, Coah.....	31
Análisis de varianza individual para las variables fenológicas, fisiológicas, rendimiento y calidad de fruto, en Navidad, N. L.....	38
Análisis Combinado Sobre Localidades.....	43
Estimación de los efectos genéticos.....	50
Estimación de los efectos genéticos en Buenavista, Coah.....	50
Estimación de los efectos genéticos en Navidad, N. L.....	58
Estimación de los efectos genéticos sobre ambas localidades.....	65
CONCLUSIONES.....	73
LITERATURA CITADA.....	75
APÉNDICE.....	82

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
3.1 Material genético utilizado, progenitores, F ₁ , F ₂ , F ₃ ; RC ₁ y RC ₂	17
4.1 Análisis de varianza (cuadrados medios) para tres variables fenológicas de 19 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. 2003.....	31
4.2 Análisis de varianza (cuadrados medios) para variables de rendimiento de 19 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. 2003.	33
4.3 Análisis de varianza (cuadrados medios) para las variables tamaño de frutos de 19 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. en Buenavista Saltillo, Coah. 2003.	35
4.4 Análisis de varianza (cuadrados medios) para las variables calidad de fruto de 19 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. 2003.....	36
4.5 Análisis de varianza (cuadrados medios) para las variables fisiológicas de 19 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. 2003.....	38
4.6 Análisis de varianza (cuadrados medios) para las variables fenológicas de 19 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. en Navidad, N. L. 2003.....	39
4.7 Análisis de varianza (cuadrados medios) para variables de rendimiento de 19 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. en Navidad N. L. 2003.....	40

4.8	Análisis de varianza (cuadrados medios) para las variables tamaño de frutos de 19 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. en Navidad, N. L. 2003.....	41
4.9	Análisis de varianza (cuadrados medios) para las variables calidad de fruto de 19 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. en Navidad N. L. 2003...	42
4.10	Análisis de varianza (cuadrados medios) para las variables fisiológicas de 19 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. en Navidad N. L. 2003.....	43
4.11	Análisis de varianza combinado (cuadrados medios) para variables fenológicas de 19 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. y Navidad, N. L. 2003.....	44
4.12	Análisis de varianza combinado (cuadrados medios) para las variables de rendimiento de 19 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. y Navidad, N. L. 2003.....	45
4.13	Análisis de varianza combinado (cuadrados medios) para las variables tamaño de fruto de 19 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. y Navidad, N. L. 2003.....	47
4.14	Análisis de varianza combinado (cuadrados medios) para las variables de calidad de fruto de 19 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. y Navidad, N. L. 2003.....	48
4.15	Análisis de varianza combinado (cuadrados medios) para las variables fisiológicas de 19 genotipos de tomate <i>Lycopersicon esculentum</i> Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. y Navidad, N. L. 2003.....	49
4.16	Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruza Bonita x Sunny, en Buenavista, Saltillo, Coah. 2003.....	51
4.17	Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruza Shady Lady x Sunny, en Buenavista, Saltillo, Coah. 2003.....	54

4.18	Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruza Shady Lady x Celebrity, en Buenavista, Saltillo, Coah. 2003.....	56
4.19	Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruza Bonita x Sunny, en Navidad, N. L. 2003.....	59
4.20	Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruza Shady Lady x Sunny, en Navidad, N. L. 2003.....	61
4.21	Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruza Shady Lady x Celebrity, en Navidad, N. L. 2003.....	64
4.22	Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruza Bonita x Sunny, análisis combinado 2003.....	66
4.23	Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruza Shady Lady x Sunny, análisis combinado 2003.....	69
4.24	Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruza Shady Lady x Celebrity, análisis combinado 2003.....	72

INTRODUCCION

En un programa de mejoramiento es importante estimar los componentes genéticos que muestran las características cualitativas y cuantitativas en las especies bajo estudio, ya que la respuesta a la selección depende en gran medida de la heredabilidad y de la frecuencia de los genes que estén presentes en los individuos o población. Existen métodos y/o técnicas adecuadas, entre ellas las Medias Generacionales, que proporcionan esta información. Este método tiene aplicación en los programas de mejoramiento genético, los cuales son de gran relevancia para los fitomejoradores, para lograr el éxito a corto, mediano y largo plazo.

Un híbrido exitoso es la primera generación F_1 de un cruzamiento entre dos genotipos claramente diferentes, derivados de fuentes de germoplasma superior con caracteres agronómicos deseables y alta aptitud combinatoria general y específica, esto aumenta la oportunidad para seleccionar por alelos y combinaciones de alelos que fortalecen la expresión de la heterosis (Vasal *et al.*, 1992)

En México el mejoramiento genético de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) está orientado principalmente a incrementar el rendimiento, tolerancia y

resistencia a condiciones ambientales limitantes, plagas y enfermedades (Rodríguez *et al.*, 2004).

El análisis de medias generacionales es comúnmente empleado en el estudio de la herencia de características cuantitativas en diferentes especies, entre ellas el tomate, donde se han encontrado resultados del tipo de acción génica para la tolerancia a bajas y altas temperaturas, rendimiento, y características de calidad de fruto, como contenido de sólidos solubles y ácido ascórbico, (Foolad y Lin, 2001, Grilli *et al.*, 2003, Kanthaswamy *et al.*, 1995, Barooah y Talukdar, 2001)

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio; en México se siembra una superficie cercana a las 80 mil hectáreas; concentrándose casi el 70 por ciento de la producción nacional en los estados de Sinaloa (39.9 por ciento), Baja California (14.7 por ciento), San Luis Potosí (7.9 por ciento) y Michoacán (6.7 por ciento); (SIAP, 2002); debe resaltarse el hecho de que existen muy pocos avances en la formación de variedades de tomate orientadas a la producción para el Norte de México, teniendo que realizar evaluaciones de cultivares extranjeros, de semilla de alto costo, estos materiales difieren en su adaptación, productividad, resistencia a factores bióticos y abióticos, rendimiento y calidad, además de otros factores, principalmente transpiración, fotosíntesis, radiación y conductancia estomática, que son afectados de diversa manera por una serie de factores, entre los que se pueden mencionar la incidencia de luz, área de aparato asimilatorio, número de estomas,

concentración de CO₂, humedad relativa, etc. Por lo anterior, los objetivos de la presente investigación son:

Objetivos

Determinar en tomate la variabilidad existente entre los progenitores, F₁, F₂, F₃, RC₁, y RC₂, en las variables fenológicas, de rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas.

Estimar en tomate los efectos genéticos y determinar el tipo de acción génica que presentan las características fenológicas, de rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas.

Determinar el grado de heterosis de la F₁ respecto a la media de sus progenitores.

Hipótesis

Existe diferencia en los cultigenes de tomate en el tipo de acción génica y heterosis en las características fenológicas, de rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas.

Al menos un cultigen de tomate presenta diferente el tipo de acción génica y heterosis en las características fenológicas, de rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es miembro de la familia de las Solanáceas, con centro de origen en la región de los Andes, integrada por Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú. Ahí existe la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres (Warnock, 1991) este investigador sugiere que existe una amplia variabilidad genética en América del Sur, ya que de 7 a 8 especies silvestres de *Lycopersicon* se encuentran en el continente y 8 especies, también silvestres, se encuentran en las islas Galápagos, y concluye que la información del lugar donde crecen estas especies provee la oportunidad para una selección hacia características genéticas específicas.

Según datos de la FAO (2002), los principales productores de tomate son China, Estados Unidos, Turquía, Italia, Egipto e India, que conjuntamente han producido durante los últimos 10 años el 70 por ciento de la producción mundial. China ha sido el principal productor mundial de tomate, al promediar 15 millones de toneladas anuales (17 por ciento del total mundial), seguida de Estados Unidos de América, con 11 millones de toneladas (12 por ciento del total mundial).

La producción de tomate en México es de 2 millones de toneladas, con un rendimiento promedio de 25 t ha^{-1} en una superficie cercana a las 80 mil hectáreas; concentrándose casi el 70 por ciento de la producción nacional en los estados de Sinaloa (39.9 por ciento), Baja California (14.7 por ciento), San Luís Potosí (7.9 por ciento) y Michoacán (6.7 por ciento), SIAP (2002).

Efectos Genéticos

En un programa de mejoramiento de plantas es importante entender los mecanismos genéticos de la herencia, así como de los parámetros genéticos, para desarrollar genotipos superiores a través del cambio en frecuencia génica logrado con la selección. La magnitud del éxito de un esquema de mejoramiento depende en parte de cómo los genes actúan e interactúan entre ellos; la mayoría de los caracteres de importancia económica están controlados por un gran número de genes, teniendo cada uno un efecto pequeño en la expresión total del carácter y cuyos efectos están determinados por el ambiente en el cual son medidos. Este tipo de carácter es conocido como caracteres cuantitativos y los mismos tienen una herencia compleja que incluye interacciones alélicas intra-locus (dominancia) e inter-loci (epistasia), ligamiento entre genes, y las interacciones de los efectos génicos con los efectos ambientales.

Generalmente, la teoría de genética cuantitativa asume que los efectos de los genes se acumulan aditivamente e independientemente de otros loci. Usualmente se

supone que la interacción entre loci o epistasis es inexistente o insignificante. Los efectos epistáticos pueden detectarse mediante el análisis de la relación entre el nivel de heterocigocis y el comportamiento del carácter cuantitativo. La estimación de las magnitudes de los componentes: aditivo, dominante y epistático de la varianza genética, constituye una valiosa información para los trabajos de selección. Mientras mayor sea la información sobre las contribuciones relativas de los diferentes tipos de efectos génicos y sus respectivas varianzas, mayor será la precisión en la selección de los mejores genotipos de la población, basado en los valores fenotípicos (Falconer, 1989).

Griffing (1956) interpretó las cruzas dialélicas sobre la base de los conceptos de aptitud combinatoria general, que viene siendo el comportamiento promedio de una línea en sus combinaciones híbridas y está asociada con la acción de los genes aditivos, y aptitud combinatoria específica se refiere a los casos en los cuales ciertas combinaciones híbridas se comportan relativamente superiores y/o inferiores que las líneas involucradas en la cruce, y están relacionadas con los efectos no aditivos (Sprague y Tatum 1942, Miranda *et al.*, 1988). Griffing (1956) menciona que las inferencias son hechas acerca de los parámetros de la población parental y en particular para estimar los componentes genéticos y ambientales de la varianza.

Medias Generacionales

Estos diseños genético estadísticos fueron propuestos y desarrollados ampliamente por Mather (1949), Hayman (1958) y Jinks y Jones (1958); se utiliza la información de varios tipos de generaciones (progenitores, F_1 , F_2 , y las retrocruzas hacia ambos progenitores). De ésta manera el análisis puede ser tan complejo como incógnitas se le sumen, entre estas se pueden estimar los efectos de las interacciones, aditivo x aditivo (aa), aditivo x dominante (ad) dominante x dominante (dd), que se consideran efectos epistáticos. Este modelo fue propuesto por Mather y Jinks (1971) que se aplica a un número de pares de genes con distribución arbitraria entre los progenitores utilizados de la forma de los parámetros m, d, h, i, j, l. Con este modelo, las interacciones pueden ser clasificadas dentro de dos tipos, aquellos en los cuales h y l tienen el mismo signo (tipo de epistasis complementaria), y aquellos en los cuales h y l tienen signos opuestos (tipos epistasis duplicados). Las ventajas del modelo radican en que es completamente general, pudiendo ser aplicado a cualquier carácter, morfológico, agronómico, fisiológico, o bioquímico, se puede aplicar a cualquier grupo de progenitores, y el número de progenitores puede variar de dos hasta los que se puedan manejar convenientemente.

Este modelo genético no únicamente proporciona la partición de la varianza heredable dentro de los componentes aditivos, dominantes y epistáticos, si no también la prueba de existencia de epistasis.

El método conocido como "joint scaling test" propuesto por Cavalli (1952) incluye cualquier combinación de familia al mismo tiempo, la prueba consiste en la estimación de los cuadrados mínimos de tres parámetros, s_d , s_h y s , para la suma de los efectos aditivos cuando son homocigóticos y la suma de sus efectos de dominancia, dando origen a dicha escala. La ventaja del método es que: a) se puede incluir cualquier tipo de familia al mismo tiempo; b) Estima los parámetros del modelo como son los efectos de la media (m), efecto aditivo (d) y los efectos de dominancia (h); c) Es capaz de medir los parámetros a más de tres familias, ya que para estimar estos parámetros m , d y h , es necesario incluir mínimo tres familias.

Todorovic *et al.*, (1997) al estudiar dos híbridos simples de maíz bajo el modelo de medias generacionales, encontraron que los efectos de dominancia y epistáticos contribuyeron más a la expresión del rendimiento.

Zdraukovic *et al.*, (1999) evaluaron seis híbridos de tomate derivados de seis líneas mejoradas, produjeron las F_1 , F_2 , RC_1 y RC_2 , para estimar los efectos genéticos, usaron el modelo aditivo-dominancia con tres y seis parámetros y los epistáticos con seis parámetros con el modelo Mather y Jinks, 1971; encontraron diferencia significativa entre la media de los padres y su progenie en número de frutos por racimo floral; en los parámetros genéticos, el efecto aditivo prevaleció para número de frutos por planta, esto fue general para todas las combinaciones. Valores de genes epistáticos y genes aditivo x aditivo fueron el único tipo de interacción interalélica que se encontró.

Velasco *et al.*, (2004) en un estudio realizado bajo el modelo de medias generacionales para resistencia a *Sesamia nonagrioides* y *Ostrinia nubilalis* en maíz dulce, concluye que ambos efectos, aditivos y dominante, fueron importantes, y no encontraron efectos de genes epistáticos en ambas características.

Barooah y Talukdar (2001) en un análisis de medias generacionales en tres cruzas de tomate, concluyen que los efectos de dominancia, aditivo x aditivo, y dominante x dominante influyeron más en la expresión del rendimiento de frutos por planta.

Ren *et al.*, (2001) reporta en un estudio realizado en *Brassica rapa*, bajo el modelo de medias generacionales, que los efectos de genes aditivos fueron más importantes, para resistencia a la bacteria *Erwinia caratovora* Subs. *caratovora*, y después de 3 ciclos de selección recurrente, el daño de la enfermedad disminuyó en 38 por ciento y el porcentaje de plantas vivas aumentó de un 65 por ciento a 95 por ciento.

Pensuk *et al.*, (2004) en un estudio realizado en cacahuate para resistencia a necrosis, en tres cruzas concluyen que los efectos de genes no aditivos fueron importantes en todas las cruzas, para la resistencia.

Nigam *et al.*, (2001) en un estudio realizado en tres cruzas de *Arachis hypogaea*, para determinar el tipo acción génica que controlan la característica de índice de cosecha y el área específica de la hoja, encontrando que los efectos aditivos fueron mas

importantes que los de dominancia en las dos características bajo estudio, el único efecto epistático fue el aditivo x aditivo.

Hakizimana *et al.*, (2004) mencionan que los efectos aditivos, de dominancia y epistáticos controlan el tipo de herencia para resistencia al virus del mosaico en trigo.

Heterosis en Tomate

Dharmatti *et al.*, (1997) en un estudio realizado con 50 híbridos F₁ de tomate (*L. esculentum* Mill.) para características de rendimiento y 6 componentes del rendimiento de fruto, usando línea por probador, utilizando 5 hembras y 10 machos, observó un alto grado de heterosis en todas las características bajo estudio en las 50 cruzas; las cruzas 12, 11 y 8 exhibieron heterosis positiva y significativa para rendimiento de fruto por planta, por arriba de la media del mejor progenitor.

Raijadhav *et al.*, (1997) evaluaron 10 líneas puras de tomate (5 tolerantes al calor y 5 sensibles) se cruzaron en un dialélico. La progenie F₁ y los 10 progenitores fueron evaluados en verano en 1988 y 1989, bajo una temperatura mínima de 30°C; se evaluaron 7 características relacionadas con el rendimiento. El mas alto nivel de heterosis se observó para los caracteres de número de frutos por planta y rendimiento comercial por planta, el híbrido L4139 x CL246-0-3-B-9-00, mostró un 16 por ciento de heterosis por arriba del mejor progenitor y exhibiendo además tolerancia al calor y frutos más grandes. Además se observó efectos no aditivos para rendimiento y características relacionadas con el rendimiento.

Suresh *et al.*, (1995) en un estudio de 7 líneas de tomate, sus 21 F₁ y tres híbridos comerciales, mostraron gran por ciento de heterosis por arriba de sus progenitores en las características altura de planta (24.54), ramas por planta (83.37), peso promedio de fruto (32.27), número de frutos en (193.55) y en rendimiento total en (87.06) por ciento respectivamente.

Hegazi *et al.*, (1995) evaluaron 7 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y sus 21 híbridos F₁, para 12 componentes del rendimiento, donde se encontró heterosis en todas las combinaciones híbridas para rendimiento total, mostrando una cruz en especial 58.5 por ciento. Todas las cruza, excepto dos, mostraron heterosis positiva para número de frutos por planta. La heredabilidad en sentido amplio fue de 86.8 por ciento en longitud de fruto.

Características Fisiológicas

Matthew y Foyer (2001) mencionan que la fotosíntesis es uno de los mas altos reguladores que integran el proceso metabólico, maximiza el uso de la luz disponible, y reduce al mínimo los efectos perjudiciales por exceso de luz, además optimiza el uso de los recursos limitantes de carbono y nitrógeno; los fotosintetizados y las fitohormonas, particularmente las citoquininas, interactúan con el nitrógeno para controlar la expresión de los genes de la fotosíntesis; el desarrollo de la hoja y la distribución del nitrógeno en la planta, proveen la base dominante de la fotosíntesis.

Murchie *et al.*, (2005) en un estudio realizado para aclimatación para alta radiación en arroz, mencionan que la aclimatación de la fotosíntesis está limitada por la edad de la hoja, y la transferencia de la alta luminosidad, en extensión inferior de la hoja y es caracterizado por la alteración de la clorofila a-b pero no para la proteína de Rubisco, y ésta es limitada por la morfología de la hoja; no se observó ningún cambio en el nivel de la expresión de los genes de Rubisco, la expresión de los genes implicados en la fotoprotección fueron observados. También fué demostrado que la morfología de la hoja a la alta luminosidad está establecida antes de la formación del alargamiento y división celular. Los factores endógenos y ambientales que establecen las características de la alta aclimatación pueden ser importantes para lograr altos índices de la asimilación en los cultivos.

Warren (2004) menciona que la conductancia interna y el suplemento de CO₂ en las cavidades sub-estomatales a los sitios de carboxilación, pueden ser una limitante para la fotosíntesis, pero poco se sabe cómo es afectada por los nutrientes, en un estudio realizado en *Eucalyptus globulus* Labill, bajo condiciones de invernadero, para conocer la respuesta del suplemento de nutrientes en los parámetros fotosintéticos; reporta que la respuesta positiva de la fotosíntesis al suplemento de nutrientes no fué igual a los cambios de conductancia interna, y la limitación relativa de la fotosíntesis debido a la conductancia interna aumentó con el incremento del suplemento de los nutrientes.

Groot *et al.*, (2003) en un estudio realizado para la regulación de la fotosíntesis en plantas de tomate bajo condiciones de estrés de nitrógeno y fósforo, en relación con la limitante de regeneración. Reportan que bajo estrés de nitrógeno, la fotosíntesis

disminuyó al igual que la absorción de luz, y por lo tanto disminuyó la utilización de asimilados. Con el estrés de fósforo fué afectado principalmente la capacidad de carboxilación; mientras que con bajo estrés de nitrógeno el almidón en las hojas aumentó y la sensibilidad del oxígeno y la fijación de CO₂ disminuyó, mientras que para el estrés de fósforo fue lo contrario (el incremento del almidón está correlacionado con la disminución a la sensibilidad del oxígeno), estos resultados son consistentes bajo condiciones de estrés de nitrógeno, ya que existe una limitación en el aumento de la fotosíntesis, y esto fué posible por la regeneración del contenido de carbohidratos en la hoja, mientras que en la ausencia de fósforo, existe una disminución de la fijación de CO₂, pero acompañado con un aumento en la sensibilidad del oxígeno, sugiriendo que la limitación de la regeneración es disminuida por el estrés de fósforo.

Yu *et al.*, (2004) concluyen que el efecto de 24-epibrassinolide (EBR), incrementa la capacidad de asimilación de CO₂ en el ciclo de Calvin en *Cucumis sativus*, el cual fue atribuido principalmente al incremento en la actividad inicial de la Rubisco.

Caemmerer *et al.*, (2004) concluyen que la correlación comúnmente observada entre la capacidad fotosintética y la conductancia estomatal se puede interrumpir por un largo período por la manipulación de la capacidad fotosintética vía tecnología del RNA antisentido. Además mencionan que la conductancia estomatal no es determinada directamente por la capacidad fotosintética de las células guardianes del mesófilo de la hoja.

Domínguez *et al.*, (2005) en selección haploide de características relacionadas con la tolerancia al frío del polen de tomate, fué realizada en las poblaciones de segregación de la cruce de *Lycopersicon esculentum* × *L. pennellii*. Las cuatro poblaciones BC₁ fueron evaluadas para calidad y cantidad de polen producido en bajas temperaturas, la habilidad de germinación de polen a bajas temperaturas fué significativa en la población obtenida bajo tratamiento de frío en el primer ciclo de selección, en el segundo ciclo no hubo ninguna mejora, pero algunas plantas conservaron la alta germinación de polen observada en el primer ciclo. Por lo tanto la selección gametofítica de algunos caracteres relacionados con la viabilidad del polen de tomate puede ser factible, al menos en el primer ciclo de selección.

Sato y Peet (2005) en un estudio realizado en tomate para tolerancia del polen a altas temperaturas bajo dos regímenes de temperaturas, de 28°/22°C y 32°/26°C día/noche, encontraron que las altas temperaturas redujeron el número de granos de polen, pero no el tiempo de polinización. La reducción del polen y la germinación fué reducida en ambos materiales tolerantes y susceptibles, pero en mayor magnitud en el material susceptible. Estos resultados sugieren que los mecanismos de germinación de polen y la calidad del grano de polen están estrictamente relacionados. Los posibles efectos adversos del calentamiento global en la productividad de tomate y el potencial de estrategias de mejoramiento para tolerancia a altas temperaturas en líneas de tomate deben ser discutidos.

Anuschka *et al.*, (2005) mencionan que las diferentes formas de nitrógeno ya sea fertilizante mineral y/ó orgánico afectan el rendimiento, la calidad y el sabor de tomate.

Las plantas de tomate fueron crecidas bajo dos tratamientos de fertilizantes orgánicos y tres tratamientos de fertilizantes minerales, donde el rendimiento y el contenido de biomasa fueron superiores con los tratamientos de fertilizantes minerales. Los valores más altos fueron dulzor, acidez, sabor y aceptación en los tratamientos orgánicos, comparados con los fertilizantes minerales.

Sam *et al.*, (1996) mencionan que en un estudio realizado en hoja de papa y cultivares de tomate, con diferentes grados de tolerancia a la humedad y estrés por calor, se observó que el mesófilo y el parénquima esponjoso eran significativamente más espesos en los cultivares tolerantes al estrés, estos caracteres anatómicos son considerados marcadores a tolerancia a condiciones adversas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio

El presente trabajo se realizó en dos localidades:

Localidad uno: correspondiente a las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, ubicada al sur de la Ciudad de Saltillo, Coahuila, localizada a 25° 22' Latitud N; 101° 00' Longitud W y con una Altitud de 1742 msnm, con una temperatura media anual de 16.8° C, Tipo de Clima: BWhw (x')(e): clima muy seco, semicálido, con precipitación de 350 a 450 mm (INEGI, 2000). Tipo de suelo predominante calcisol del horizonte AP, pH 7.71 y conductividad eléctrica (CE) 0.52 dS m⁻¹; el agua con un pH de 7.66, y CE de 0.80 dS m⁻¹ (UAAAN, 2003)

Localidad dos: Campo Agrícola Experimental Humberto Treviño Siller, que se encuentra ubicado en Navidad, Mpio. de Galeana, N. L. Localizada a 25° 04' 16" Latitud N; 100° 36' 13" Longitud W; Altitud 1890 msnm, con una temperatura media anual de 14 a 20° C, Tipo de Clima: BS1 k (x') semi-seco, precipitación de 424 mm, tipo de suelo predominante Xerosoles, (INEGI, 2000). pH de 7.8 a 8; el agua con pH de 6.6 y CE de 1.82 dS m⁻¹ (UAAAN, 2003).

Material Genético

El material genético utilizado en este trabajo de investigación fueron cuatro progenitores y sus progenies F_1 , F_2 , F_3 y la retrocruza hacia el progenitor 1 (RC_1) y retrocruza hacia el progenitor 2 (RC_2), dando un total de 19 genotipos, seleccionados en base a características sobresalientes de adaptación y componentes genéticos de aptitud combinatoria, (Guerra, 1997, Ramírez, 1998 y Ramos, 2000) la identificación del material genético utilizado se presenta en el cuadro 3.1.

Cuadro 3.1 Material genético utilizado, progenitores, F_1 , F_2 , F_3 , RC_1 y RC_2 .

No.	Identificación
1	Shady Lady -ACG
2	Bonita +ACG
3	Celebrity -ACG
4	Sunny +ACG
5	F_1 Bonita x Sunny
6	F_1 Shady Lady x Celebrity
7	F_1 Shady Lady x Sunny
8	F_2 Bonita x Sunny
9	F_2 Shady Lady x Celebrity
10	F_2 Shady Lady x Sunny
11	RC_1 (Bonita x Sunny) x Bonita
12	RC_1 (Shady Lady x Celebrity) x Shady Lady
13	RC_1 (Shady Lady x Sunny) x Shady Lady
14	RC_2 (Bonita x Sunny) x Sunny
15	RC_2 (Shady Lady x Celebrity) x Celebrity
16	RC_2 (Shady Lady x Sunny) x Sunny
17	F_3 Shady Lady x Sunny
18	F_3 Shady Lady x Celebrity
19	F_3 Bonita x Sunny

Siembra del Material Genético

La siembra se realizó el 23 de marzo de 2003 y para ello se utilizaron charolas de 50 cavidades (cada cavidad con el cuádruple de volumen de las normalmente utilizadas), previamente lavadas y desinfectadas con agua clorada. se sembraron 100 semillas de cada material genético, el sustrato que se utilizó para la siembra fue Peat-moss, después de la siembra se aplicó Biozyme TS a razón de 0.1 g l⁻¹ de agua, esto para estimular la germinación de las semillas, las charolas se colocaron dentro del invernadero hasta que estuvieran completamente emergidas las plántulas y cuando estas presentaron las dos primeras hojas verdaderas, se trasladaron a un sombreadero, donde se mantuvieron en condiciones óptimas hasta su transplante.

Preparación del Terreno

Esta actividad se hizo manualmente en la localidad uno, y consistió en remover el terreno con azadones, talaches y palas; de manera que el suelo quedara suelto y sin terrones; posteriormente se hizo el levantamiento de bordos. Se utilizaron dos lotes de terreno de 10 m de ancho por 30 m de largo, y en cada uno se levantaron 4 bordos, con una longitud de 28 m con una distancia entre bordos de 1.20 m, en la localidad dos el levantamiento de los bordos fué de forma mecánica, con una distancia entre bordos de 1.80 m.

Colocación de Acolchado Plástico y Cintilla para Riego

Estas actividades se llevaron a cabo en forma manual, en las dos localidades; para la colocación del acolchado se utilizó polietileno negro calibre 600, con perforaciones en la parte central a una distancia de 0.30 m, antes de la colocación del polietileno se tendió la cintilla de riego, en la parte central de cada bordo, la colocación del polietileno se hizo tratando de que las perforaciones quedaran en el centro del bordo, y que estuviera lo más sujeta al suelo para evitar posibles levantamientos ocasionados por el viento. En la localidad dos las distancias entre las perforaciones fue de 0.35 m, de fábrica a doble hilera, utilizándose solo una hilera.

Transplante

El transplante se realizó el 14 de mayo en la localidad uno y el 11 de junio en la localidad dos (82 días después de la siembra) de forma manual, utilizando una estaca de madera para hacer los hoyos en el suelo de entre 0.10 y 0.15 m de profundidad, en donde fueron colocadas las plántulas; se transplantaron 5 plantas de cada material genético, por parcela experimental. Una vez hecho el transplante se hizo una aplicación de Raizal 400 (2 g l⁻¹ de agua) y Confidor (1 ml l⁻¹ de agua), esta aplicación se hizo a la base de la planta.

Riego

Las aplicaciones de agua después del trasplante, se hicieron 2 veces por semana, conforme el cultivo fue desarrollándose aumentaron a 3 aplicaciones por semana, sumando un total de 40 riegos durante el ciclo del cultivo.

Fertilización

Para la fertilización en la localidad uno se utilizó la fórmula $N_{450} - P_{450} - K_{225} - Ca_{100}$; la aplicación del nitrógeno se hizo en dos partes, la primera se realizó días antes del trasplante aplicándose a chorrillo a una profundidad de 0.15m (antes de que el polietileno fuera colocado), la segunda aplicación se realizó 40 días después del trasplante de la misma manera que la primera; las fuentes que se utilizaron para satisfacer la fórmula fueron las siguientes:

1. Sulfato de Amonio (20.5-00-00)
2. Fosfato Diamónico (18-46-00)
3. Sulfato de Potasio (00-00-50)
4. Nitrato de Calcio (15.5-00-00- 19.9 Ca)

En la localidad dos, se utilizó ferti-riego, las fuentes utilizadas fueron nitrato de potasio (13-02-44), nitrato de calcio (15.5-00-00-19.9) y ácido fosfórico (00-26.9-00), aplicándose dos días por semana, después del trasplante.

Colocación de Tutores y Espalderas

Aproximadamente a los 20 días después del transplante y cuando las plantas tenían una altura mínima de 0.3 m, se colocaron los tutores y espalderas. Para ello se colocaron tubos de metal en la parte media del bordo coincidiendo con la hilera de plantas, la separación entre cada uno de los tubos fue de 2 m y se colocaron dos hilos de plástico (rafia) a 0.20 m de altura esto para evitar que las plantas conforme se desarrollaran se doblaran y los frutos tuvieran contacto con el suelo; en total se colocaron 4 niveles de hilo.

Cosecha

La cosecha se hizo de manera manual, en 3 plantas de cada genotipo en las diferentes repeticiones (las 3 que estaban en la parte media de cada grupo de 5 plantas), buscando con esto que tuvieran competencia completa, la cosecha se llevó a cabo cuando el ápice del fruto tenía una coloración rojiza.

Se realizaron 18 cortes, del 21 de julio al 4 de septiembre de 2003 en la localidad de Buenavista, y 10 cortes del 13 agosto al 19 de septiembre en Navidad, N. L. en cada corte, se consideró el peso, número por tamaño de frutos, esto se hizo en cada genotipo, en sus diferentes repeticiones.

Para los días a primer corte se realizó un conteo de días a partir de la fecha de transplante y el inicio de cosecha de cada uno de los genotipos, y así determinar su precocidad. Para los días a último corte se realizó un conteo de días a partir de la fecha de transplante hasta el final del último corte.

Para los días en cosecha, con el registro del primer corte, hasta el día del último, se calculó el número de días en producción y para determinar el número de cortes por genotipo, se hizo un conteo de los cortes dados a cada genotipo.

Después del último corte, se procedió a obtener el rendimiento total de cada genotipo, esto se obtuvo sumando el peso de cada una de las cosechas realizadas. El peso total que se obtuvo se dividió entre el número de plantas cosechadas, que en este caso fueron tres, obteniéndose así el rendimiento de cada planta; para obtener el rendimiento en $t\ ha^{-1}$, se multiplicó el rendimiento por planta por la densidad de plantación; para obtener el peso promedio de fruto se dividió el peso total obtenido, entre el número total de frutos cosechados.

Pruebas de Calidad de Fruto

Después del quinto corte se seleccionaron dos frutos de cada tratamiento, procurando que tuvieran buena apariencia. Los frutos se colocaron en bolsas de papel para que maduraran completamente. Una vez que estuvieron bien maduros (color rojo

intenso completo) se llevaron a cabo las pruebas de calidad de fruto, para determinar °Brix, pH y vitamina C.

Descripción de la metodología para el análisis de laboratorio

1. Se levantó un registro de cada uno de los frutos (genotipo, repetición, número de fruto).
2. Cada fruto se colocó en un vaso de precipitado y se molió.
3. Con el Refractómetro portátil (ATAGO 01018) se determinó °Brix.
4. Con Potenciómetro (CONDUCTRONIC Modelo 10) se determinó el pH.

Determinación de vitamina C

5. Se pesaron 20 gramos de muestra de cada tratamiento.
6. Se les agregó 10 ml de ácido clorhídrico al 2 %.
7. Se colocaron los vasos en el agitador Vortex por un tiempo de 15 minutos.
8. Una vez agitado, se filtró el contenido en matraces Erlenmeyer.
9. Del contenido de los matraces se tomaron 5 ml y se aforó a 100 ml con agua destilada.
10. Se procedió a titular con el reactivo de Thielman, hasta obtener la coloración rosa permanente, anotando los mililitros consumidos del reactivo, que posteriormente fueron utilizados para calcular el contenido de vitamina C en miligramos por litro para cada genotipo.

La ecuación utilizada para determinar Vitamina C es la siguiente, (Chechetkin *et al.*, 1984).

$$X = \frac{a \times 0.088 \times 100 \times 100}{b \times c}$$

En donde:

X= mg 100^{-1} g Vitamina C

0.088= Miligramos de ácido ascórbico Equivalente a 1 mL de reactivo de Thielman

a= mL gastados del reactivo de Thielman

b= Volumen en mL de la alicuota valorada

100= Volumen en mL del filtrado de Vitamina C en HCl.

c = Peso de la muestra (20 g)

Estos análisis se llevaron a cabo en el Laboratorio de Fisiotecnia del Departamento de Fitomejoramiento de la UAAAN.

Toma de Datos Fisiológicos

Para las variables fisiológicas, se utilizó el fotosintetómetro portátil LI-6200 (LI-Cor, Inc, Nebraska, USA), que mide el intercambio de CO₂ de la hoja con la atmósfera. La tasa fotosintética neta se calcula usando estas tasas de cambio y algunos otros factores, tales como área de la hoja utilizada, volumen de la cámara, volumen del sistema, temperatura, presión atmosférica, intensidad luminosa y humedad relativa, así como la concentración del CO₂ en el área circundante de la hoja.

Fueron dos las mediciones que se tomaron con el fotosintetómetro, efectuándose la primera el 19 de junio y la segunda el 6 de agosto de 2003 en la localidad Buenavista; y el 30 de julio en la localidad de Navidad, N. L. ésta se realizó en una planta de cada genotipo bajo evaluación.

VARIABLES EVALUADAS

Fenológicas: Días a Primer Corte (DPC), Días a Último Corte (DUC), Días en Cosecha (DEC).

VARIABLES DE RENDIMIENTO: Número de Cortes (NC), Número de Frutos (NF), Peso Promedio de Fruto en gramos (PPF) y Rendimiento Proyectado a Toneladas por Hectárea (RDTO). VARIABLES DE TAMAÑO DE FRUTO: Frutos Chicos (FCH) ≤ 6 cm diámetro polar, Frutos Medianos (FM) de 6 a 7 cm diámetro polar, Frutos Grandes (FG) 7 a 7.5 cm diámetro polar, Frutos Extra Grandes (FEXG) ≥ 7.5 cm de diámetro polar.

VARIABLES DE CALIDAD DE FRUTO: Potencial de Iones Hidrógeno (pH), Grados Brix ($^{\circ}$ BRIX), por ciento de Vitamina C (VITC). VARIABLES FISIOLÓGICAS: Fotosíntesis (FOTO, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) Conductancia Estomatal (CEST, $\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) Transpiración (TRANS, $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) Uso Eficiente del Agua, (UEA $\text{g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ por 10 l^{-1} de $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$).

Diseño Experimental y Modelo Estadístico Utilizado

Diseño experimental

El establecimiento del experimento se hizo en un diseño de bloques completos al azar, se sembraron 19 genotipos con cuatro repeticiones cada uno.

Análisis Estadísticos

El análisis de los datos se realizó bajo el siguiente modelo estadístico (Steel y Torrie, 1980):

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observación del genotipo "i" en su repetición "j".

μ = Efecto de la media general.

α_i = Efecto de los tratamientos.

β_j = Efecto de los bloques o repeticiones.

ε_{ij} = Efecto del error experimental.

El Análisis Combinado sobre Localidades se realizó con el modelo siguiente: (Steel y Torrie, 1980).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha \times \beta)_{ij} + \delta_{k(j)} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Observación del i -ésimo tratamiento en la k -ésima repetición en la j -ésima localidad.

μ = Media general.

α_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

β_j = Efecto de la j -ésima localidad.

$(\alpha \times \beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i -ésimo tratamiento y la j -ésima localidad.

$\delta_{k(j)}$ = Efecto de la k -ésima repetición anidada en la j -ésima localidad.

ε_{ijk} = Efecto aleatorio o error experimental.

Se estimó el coeficiente de variación (CV) mediante la fórmula siguiente:

$$CV = \frac{\sqrt{CMEE}}{\bar{X}} \times 100$$

Donde:

$C.V$ = Coeficiente de variación, expresado en porcentaje.

$C.M.E.E.$ = Cuadrado medio del error experimental.

\bar{X} = Media general del experimento.

En las variables donde el CV fue alto (FOTO, CEST, UEA) los valores originales fueron transformados de la siguiente manera: al valor original se le sumaron diez unidades y posteriormente se obtuvo la raíz cuadrada:

$$(X + 10)^{-2}$$

La Heterosis para cada característica fue determinada usando la siguiente fórmula, (Fehr, 1991)

$$\text{Heterosis \%} = \frac{F_1 - MP}{MP} \times 100$$

$$MP = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

Donde:

F_1 = filial 1

MP = media de los progenitores

P_1 = progenitor 1

P_2 = progenitor 2

Medias Generacionales

El modelo utilizado fue el propuesto por Mather y Jinks, (1971).

La deducción de los coeficientes de los parámetros (cuadro 3.2) esta basada en Márquez (1988), y Singh y Chaudhary (1979).

Cuadro 3.2 Coeficientes de los parámetros genéticos de medias fenotípicas de las generaciones.

Generaciones	m (μ)	d (a)	h (d)	i (aa)	j (ad)	l (dd)
P ₁	1	1	0	1	0	0
P ₂	1	-1	0	1	0	0
F ₁	1	0	1	0	0	1
F ₂	1	0	½	0	0	¼
RC ₁	1	½	½	¼	¼	¼
RC ₂	1	-½	½	¼	-¼	¼

m= media de progenitores d= efecto aditivo h= efecto dominante i= efecto aditivo x aditivo j= efecto aditivo x dominante l= efecto dominante x dominante

De lo anterior, los coeficientes de los parámetros son las medias genotípicas de cada generación, que es el producto de sus valores genotípicos escalar por sus frecuencias, así que se tiene lo siguiente:

$$P_1 = (1) -d = -\mathbf{d}$$

$$P_2 = (1) + d = \mathbf{d}$$

$$F_1 = (1) h = \mathbf{h}$$

$$F_2 = \frac{1}{4} d + \frac{1}{2} h + \frac{1}{4} (-d) = \frac{1}{2} \mathbf{h}$$

$$RC_1 = \frac{1}{2} h + \frac{1}{2} (-d) = \frac{1}{2} \mathbf{h} - \frac{1}{2} \mathbf{d}$$

$$RC_2 = \frac{1}{2} \mathbf{d} + \frac{1}{2} \mathbf{h}$$

De lo anterior resultan las siguientes ecuaciones:

$$P_1 = m - d$$

$$P_2 = m + d$$

$$F_1 = m + h$$

$$F_2 = m + \frac{1}{2} h$$

$$RC_1 = m - \frac{1}{2} d + \frac{1}{2} h$$

$$RC_2 = m + \frac{1}{2} d + \frac{1}{2} h$$

En el modelo de seis parámetros, los efectos se calculan de la siguiente manera:

$$m = \frac{1}{2} P_1 + \frac{1}{2} P_2 + 4 F_2 - 2 RC_1 - RC_2$$

$$d(a) = \frac{1}{2} P_1 - \frac{1}{2} P_2$$

$$h(d) = 6RC_1 + 6 RC_2 - 8 F_2 - F_1 - 1 \frac{1}{2} P_1 - 1 \frac{1}{2} P_2$$

$$i(aa) = 2 RC_1 + 2 RC_2 - 4 F_2$$

$$j(ad) = 2 RC_1 - P_1 - 2 RC_2 + P_2$$

$$l(dd) = P_1 + P_2 + 2 F_1 + 4 F_2 - 4 RC_1 - 4 RC_2$$

Se aplicó la prueba de X^2 para probar si el modelo aditivo-dominante explicaba el total de la variación genética involucrada en la característica bajo evaluación; cuando X^2 resultó significativa se aplicó el modelo de seis parámetros para detectar la evidencia de epistasis.

Para la estimación de los parámetros genéticos se utilizó el programa estadístico SAS (2001) Versión 8.2. proc IML (Interactive Matrix Language). Cuando se encontró que el valor de X^2 fue no significativo, el modelo de tres parámetros (Aditivo-Dominante) se adaptó a los datos obtenidos.

En la variable DPC no fue posible realizar la estimación de los efectos genéticos, debido a que no se encontró variación en los datos, en algunas cruzas, dado que los valores medios de sus progenitores fueron iguales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de Varianza individual para las variables fenológicas, de rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas en Buenavista, Coahuila.

En el Cuadro 4.1 se observan los cuadrados medios para las variables fenológicas de 19 genotipos de tomate bajo condiciones de campo en la localidad Buenavista, donde se observan diferencias significativas ($p \leq 0.01$) en la fuente de variación repetición en la variable DUC, esto se pudo deber a que el lugar donde quedaron algunas repeticiones el terreno haya sido muy heterogéneo, en las demás variables no se encontró diferencia estadística.

Cuadro 4.1. Análisis de varianza (cuadrados medios) para tres variables fenológicas de 19 genotipos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. 2003.

FV	GL	DPC	DUC	DEC
REP	3	11.29	18.33 **	3.26
GEN	18	23.54 *	5.92 *	23.12
ERROR	54	12.87	3.02	15.38
C V (%)		4.96	1.55	9.90
MEDIA		72.26	112.04	39.79
MAX		77	113	45
MIN		68	108	36

** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, DPC (Días Primer Corte), DUC (Días a Último Corte), DEC (Días en Cosecha), GL (Grados de Libertad), FV (Fuente de Variación), REP (Repeticiones), GEN (Genotipos), CV (Coeficiente de Variación), MAX (Valor Máximo), MIN (Valor Mínimo)

Se observa diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en la fuente de variación genotipos para las variables DPC y DUC, lo que nos indica la precocidad que tuvieron algunos genotipos así como los días que se mantuvieron en fructificación, los coeficientes de variación fueron de 1.55 a 9.90; en DEC no se encontró diferencia estadística. Los materiales mas precoces datos de la prueba de diferencias de medias, Duncan 0.05, en el Cuadro A.1 y A.2 en el Apéndice, fueron la RC₂ (Shady Lady x Sunny) x Sunny con 68 días, el mas tardío fue la RC₁ (Bonita x Sunny) x Bonita con 77 días, la media para esta variable fue de 72.26 días; en DUC fueron los genotipos Celebrity, y la F₃ Shady Lady x Celebrity con 113 días, y el de menor días fué la RC₁ (Shady Lady x Sunny) x Shady Lady con 108.7 días, para esta variable la media fue de 112.04; para la variable DEC, el genotipo con mayor días en fructificación fue la RC₂ (Shady Lady x Sunny) x Sunny, con 45 días y los de menor valor fueron el Shady Lady y la RC₁ (Bonita x Sunny) x Bonita, con 36 días.

En el Cuadro 4.2 se presentan los cuadrados medios para las variables de rendimiento, donde se observa diferencia no significativa en la FV repetición en todas las variables.

En la FV GEN se observa diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$ y $p \leq 0.05$) en las variables NC, NF y RDTO, indicando con esto la gran diferencia que existe entre los materiales genéticos evaluados, debido principalmente a su diferente constitución genética, coincidiendo con Ramos (2000) que encontró las mismas diferencias bajo condiciones de invernadero. En la variable NC el mayor valor fue para la RC₂ (Shady

Lady x Sunny) x Sunny con 17.25 cortes y el de menor número de cortes el genotipo la RC₁ (Shady Lady x Sunny) x Shady Lady con 13 cortes, la media para esta variable fue de 14.76 cortes, en la variable Número de Frutos (NF) el mayor valor fue para la RC₂ (Shady Lady x Sunny) x Sunny con 105.25 frutos en promedio, y los de menor valor fueron la RC₁ (Shady Lady x Sunny) x Shady Lady con 47.25 frutos, la media fue de 65.75, en la variable Peso Promedio de Fruto en gramos (PPF) los de mayor valor fueron la RC₁ (Shady Lady x Celebrity) x Shady Lady y la RC₂ (Shady Lady x Celebrity) x Celebrity, con 157 g y los de menor peso fué la F₁ Shady Lady x Sunny con un peso de 123 g respectivamente, la media fue de 139.30 g. En RDTO fueron la RC₂ (Shady Lady x Sunny) x Sunny, con 135.59 t ha⁻¹ el que obtuvo mayor rendimiento; el de menor rendimiento fué la RC₁ (Shady Lady x Sunny) x Shady Lady con 59.94 t ha⁻¹ respectivamente. La media para esta variable fue de 84.54 t ha⁻¹.

Cuadro 4.2. Análisis de varianza (cuadrados medios) para variables de rendimiento de 19 genotipos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. 2003.

FV	GL	NC	NF	PPF	RDTO
REP	3	1.56	463.73	168.15	947.07
GEN	18	5.98 *	711.06 **	371.90	1346.43 **
ERROR	54	3.43	248.22	371.28	547.52
C V (%)		12.54	23.96	13.83	27.68
MEDIA		14.76	65.75	139.30	84.54
MAX		17.25	105.25	157	135.59
MIN		13	47.25	123	59.94

** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, NC (Número de Cortes), NF (Número de Frutos), PPF (Peso Promedio de Frutos), RDTO (Rendimiento Proyectado a Toneladas por Hectárea), GL (Grados de Libertad), FV (Fuente de Variación), REP (Repeticiones), GEN (Genotipos), CV (Coeficiente de Variación), MAX (Valor Máximo), MIN (Valor Mínimo)

En el Cuadro 4.3 se presentan los cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables tamaño de fruto, donde se observa diferencia no significativa en la FV

repetición para todas las variables, en la fuente de variación Genotipos se encontró diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$), en las variables Frutos Chicos (FCH) Frutos Medianos (FM) y diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en Frutos Extra Grandes (FEXG) indicando la gran diferencia que presentaron cada uno de los genotipos en estas clasificaciones de frutos, donde no se observa diferencia estadística es en Frutos Grandes (FG). Pierce (1992) menciona que las características del fruto, como tamaño y forma, están determinados por características similares a las del rendimiento y determinada por varios genes y son obtenidos principalmente por la explotación de la heterosis de los híbridos.

El genotipo con mayor número de frutos chicos medianos y grandes fue RC_2 (Shady Lady x Sunny) x Sunny con 35.25 FCH, 34.50 FM y 27 FG se sugiere que estos resultados están relacionados a que el progenitor Sunny presenta mayor número de alelos favorables para estas características y al usarlo como padre recurrente estos alelos se expresan en mayor proporción; Crossa y Gardner (1987) mencionan que con la retrocruza se tienen las ventajas de asegurar una media de rendimiento alta y un uso más inmediato que con la cruce simple. Mientras que el menor número de frutos lo presenta la RC_1 (Shady Lady x Sunny) x Shady Lady con 15.25 FCH, 14.25 FM, confirmando lo antes explicado; en FG fue la F_2 Shady Lady x Celebrity con 12.75, en FEXG la de mayor número fue la RC_2 (Shady Lady x Celebrity) x Celebrity con 10.50 frutos, y la de menor número la F_2 (Bonita x Sunny) con 1.75 frutos.

Cuadro 4.3. Análisis de varianza (cuadrados medios) para las variables tamaño de frutos de 19 genotipos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en Buenavista Saltillo, Coah. 2003.

FV	GL	FCH	FM	FG	FEXG
REP	3	84.54	8.68	167.25	25.31
GEN	18	120.30 **	94.00 **	56.70	23.54 *
ERROR	54	43.96	40.12	64.42	10.89
C V		26.45	32.20	48.18	75.75
MEDIA		25.07	19.63	16.66	4.36
MAX.		35.25	34.50	27.00	10.50
MIN.		15.25	14.25	12.75	1.75

** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, FCH (Frutos Chicos), FM (Frutos Medianos), FG (Frutos Grandes), FEXG (Frutos Extra Grandes), GL (Grados de Libertad), FV (Fuente de Variación), REP (Repeticiones), GEN (Genotipos), CV (Coeficiente de Variación), MAX (Valor Máximo), MIN (Valor Mínimo)

En el Cuadro 4.4 se presentan los cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables de calidad de fruto, donde se observa diferencia no significativa en todas las variables, coincidiendo con Gómez y Camelo (2002), que observaron estos mismos resultados, por lo que se podría afirmar que los valores en las diferentes variables fueron muy similares, los coeficientes de variación oscilaron en un rango de 11.72 a 15.41 por ciento.

El de mayor valor en la variable pH lo obtuvo el genotipo Sunny, el cual reportó un promedio de 5.30, por arriba de la media que fue de 4.59, y los de menor promedio fueron la RC₂ (Shady Lady x Celebrity) x Celebrity, RC₂ (Bonita x Sunny) x Sunny y el F₃ Shady Lady x Sunny, con un valor de 4.40. Coincidiendo con De Prado (2002) que menciona que el pH se sitúa normalmente entre 4.2 y 4.4.

En cuanto a la variable °Brix el mayor valor fue para el genotipo 1 (Shady Lady), con 4.77 °Brix, y el valor más bajo fue para el genotipo F₃ Shady Lady x Sunny con 3.70 °Brix, la media para esta variable fue de 4.05, de acuerdo con Folquer (1976) que reporta valores de 4 por ciento para tomate bola; Hewit *et al.*, (1982) mencionan que algunos factores que pueden influir sobre la concentración de sólidos solubles son: relación de área foliar/frutos, tasa de exportación de los fotosintetizados producidos por las hojas, toma de los mismos por los frutos y el metabolismo de carbono del fruto.

Cuadro 4.4. Análisis de varianza (cuadrados medios) para las variables calidad de fruto de 19 genotipos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. 2003.

FV	GL	pH	° Brix	VITC
REP	3	0.23	0.59*	22.15
GEN	18	0.19	0.26	10.66
ERROR	54	0.16	0.23	9.81
C V		12.88	11.72	20.33
MEDIA		4.59	4.05	15.41
MAX		5.30	4.77	18.55
MIN		4.40	3.70	12.25

** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, pH (Potencial de Iones Hidrógeno), °Brix (Grados Brix), VITC (Por ciento de Vitamina C), GL (Grados de Libertad), FV (Fuente de Variación), REP (Repeticiones), GEN (Genotipos), CV (Coeficiente de Variación), MAX (Valor Máximo), MIN (Valor Mínimo)

Martínez (2003) menciona que la acumulación de azúcares que caracteriza a los frutos maduros tiene su origen en los fotosintetizados que el fruto recibe durante el período de maduración. Well y Buitelan (1989) recomiendan una reducción en el tiempo de madurez del fruto, con la finalidad de incrementar el contenido de sólidos solubles. Mientras que Stommel (1998) menciona que el aumento en la cantidad de sólidos solubles es atribuible a una mayor acumulación de sacarosa en los frutos.

Para la variable VITC el mejor promedio fue el genotipo 1 (Shady Lady), el cual tuvo un valor de $18.55 \text{ mg } 100^{-1} \text{ g}$ y el promedio mas bajo fue para el genotipo 3 (Celebrity) con una media de $12.25 \text{ mg } 100^{-1} \text{ g}$. la media general para esta variable fue de 15.41; estos valores se encuentran por debajo de los que reporta Nuez (1995) de $23 \text{ mg } 100^{-1} \text{ g}$, los valores bajos en esta variable podrían ser atribuibles a la conductividad eléctrica del agua (CE) ya que el agua de riego tenia una CE 0.80 dS m^{-1} , al respecto De Pascale (2003) menciona que es posible mejorar el contenido de carotenoides y acido ascórbico en tomate con una conductividad del agua de riego de 4.4 dS m^{-1} . 5.5 veces más que la CE del agua utilizada en el presente estudio.

En las variables fisiológicas se encontró diferencia no significativa en FOTO y UEA, mismos resultados reporta Marmor *et al.*, (1998) indicando que los materiales tienen la misma eficiencia fotosintética. (Cuadro 4.5). En las variables CEST se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) y en TRANS diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) lo que indica que los materiales evaluados difieren en su capacidad de transpiración, Hatfield y Burke (1991) menciona que los factores climáticos influyen directamente en la transpiración, produciendo una variación en la apertura estomática; indicando que entre mayor apertura estomática mayor es la cantidad de agua transpirada; la temperatura del aire fue de 34.5° C a 37° C , mientras que la temperatura de la hoja varió 36.5° C a 40.75° C en promedio en esta localidad, Cuadro A.5.

En la variable de fotosíntesis (FOTO) el genotipo que presentó mayor valor fué la RC₂ (Shady Lady x Celebrity) x Shady Lady con un valor de $11.86 \mu \text{ mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

Cuadro 4.5. Análisis de varianza (cuadrados medios) para las variables fisiológicas de 19 genotipos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. 2003.

FV	GL	FOTO	CEST	TRANS	UEA
REP	3	0.20	0.062	124.76	0.0001
GEN	18	0.22	0.088 *	126.76 **	0.0008
ERROR	54	0.26	0.0429	54.21	0.0013
C V		11.98	7.50	15.94	1.12
MEDIA		4.25	2.76	46.58	3.22
MAX		11.86	5.49	59.71	0.58
MIN		4.13	1.38	38.52	0.26

** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, FOTO (Fotosíntesis), CEST (Conductancia Estomatal), TRANS (Transpiración) UEA (Uso Eficiente del Agua), GL (Grados de Libertad), FV (Fuente de Variación), REP (Repeticiones), GEN (Genotipos), CV (Coeficiente de Variación), MAX (Valor Máximo), MIN (Valor Mínimo).

y el de menor valor fue Sunny con $4.13 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ respectivamente, en CEST el mayor valor lo obtuvo la F₃ (Shady Lady x Sunny) con un valor de $5.49 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, y el de menor valor Sunny con $1.38 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, en TRANS el valor mas alto de $59.71 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ correspondió a la F₃ (Shady Lady x Sunny.), mientras que el valor más bajo de $38.52 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ fue para el genotipo Bonita; el genotipo que presentó mejor UEA fue el F₂ (Shady Lady x Sunny) con un valor de $0.58 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ por 10 l^{-1} de $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, mientras que el valor mas bajo fue para Shady Lady con un valor de $0.26 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ por 10 l^{-1} de $\text{H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente, valores presentados en el, Cuadro A.2.

Localidad Navidad, Nuevo León.

En el Cuadro 4.6 se observan los cuadrados medios para las variables fenológicas de 19 genotipos de tomate bajo condiciones de campo en Navidad N.L.

Cuadro 4.6. Análisis de varianza (cuadrados medios) para las variables fenológicas de 19 genotipos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en Navidad, N. L. 2003.

FV	GL	DPC	DUC	DEC
REP	3	11.80	33.52	17.61
GEN	18	42.62 **	26.09	34.40
ERROR	54	14.76	23.73	30.38
C V		5.85	5.22	19.87
MEDIA		65.64	93.38	27.74
MAX		73.25	98	33
MIN		62	88.5	22

** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, DPC (Días Primer Corte), DUC (Días a Último Corte), DEC (Días En Cosecha), GL (Grados de Libertad), FV (Fuente de Variación), REP (Repeticiones), GEN (Genotipos), CV (Coeficiente de Variación), MAX (Valor Máximo), MIN (Valor Mínimo)

Se observa diferencia significativa ($p \leq 0.01$) en la fuente de variación genotipos para la variable DPC, lo que nos indica la precocidad que tuvieron algunos genotipos así como los días que se mantuvieron en fructificación, los coeficientes de variación fueron de 5.22 a 19.87; en DUC y DEC no se encontró diferencia estadística. Los materiales mas precoces fueron el genotipo 2 Bonita y la RC_1 (Shady Lady x Sunny) x Shady Lady, con 62 DPC, el mas tardío fue el genotipo 4 Sunny con 73.25 días respectivamente, la media para esta variable fue de 65.64; en DUC fue la F_2 Shady Lady x Sunny con 98 días, y el de menor días fué el 3 Celebrity con 88.5 respectivamente; para esta variable la media fue de 93.38; para la variable DEC, el genotipo con mayor días en fructificación fue la F_2 Shady Lady x Celebrity con 33 días, y los de menor valor fueron la F_3 Bonita x Sunny, y el progenitor Sunny, con 22 días.

En el Cuadro 4.7 se presentan los cuadrados medios para las variables de rendimiento, donde se observa diferencia no significativa en la fuente de variación (FV) repetición para cada una de las variables evaluadas.

Cuadro 4.7 Análisis de varianza (cuadrados medios) para variables de rendimiento de 19 genotipos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en Navidad N. L. 2003.

FV	GL	NC	NF	PPF	RDTO
REP	3	1.29	191.10	1077.25	39.68
GEN	18	1.98	81.45	500.97	59.66
ERROR	54	1.74	93.49	774.08	56.29
C V		17.01	27.53	18.21	26.46
MEDIA		7.76	35.12	152.82	28.35
MAX		9.25	41	169	33.90
MIN		6.75	26	127	21.00

** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, NC (Número de Cortes), NF (Número de Frutos), PPF (Peso Promedio de Frutos) RDTO (Rendimiento Proyectado a Toneladas por Hectárea), GL (Grados de Libertad), FV (Fuente de Variación), REP (Repeticiones), GEN (Genotipos), CV (Coeficiente de Variación), MAX (Valor Máximo), MIN (Valor Mínimo)

En la FV genotipos se encontró diferencia no significativa en todas las variables, indicando que estos materiales se comportaron de forma similar, desde al punto de vista estadístico.

En la variable NC los de mayor valor fueron los genotipos F₂ Shady Lady x Celebrity y la F₁ Shady Lady x Sunny con 9.25, el de menor número de cortes fué la F₃ Shady Lady x Sunny y la RC₁ (Shady Lady x Sunny) x Shady Lady con 6.75; la media para esta variable fue de 7.76 cortes, en la variable NF el mejor fue la F₁ Shady Lady x Sunny con 41, el de menor valor fué la progenie F₃ Shady Lady x Sunny con 26 frutos, la media fue de 35.12, en la variable PPF el mejor fue la F₂ (Shady Lady x Sunny) con un valor de 169 g, y el de menor peso fué la RC₂ (Shady Lady x Sunny) x Sunny con un valor de 127 g respectivamente, la media fue de 152.82 g; en RDTO fueron los genotipos F₂ Shady Lady x Celebrity y F₂ Shady Lady x Sunny los que obtuvieron mayor rendimiento con 33.90 y 33.57 t ha⁻¹ respectivamente, el de menor

rendimiento fue el genotipo F₃ (Shady Lady x Sunny) con 21.00 t ha⁻¹ respectivamente; la media fué de 28.35 t ha⁻¹.

En el Cuadro 4.8 se presentan los cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables tamaño de fruto, donde se observa diferencia no significativa en la FV repetición para todas las variables, en la FV Genotipos se encontró diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$), en Frutos Extra Grandes (FEXG) indicando la gran diferencia que presentaron cada uno de los genotipos en esta clasificación de frutos, en las demás variables no se observan diferencias estadísticas indicando que fueron similares. El genotipo que presentó el mayor número de frutos extra grandes fué F₁ (Shady Lady x Sunny) con 10.5 frutos, y el de menor valor la F₃ (Shady Lady x Celebrity) con 1.25 frutos.

Cuadro 4.8. Análisis de varianza (cuadrados medios) para las variables tamaño de frutos de 19 genotipos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en Navidad, N. L. 2003.

FV	GL	FCH	FM	FG	FEXG
REP	3	8.26	21.00	14.21	10.79
GEN	18	19.65	11.45	27.49	17.81 **
ERROR	54	20.16	14.07	26.12	7.43
C V (%)		49.67	35.59	42.78	75.90
MEDIA		9.04	10.54	11.95	3.59
MAX		12.75	14	16.5	10.5
MIN		5.5	8	6.75	1.25

** Nivel de probabilidad de 0.01, *Nivel de probabilidad de 0.05, FCH (Frutos Chicos), FM (Frutos medianos), FG (Frutos Grandes), FEXG (Frutos Extra Grandes), GL (Grados de Libertad), FV (Fuente de Variación), REP (Repeticiones), GEN (Genotipos), CV (Coeficiente de Variación), MAX (Valor Máximo), MIN (Valor Mínimo)

En el Cuadro 4.9 se presentan los cuadrados medios de los análisis de varianza para las variables calidad de fruto, en la FV genotipos se observa diferencias

significativa ($p \leq 0.05$) en la variable °Brix y diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) en la variable VITC, indicando con esto que existieron genotipos superiores a otros, los coeficientes de variación oscilaron en un rango de 2.77a 20.5 por ciento.

Cuadro 4.9. Análisis de varianza (cuadrados medios) para las variables calidad de fruto de 19 genotipos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en Navidad N. L. 2003.

FV	GL	pH	° Brix	VitC
REP	3	0.01	0.06	7.69
GEN	18	0.01	0.21 *	32.47**
ERROR	54	0.02	0.10	13.94
C V (%)		2.77	8.24	20.5
MEDIA		4.51	3.82	18.21
MAX		4.65	4.17	22.4
MIN		4.37	3.4	12.0

** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05. pH (Potencial de Iones Hidrógeno), °Brix (Grados Brix), VITC (Por ciento Vitamina C), GL (Grados de Libertad), FV (Fuente de Variación), REP (Repeticiones), GEN (Genotipos), CV (Coeficiente de Variación), MAX (Valor Máximo), MIN (Valor Mínimo).

El de menor promedio en la variable pH lo obtuvo el genotipo Sunny, con un valor de 4.37 y el valor mas alto fue para la F₃ Shady Lady x Sunny con un valor de 4.65, la media para esta variable fue de 4.51. En la variable °Brix el mayor valor fue para la F₃ Shady Lady x Celebrity, con un valor de 4.17 y el menor valor fue para la RC₂ (Shady Lady x Sunny) x Sunny con un valor de 3.4, la media para esta variable fue de 3.82, en la variable VITC el mayor promedio fue para el genotipo Bonita, con un valor promedio de 22.4 mg 100⁻¹ g y el de menor valor fue para la F₃ Shady Lady x Sunny con un valor de 12 mg 100⁻¹ g; la media en esta variable fue de 18.21 mg 100⁻¹ g

En el Cuadro 4.10 se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza de las variables fisiológicas, donde se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en FV

REP en la mayoría de las variables. En FV genotipos (GEN) se encontró diferencia no significativa para la mayoría de las variables, indicando que los materiales se comportaron de forma similar en estas características, en la variable transpiración (TRANS) se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en la fuente de variación genotipos, indicando que la transpiración fue diferente entre los genotipos. Hatfield y Burke (1991) mencionan que los factores climáticos influyen directamente en la transpiración, en esta localidad la temperatura del aire osciló entre 28.56° C y 30.17° C y la temperatura de la hoja fue de 30.09° C a 34.58° C. Cuadro A.6..

Cuadro 4.10. Análisis de varianza (cuadrados medios) para las variables fisiológicas de 19 genotipos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en Navidad N. L. 2003.

FV	GL	FOTO	CEST	TRANS	UEA
REP	3	1.182*	0.318*	337.61**	0.008
GEN	18	0.434	0.076	70.94*	0.004
ERROR	54	0.255	0.060	40.41	0.004
C V (%)		11.48	8.96	19.01	2.03
MEDIA		4.39	2.74	33.43	3.27
MAX		18.25	4.20	39.70	1.40
MIN		5.14	1.45	24.60	0.33

** ($p \leq 0.01$), * ($p \leq 0.05$) FOTO (Fotosíntesis), CEST (Conductancia Estomacal), TRANS (Transpiración) UEA (Uso Eficiente del Agua), GL (Grados de Libertad), FV (Fuente de Variación), REP (Repeticiones), GEN (Genotipos), CV (Coeficiente de Variación), MAX (Valor Máximo), MIN (Valor Mínimo).

Análisis Combinado Sobre Localidades

En el Cuadro 4.11 se observan los cuadrados medios de los análisis de varianza combinado, donde se encontró diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$), para todas las variables bajo estudio en la FV localidad, lo cual indica que las localidades donde se estableció el experimento, son diferentes en sus condiciones edáficas y climáticas,

debido principalmente a su ubicación geográfica y altura sobre el nivel del mar, así como tipo de suelo y calidad de agua de riego; en la FV genotipos se encontró diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$), en la variable días a primer corte (DPC), indicando con esto la gran diferencia que existió en la precocidad de los genotipos evaluados, los materiales evaluados fueron mas precoces en la localidad de Navidad, esto se puede atribuir a que estos al día del transplante contaban con 80 días de haber emergido. En las demás FV no se encontraron diferencias estadísticas, los coeficientes de variación oscilaron de 3.56 a 14.17 por ciento.

Cuadro 4.11. Análisis de varianza combinado (cuadrados medios) para variables fenológicas de 19 genotipos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. y Navidad, N. L. 2003.

F V	GL	DPC	DUC	DEC
LOC	1	1664.53 **	13228.44 **	5520.10 **
REP(LOC)	6	11.55	25.93	10.44
GENOTIPOS	18	48.21 **	18.56	35.85
LOC*GEN	18	17.94	13.46	21.67
ERROR	109	13.81	13.38	22.88
C V (%)		5.39	3.56	14.17

** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, DPC (Días Primer Corte), DUC (Días a Último Corte), DEC (Días En Cosecha), GL (Grados de Libertad), FV (Fuente de Variación), LOC (Localidades), REP(LOC) (Repeticiones Dentro de Localidades), LOC*GEN (Localidades por Genotipos), CV (Coeficiente de Variación),

En el Cuadro 4.12 se observan los cuadrados medios de los análisis de varianza combinado, para las variables de rendimiento, donde se encontró diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$), en la FV localidad para todas las variables bajo estudio, lo cual indica que las localidades donde se estableció el experimento, son diferentes en sus condiciones edáficas y climáticas, debido principalmente a su ubicación geográfica.

Cuadro 4.12. Análisis de varianza combinado (cuadrados medios) para las variables de rendimiento de 19 genotipos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. y Navidad, N. L. 2003.

F V	G L	NC	NF	PPF	RDTO
LOC	1	1862.00 **	35655.16 **	6939**	119996.56 **
REP(LOC)	6	1.42	327.42	622.70	493.38
GENOTIPOS	18	4.68*	448.53 **	500.35	666.85
LOC*GEN	18	3.29	343.98 *	372.52	739.24
ERROR	109	2.59	170.86	572.68	301.90
C V		14.28	25.92	16.38	30.78

** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, NC (Número de Cortes), NF (Número de Frutos), PPF (Peso Promedio de Frutos) RDTO (Rendimiento Proyectado a Toneladas por Hectárea), GL (Grados de Libertad), FV (Fuente de Variación), LOC (Localidades), REP(LOC) (Repeticiones dentro de Localidades), LOC* GEN (Localidades por Genotipos), CV (Coeficiente de Variación)

Para la FV genotipos se observa diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) en las variable número de frutos (NF) y diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en número de cortes (NC) por lo cual se infiere que existe una gran variabilidad entre los genotipos evaluados, y que esto se debe en gran medida a la diferente base genética de los progenitores; al respecto Hallauer (1988), menciona que la manifestación de la heterosis depende de la diversidad genética de las variedades progenitores. Mientras que Gardner (1982), dice que los efectos de heterosis sirven como indicadores de la diversidad genética y proporciona las bases para la formación de las fuentes germoplásmicas. Y esto es de gran interés, ya que la variabilidad detectada en los materiales evaluados nos permite hacer una eficiente selección; para esta misma fuente de variación tenemos diferencias no significativas para PPF y RDTO, la luz incidente varió en cada localidad teniendo valores que van de 1648 a 2377.5 en Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos (DFFF $\mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) en la localidad de Buenavista y de 590.99 a 1118.04 DFFF $\mu \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ en Navidad, N. L. Cuadro A.6..

En NC, NF y RDTO en promedio en las dos localidades los mayores valores en todas las variables fue para la RC₂ (Shady Lady x Sunny) x Sunny con 12.62 cortes, 71.37 frutos y 80.67 t ha⁻¹ respectivamente; y el de menor valor en estas mismas variables fué la RC₁ (Shady Lady x Sunny) x Shady Lady con 9.8 cortes, 38.5 frutos y 42.49 t ha⁻¹ respectivamente; en PPF el mayor valor fue para la RC₁ (Shady x Celebrity) x Shady Lady con 160 g, y la de menor peso F₂ (Bonita x Sunny) con un promedio de 131gramos.

En la fuente de variación genotipos por localidad se encontró diferencia no significativa para la mayoría de las variables, esto indica que los materiales sometidos a diferentes ambientes en éste estudio tienen un comportamiento similar, lo cual es una característica muy importante, como indicador de la adaptabilidad cuando es acompañado de un alto rendimiento. Solo la variable número de frutos presentó diferencia significativa ($p \leq 0.05$), indicando que los genotipos no responden de forma similar en las localidades, estos materiales presentaron mayor NF en la localidad de Buenavista. La no significancia en la interacción localidades x genotipo (LOC*GEN) en RDTO, indica que la selección para rendimiento en cualquiera de las dos localidades es efectiva (Mert *et al.*, 2004).

En el Cuadro 4.13 se observan los cuadrados medios de los análisis de varianza combinado, en las variables tamaños de frutos, donde se encontró diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$), en FV localidades, indicando que en cada localidad es diferente, repercutiendo en el tamaño de los frutos.

Así mismo se observó diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$), en la FV LOC y GENOTIPOS, indicando que los materiales genéticos se comportaron diferentes, respecto al tamaño de frutos que produjeron excepto en FG. En FV Localidades x genotipos (LOC*GEN) se encontró diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$), en variable Frutos extra grandes (FEXG), lo que indica que los genotipos no responden de forma similar con respecto a las localidades.

Cuadro 4.13. Análisis de varianza combinado (cuadrados medios) para las variables tamaño de fruto de 19 genotipos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. y Navidad, N. L. 2003.

F V	G L	FCH	FM	FG	FEXG
LOC	1	9760.03**	3168.66 **	843.18 **	22.13
REP(LOC)	6	46.40	14.84	90.73	18.05
GENOTIPOS	18	91.17 **	66.06 **	34.49	20.11 **
LOC*GEN	18	48.78	39.39	49.70	21.24 **
ERROR	109	32.06	27.10	45.27	9.16
C V		33.20	34.46	47.04	76.16

** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05. FCH (Frutos Chicos), FM (Frutos Medianos), FG (Frutos Grandes), FEXG (Frutos Extra Grandes), GL (Grados de Libertad), FV (Fuente de Variación), LOC (Localidades), REP(LOC) (Repeticiones Dentro de Localidades), LOC*GEN (Localidades por Genotipos), CV (Coeficiente de Variación)

En el Cuadro 4.14 se observan los cuadrados medios de los análisis de varianza combinado, para las variables calidad de fruto, donde se encontró diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$), en FV localidades, y genotipos, en las variables ° Brix y vitamina C; en las demás variables no se observó diferencia.

Cuadro 4.14. Análisis de varianza combinado (cuadrados medios) para las variables de calidad de fruto de 19 genotipos de tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. y Navidad, N. L. 2003.

F V	GL	pH	°Brix	VITC
LOC	1	0.26	1.95**	297.92 **
REP(LOC)	6	0.12	0.32	14.92
GENOTIPOS	18	0.07	0.30*	27.47 **
LOC*GEN	18	0.13	0.18	15.66
ERROR	109	0.09	0.16	11.87
C V		6.57	10.23	20.50

** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, pH (Potencial de Iones de hidrógeno), °Brix (Grados Brix), VITC (Por ciento Vitamina C), GL (Grados de Libertad), FV (Fuente de Variación), LOC (Localidades), REP(LOC) (Repeticiones Dentro de Localidades), LOC* GEN (Localidades por Genotipos), CV (Coeficiente de Variación)

En VITC el mayor promedio en las dos localidades fué para el genotipo Bonita con $20 \text{ mg } 100^{-1}$ y el que presento menor valor fué la F₃ (Shady Lady x Sunny) con $14.07 \text{ mg } 100^{-1}$; y la localidad con mejor promedio fue Navidad con un valores $18.20 \text{ mg } 100^{-1}$, mientras que la localidad de Buenavista presentó un valor de $15.4 \text{ mg } 100^{-1}$; esto se pudo deber a las condiciones climáticas y principalmente a las características del agua de riego ya que en Navidad la CE del agua fué de $1.8 \text{ dS } \text{m}^{-1}$, mientras que en Buenavista la CE fue de $0.80 \text{ dS } \text{m}^{-1}$, De Pascale (2003) menciona que la CE del agua de riego influye en el contenido de acido ascórbico, siendo mayor donde es mas alta la conductividad eléctrica.

En el Cuadro 4.15 se observan el análisis combinado de las variables fisiológicas donde se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.01$ y $p \leq 0.05$) en FV localidades en las variables TRANS y UEA, indicando que las localidades fueron diferentes, debido principalmente a las condiciones climáticas en cada localidad, temperatura y probablemente velocidad del viento, principalmente.

Cuadro 4.15. Análisis de varianza combinado (cuadrados medios) para las variables de fisiológicas de 19 genotipos de Tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. en Buenavista, Saltillo, Coah. y Navidad, N. L. 2003.

FV	GL	FOTO	CEST	TRANS	UEA
LOC	1	0.74	0.02	6702.68**	0.064 *
REP(LOC)	6	0.69*	0.12*	231.19**	0.0043
GENOTIPOS	18	0.33	0.07	122.22**	0.0025
LOC*GEN	18	0.32	0.10 *	75.15	0.0027
ERROR	109	0.26	0.05	47.95	0.0028
C V (%)		11.67	8.26	17.28	1.64

** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, FOTO (Fotosíntesis), CEST (Conductancia Estomatal), TRANS (Transpiración) UEA (Uso Eficiente del Agua), GL (Grados de Libertad), FV (Fuente de Variación), LOC (Localidades), REP(LOC) (Repeticiones Dentro de Localidades), LOC* GEN (Localidades por Genotipos), CV (Coeficiente de Variación)

En la FV Rep(Loc) se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$) en FOTO, CEST y TRANS, indicando que las repeticiones se comportaron diferentes dentro de las localidades. En la FV Genotipos se encontró diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) únicamente en la variable TRANS, indicando que los genotipos tienen diferente capacidad de transpiración; el genotipo que más transpiró fue el genotipo F₃ (Shady Lady x Sunny) con un valor promedio de $49.7 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ y el de menor valor fue la RC₁ (Bonita x Sunny) x Sunny con $33.9 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. En la FV LOC*GEN se observó diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en CEST, indicando que los genotipos no responden de forma similar en las localidades, lo que se atribuye que las condiciones climáticas en cada localidad son muy diferentes por lo que el cultivo responde a las condiciones climáticas que se presentan durante su desarrollo.

Estimación de los efectos genéticos

Para reducir el número de variables su uso la técnica estadística de Análisis de Componentes Principales (ACP), reduciendo las variables a un menor número perdiendo la menor cantidad de información posible. Las variables seleccionadas del ACP que proporcionaron la mayor variabilidad fueron: DPC, PPF, RDTO, VITC, FOTO, TRANS y UEA, estas variables fueron utilizadas para estimar los efectos genéticos.

Estimaciones de los efectos genéticos para la localidad de Buenavista, Saltillo, Coah.

En el Cuadro 4.16 se observan la partición de los efectos genéticos, errores estándar y heterosis para la cruce Bonita x Sunny, donde el modelo aditivo-dominante no fue suficiente para explicar la variación genética presente, por lo tanto el modelo de seis parámetros fue usado para determinar el tipo y magnitud de la acción génica presentes en estas características; se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$) para el valor de la Media “m” para la mayoría las variables, excepto para la variable fotosíntesis (FOTO), transpiración (TRANS) y uso eficiente del agua (UEA) las diferencias significativas indican que existe variabilidad genética entre los progenitores.

En la variable días a primer corte (DPC), se encontró diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) en los efectos aditivos (a) e interacción aditivo x dominante (ad) y se encontró una heterosis negativa de -3.73, indicación de mayor precocidad y con base en la magnitud del efecto (ad) se sugiere que los efectos epistáticos, fueron más

importantes que los efectos aditivos; en la variable PPF todos los efectos fueron no significativos excepto en el efecto dominante (d) y aditivo x aditivo (aa), indicando que los efectos de dominancia fueron mas importantes que los epistáticos, coincidiendo con lo reportado por Barooah y Talukdar (2001) en tomate, la heterosis en esta variable fue -1.28.

En la variable de rendimiento (RDTO) los efectos dominante (d) y aditivo x aditivo (aa) fueron significativos ($p \leq 0.01$) la misma tendencia presentaron la variables TRANS y UEA indicando que por su mayor valor, los efectos de dominancia y aa fueron mas importantes, en FOTO los efectos aditivos y no aditivos fueron de igual importancia, en estas mismas variables presentan un valor de heterosis 8.99, 89.84, 9.94 y 65.40, lo que indican que la heterosis influye en la expresión del carácter (Rodríguez *et al.*, 2000).

La magnitud de los efectos de dominancia y epistáticos en PPF, RDTO, FOTO, TRANS, se sugiere que la selección de genotipos para dichas características deberá hacerse en generaciones avanzadas, cuando disminuyan los mencionados efectos, caso contrario en la variable DPC, donde la selección en generaciones tempranas permitirá incrementar la ganancia por selección.

En FOTO los efectos aditivos y no aditivos fueron de igual importancia por lo que se sugiere un método de selección recíproca recurrente para esta variable (Zaffar y Aslam, 2003).

En VITC únicamente se encontró diferencia ($p \leq 0.05$) en el efecto aditivo x aditivo (aa) la interacción genética presente confirma la importancia de los efectos epistáticos, mismos resultados reportan Grewal, (1988); Rodríguez *et al.*, (2000) para la resistencia a la pudrición en grano de sorgo; en esta variable el valor de heterosis fue de -9.98 cabe aclarar que estos progenitores fueron seleccionados por su alta Aptitud Combinatoria General (ACG) en base a las características de rendimiento.

Los signos contrarios en los efectos aa y ad en PPF, RDTO, VITC, FOTO, TRANS y UEA sugieren un tipo de epistasis duplicada, lo cual podría limitar el rango de variabilidad y disminuir el progreso mediante selección, sugiriendo explotar la heterosis presente cuando esta sea positiva (Zaffar y Aslam, 2003).

En el Cuadro 4.17 se observa la partición de los efectos genéticos, errores estándar y heterosis para la cruza Shady Lady x Sunny, donde se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$) para el valor de la Media “m” para casi todas las variables, excepto para RDTO, esto nos indica que las diferencias significativas están dadas por la variabilidad genética mostrada en los progenitores; los efectos aditivos y de dominancia presentaron diferencias no significativas excepto en RDTO, FOTO y TRANS, donde se encontró efectos de epistasis, por lo que el modelo de seis parámetros se utilizó para explicar la variación génica presente, encontrándose diferencias significativas ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$); en el efecto dominante (d) y aditivo x aditivo (aa) en RDTO y TRANS con un valor de heterosis de 17.62 por ciento y de -2.48 en TRANS;

coincidiendo con Rodríguez *et al.*, (2000) quienes reportan estas mismas diferencias para la resistencia a la pudrición en grano de sorgo; indicando que ambos efectos, de dominancia y epistáticos, son importantes para la expresión de estas características, lo que sugiere que la selección de genotipos deberán hacerse en generaciones avanzadas cuando dichos efectos disminuyan. En FOTO se encontró significancia ($p \leq 0.05$) en los efectos aditivo (a), indicando que el efecto aditivo (a) fue mas importante para la expresión del carácter, mientras que Foolan y Lin (2001) reportan que para tolerancia de frío en tomate los efectos epistáticos fueron mas importantes. El valor de heterosis fue de 74.69 indicando que la F_1 fue superior a la media de sus progenitores. Los progenitores en esta crusa fueron de alta y baja ACG en base a las mismas características de la crusa Bonita x Sunny.

Al igual que la crusa anterior la progenie mostró mayor precocidad, RDTO, FOTO, UEA combinados con menor PPF y VITC, sobresaliendo la crusa Bonita x Sunny; sin embargo Shady Lady x Sunny, produce progenie con menor transpiración que al parecer se ve reflejado en mayor UEA, característica de interés dentro de un programa de mejoramiento, ya que un cultivar con mayor uso eficiente de agua manifiesta la efectividad de los estomas en maximizar la fotosíntesis reduciendo la pérdida de agua por transpiración (Ball y Berry, 1987).

En el Cuadro 4.18 se observan la partición de los efectos genéticos, errores estándar y heterosis para la crusa Shady Lady x Celebrity, donde se encontró diferencia significativa al ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$) para el efecto de la Media “m” de los progenitores

para casi todas las variables, excepto en RDTO, FOTO y UEA, esto nos indica que las diferencias significativas están dadas por la variabilidad genética mostrada en los progenitores; los efectos aditivos y de dominancia presentaron diferencias no significativas. En PPF, RDTO, VITC, FOTO y UEA, el modelo aditivo-dominante no fue suficiente para explicar la variación genética presente, por lo tanto se utilizó el modelo de seis parámetros para determinar el tipo de acción génica involucrado en estas variables en PPF y RDTO, los efectos aditivo (a), dominante (d) y aditivo x aditivo fueron significativos al ($p \leq 0.01$ y $p \leq 0.05$), indicando que ambos efectos son importantes en estas características; al respecto Kanthaswany *et al.*, 1995 y Borooah y Tulukdar, 2001, reportan las mismas diferencias para rendimiento en tomate; la heterosis fue de -13.57 y -20.87; para las características antes mencionadas se sugiere un método de selección recíproca recurrente (Zaffar y Aslam, 2003), en VITC los efectos aditivos (a) fueron significativos ($p \leq 0.05$), indicando que los efectos de genes aditivos controlan esta característica, Kanthaswany *et al.*, (1995), reportan que el contenido de ácido ascórbico está controlado por efectos de genes aditivos, mismos encontrados en el presente estudio, el valor de heterosis fue de -9.41. En las variables FOTO y UEA los efectos significativos ($p \leq 0.01$) fueron dominante (d), aditivo x aditivo (aa) lo que indica que los efectos de dominancia y aa fueron de igual magnitud, mientras que Tanksley, 1993 y Foolad *et al.*, 1998 reportan que los efectos epistáticos fueron más importantes para tolerancia a bajas temperaturas en plantas de tomate, el valor de heterosis fue de 42.33 y 53.16 por ciento, en estas variables se sugiere que la selección de genotipos para dichas características deberán hacerse en generaciones avanzadas, cuando estos efectos se vean disminuidos (Mert *et al.*, 2004).

Los signos contrarios en los efectos aa y ad en PPF, RDTO, FOTO, UEA, sugieren un tipo de epistasis duplicada, lo cual podría limitar el rango de variabilidad y disminuir el progreso mediante selección, sugiriendo explotar la heterosis presente, cuando estos valores sean positivos (Zaffar y Aslam, 2003).

Los progenitores en esta cruce presentan bajo valor de ACG, Ramos (2000), confirmado en este trabajo por la menor heterosis encontrada en RDTO, PPF, VITC y DPC, así como el mayor valor en TRANS.

Estimaciones de los efectos genéticos en la localidad de Navidad, N. L.

En el Cuadro 4.19 se observa la partición de los efectos genéticos, errores estándar y heterosis para la cruce Bonita x Sunny, donde se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$) para el efecto de la Media “m” de los progenitores en todas las variables, esto nos indica que las diferencias significativas están dadas por la variabilidad genética mostrada en los progenitores; los efectos aditivos y de dominancia presentaron diferencias no significativas excepto en las variables PPF, VITC y FOTO, en estas variables se utilizó el modelo de seis parámetros para determinar el tipo de acción génica presente, en PPF se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.01$) en los efectos aditivos (a) de dominancia (d), aditivo x aditivo (aa), y aditivo x dominante, donde se puede sugerir que los efectos epistáticos influyen directamente en esta característica; Paterson *et al.*, (1991) reportan resultados similares en la característica de

°Brix en tomate; el valor de heterosis fue de -8.17 por ciento indicando que la F_1 presentó menor peso con respecto a sus progenitores, pudiéndose atribuir a los efectos epistáticos encontrados. En VITC se encontró diferencia ($p \leq 0.05$) en los efectos aditivos (a) de dominancia (d) y aditivo x aditivo (aa) indicando que ambos efectos fueron importantes en esta característica; Tanksley, (1993) y Foolad *et al.*, (1998), reportan resultados similares a los obtenidos en el presente estudio; el valor de heterosis fue de -3.65 por ciento, indicando que la F_1 fue inferior a la media de los progenitores; en las variables antes mencionadas donde los efectos aditivos y no aditivos fueron de igual importancia, se sugiere utilizar un método de selección recíproca recurrente para estas variables (Zaffar y Aslam, 2003). En FOTO se encontró diferencia ($p \leq 0.05$) en los efectos aditivo x dominante y dominante x dominante, indicando que los efectos epistáticos fueron más importantes en la expresión de esta característica; el valor de heterosis fue de 4.70 por ciento, la magnitud de los efectos de genes no aditivos en esta variable sugiere realizar la selección en generaciones avanzadas (Mert *et al.*, 2004). Ambos progenitores seleccionaron por sus valores altos de ACG, Ramos (2000) en base a las características de rendimiento.

En el Cuadro 4.20 se presenta la partición de los efectos genéticos, errores estándar y Heterosis para la cruce Shady Lady x Sunny, donde se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$) para el efecto de la Media “m” de los progenitores para todas variables, lo que nos indica que las diferencias significativas están dadas por la variabilidad genética mostrada en los progenitores, los efectos aditivos y de dominancia presentaron diferencias no significativas excepto en PPF, RDTO , VITC,

FOTO, UEA, donde el modelo aditivo-dominante no fue suficiente para explicar la variación genética, por lo que el modelo de seis parámetros fue utilizado, encontrándose diferencia significativa ($p \leq 0.01$ y $p \leq 0.05$) en los efectos aditivo x dominante (ad) y dominante x dominante (dd) en PPF, con una heterosis negativa de -12.42 por ciento indicando que los efectos epistáticos influyeron directamente en la expresión de esta característica, en RDTO, VITC el efecto dominante x dominante (dd) fué altamente significativo ($p \leq 0.01$) indicando que este efecto fué más importante en la expresión de esta característica, positiva y negativamente, ya que los valores de heterosis fueron de 2 y -18.42 por ciento respectivamente; en FOTO se encontró significancia ($p \leq 0.01$) en el efecto dominante (d) y dominante x dominante (dd) indicando que el efecto epistático fué mas importante en la expresión de este carácter, con una heterosis de 95.52 por ciento; de acuerdo a la magnitud de los efectos de dominancia y epistáticos en las variables antes mencionadas se sugiere realizar la selección de genotipos en generaciones avanzadas cuando dichos efectos se vean disminuidos (Mert *et al.*, 2004). En UEA se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.01$ y $p \leq 0.05$) en los efectos aditivo (a) y dominante x dominante (dd) respectivamente, indicando que los efectos epistáticos fueron mas importantes; Soriano, (2000) menciona que los efectos epistáticos contribuyen al aumento de la expresión cuando son positivos y significativos mientras que Grier y Davis (1980), concluyen que los efectos aditivos fueron más importantes que los de dominancia para resistencia a *O. nubilalis* en maíz; el valor de heterosis fue de 104.81 por ciento, ambos efectos aditivos y no aditivos fueron de igual magnitud en UEA por lo que se sugiere utilizar un método de selección recíproca recurrente en esta variable (Zaffar y Aslam, 2003).

Los signos contrarios en los efectos aa y ad en PPF, RDTO, VITC, FOTO, UEA sugieren un tipo de epistasis duplicada, lo cual podría limitar el rango de variabilidad y disminuir el progreso mediante selección, sugiriendo explotar la heterosis presente cuando sus valores sean positivos (Zaffar y Aslam, 2003). Al igual que en la cruce anterior, la progenie mostró mayor precocidad, RDTO, FOTO y UEA, combinadas con menor PPF, VITC, TRAN, sobresaliendo la cruce Bonita x Sunny, ya que la progenie presentó menor transpiración y mayor uso eficiente del agua, siendo este un carácter importante en un programa de mejoramiento, ya que un cultivar con mayor uso eficiente de agua manifiesta la efectividad de los estomas en maximizar la fotosíntesis reduciendo la pérdida de agua por transpiración (Ball y Berry, 1987).

La partición de los efectos genéticos, errores estándar y heterosis para la cruce Shady Lady x Celebrity, se presenta en el (Cuadro 4.21), donde se encontró diferencia ($p \leq 0.01$) para el efecto de la Media “m” de los progenitores en todas las variables, lo que nos indica que las diferencias significativas están dadas por la variabilidad genética mostrada en los progenitores; los efectos aditivos y de dominancia presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.01$), en la mayoría de las variables, en DPC existió evidencia de epistasis, y se procedió al análisis con seis parámetros; se encontraron diferencia ($p \leq 0.05$) en los efectos de dominancia (d) y aditivo x aditivo (aa) indicando que ambos efectos fueron importantes en la expresión de este carácter, Kanthawany *et al.*, 1995 así como Borooh y Tulukdar (2001) reportan efectos de epistasis en estas

variables, la heterosis fue de 6.66 por ciento, en DPC se sugiere realizar la selección en generaciones tempranas ya que permitirá incrementar la ganancia por selección (Mert *et al.*, 2004). En las demás variable se encontró valores negativos de heterosis en PPF, RDTO, VITC, y valores positivos en FOTO, TRANS y UEA; Los progenitores se caracterizaron por presentar valores bajos de ACG, Ramos (2000), confirmando lo anterior por la menor heterosis encontrada en PPF, RDTO, VITC, y mayor valor en FOTO, TRANS y UEA.

Estimación de los efectos genéticos combinado sobre ambas localidades

En el Cuadro 4.22 se presentan los análisis genéticos correspondientes a la cruce Bonita x Sunny, se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.01$) para el efecto de la Media “m” de los progenitores para la mayoría de las variables, excepto para la variable RDTO lo que nos indica que las diferencias significativas están dadas por la variabilidad genética mostrada en los progenitores, en las variables PPF, RDTO, VITC, TRANS, donde la evidencia de epistasia fué detectada, el modelo de seis parámetros fué utilizado, encontrándose diferencia significativa ($p \leq 0.01$ y $p \leq 0.05$) en los efectos de dominancia (d) y aditivo x aditivo (aa) en PPF y RDTO indicando que efectos de dominancia influyen mas en la expresión de estas características, resultados similares reportan Borooh y Tuluxdar, (2001), los valores de heterosis fueron de -4.95 indicando que la progenie fue inferior al promedio de los progenitores en esta variable y 7.48 indicando que la heterosis influye en la expresión del rendimiento y esto soporta que los efectos de dominancia y aa son más importantes en la expresión del carácter, coincidiendo con

Li *et al.*, (1997) que mencionan que la significancia en la interacción epistática (aa) produjo heterosis en características cuantitativas en arroz. En VITC los efectos significativos ($p \leq 0.01$ y $p \leq 0.05$) fueron dominante (d) y aditivo x aditivo (aa) indicando que ambos efectos fueron importantes en la expresión del carácter, con una heterosis de -6.55 lo que indica que no superaron a la media de sus progenitores, en esta variable se sugiere un método de selección recíproca recurrente (Zaffar y Aslam, 2003). En TRANS el efecto de la interacción aditivo x dominante (ad) fue significativo ($p \leq 0.05$) mientras que en FOTO y UEA fueron los efectos de dominancia; por lo que este efecto contribuye a la expresión de estas características, Soriano (2000), menciona que los efectos epistáticos contribuyen al aumento de la expresión cuando son positivos y significativos, en TRANS el valor de heterosis fue de -1.21, indicando que la progenie transpira en menor proporción que la media de sus progenitores, y que al parecer esto se ve reflejado en un mayor uso eficiente de agua (UEA), característica de interés dentro de un programa de mejoramiento genético de esta especie, debido principalmente a que el agua es un recurso escaso en nuestra región y un cultivar con mayor uso eficiente de agua manifiesta la efectividad de los estomas en maximizar la fotosíntesis reduciendo la pérdida de agua por transpiración (Ball y Berry, 1987).

En las variables PPF, RDT0, VITC, FOTO y UEA donde la magnitud de los efectos de dominancia y epistáticos fueron mayores, se sugiere que la selección de genotipos para dichas características deberán hacerse en generaciones avanzadas, cuando disminuyan los mencionados efectos (Mert, *et al.*, 2004).

Los signos contrarios observados en aa y ad en PPF, RDTO, VITC y TRANS sugiere un tipo de epistasis duplicada lo que podría limitar el rango de variabilidad y disminuir el progreso mediante selección, sugiriendo explotar la heterosis presente, cuando esta es positiva (Zaffar y Aslam, 2003).

En la cruce Shady Lady x Sunny, los efectos genéticos, errores estándar y heterosis se presentan en el (Cuadro 4.23) donde se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.01$) para el efecto de la Media “m” de los progenitores para casi todas las variables, lo que nos indica que hay diferencias en los progenitores; los efectos aditivos y de dominancia presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) en la mayoría de las variables, excepto VITC, por lo que se puede sugerir que tanto los efectos aditivos (a) y de dominancia (d), se manifestaron en la mayoría de las variables bajo el modelo de tres parámetros. Se encontró evidencia de epistasis en las variables PPF, RDTO, TRANS y UEA, encontrándose diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en los efectos de aditivo x dominancia (ad), dominante x dominante (dd) en PPF, indicando que la interacción genética estuvo presente confirmando la importancia de los efectos de dominancia reportado por Grewal, (1988); en esta variable la heterosis presentó un valor negativo de -6.53. En RDTO el efecto significativo fue aditivo x dominante (ad), indicando que estos efectos influyen mas en la expresión de esta característica, resultados similares reportan Borooh y Tuluxdar, (2001); la F_1 presentó heterosis de 12.56, al respecto Li *et al.*, (1997) mencionan que los efectos epistáticos aa producen heterosis en arroz; mismos valores encontrados en el presente estudio. En TRANS el efecto dominante (d) fue

significativo por lo que contribuye mas a la expresión de este carácter con una heterosis de 0.40 por ciento y en el UEA fueron los efecto aditivos (a) y la interacción dominante x dominante (dd) los que presentaron diferencia significativa ($p \leq 0.05$) por lo que ambos efectos contribuyen a la expresión de esta característica, con heterosis de 91.45 por ciento, Soriano (2000), menciona que los efectos epistáticos contribuyen al aumento de la expresión del carácter.

La magnitud de los efectos epistáticos en PPF y RDTO, y de dominancia en FOTO y TRANS, sugiere que la selección de genotipos sería más efectiva en generaciones avanzadas, cuando dichos efectos disminuyan (Mert *et al.*, 2004).

En UEA los efectos aditivos y no aditivos fueron de igual importancia por lo que se sugiere utilizar un método de selección recíproca recurrente para esta característica (Zaffar y Aslam, 2003).

En el Cuadro 4.24 se presentan los efectos genéticos, errores estándar y heterosis de la cruce Shady Lady x Celebrity, donde se encontró diferencia significativa al ($p \leq 0.05$ y $p \leq 0.01$) para el efecto de la Media “m” de los progenitores para todas las variables, lo que nos indica que las diferencias significativas están dadas por la variabilidad genética mostrada en los progenitores, los efectos aditivos y de dominancia presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para el modelo de tres parámetros en la variable VITC, FOTO, TRANS y UEA, encontrándose ausencia de epistasis. En las variables DPC y RDTO la evidencia de epistasis fue detectada y analizada a seis

parámetros, donde se encontró diferencia significativa ($p \leq 0.05$) en los efectos dominante (d) y aditivo x aditivo en DPC, con un valor de heterosis de 3.11 siendo éste un valor no deseado cuando se busca mejorar la precocidad, siendo los efectos de dominancia (d) mas importantes que la interacción aditivo x aditivo (aa), mientras que en RDTO los efectos fueron aditivos (a) y dominante (d) indicando que efectos de dominancia fueron de mayor importancia en la expresión del carácter, presentando un valor negativo de heterosis -19.05 lo que indica que la F_1 fue menor que la media de los progenitores.

La magnitud de los efectos de dominancia en RDTO, FOTO, TRANS, sugiere que la selección de genotipos para dichas características deberán hacerse en generaciones avanzadas, cuando se vean disminuidos los mencionados efectos, caso contrario en la variable DPC donde la selección en generaciones tempranas sería mas efectiva ya que permite incrementar la ganancia por selección (Mert *et al.*, 2004).

En UEA los efectos aditivos y de dominancia fueron de igual importancia por lo que se sugiere utilizar un método de selección recíproca recurrente, (Zaffar y Aslam, 2003).

Los signos contrarios observados en aa y ad en DPC y RDTO sugiere un tipo de epistasia duplicada lo que podría limitar el rango de variabilidad y disminuir el progreso mediante selección, sugiriendo explotar la heterosis presente, cuando esta sea positiva (Zaffar y Aslam, 2003).

CONCLUSIONES

Considerando las variables bajo estudio, existió gran variabilidad entre los genotipos en evaluación.

En cada ambiente individual en la estimación de los efectos genéticos y heterosis en la variable fenológica, los efectos aditivos, de dominancia y epistáticos estuvieron presentes en las diferentes cruzas, con valores de heterosis negativos en su mayoría.

En las variables de rendimiento fueron los efectos de dominancia y aa los de mayor magnitud en todas las cruzas, con valores de heterosis negativos en PPF y positivos en su mayoría en RDTO.

En calidad de fruto los efectos de mayor magnitud en las diferentes cruzas fueron aditivos y no aditivos, con una heterosis negativa en todas las cruzas.

En las variables fisiológicas los efectos más importantes fueron aditivos y epistáticos en la mayoría de las cruzas, con valores de heterosis positivos.

En los análisis combinados fueron los efectos de dominancia y epistáticos los de mayor magnitud en casi todas variables en las diferentes cruzas.

Considerando los efectos de dominancia y epistáticos de mayor magnitud en el presente estudio se sugiere que la selección de genotipos en generaciones avanzadas es más apropiada.

LITERATURA CITADA

- Anuschka, H., L. Bengt, E. Tom and S. Geoffrey. 2005. Nitrogen form affects yield and taste of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85:(8)1405-1414 (10)
- Ball, J. T. and J. A. Berry. 1987. A model for predicting stomatal conductance and its contribution to the control of photosynthesis under different environmental conditions. pp. 221-224: In Biggins, editor. *Progress in Photosynthetic Research*.
- Barooah, D. and P. Talukdar, 2001. Generation mean analysis in tomato. *Annals of Agri. Bio. Research*. 6:(1) 57-61.
- Caemmerer, V. S., T. Lawson, K. Oxborough, N. R. Baker, T. J. Andrews and C. A. Raines. 2004. Stomatal conductance does not correlate with photosynthetic capacity in transgenic tobacco with reduced amounts of Rubisco. *Journal of Experimental Botany*. 55:(400)1157-1166.
- Cavalli, L. L. 1952. An analysis of linkage in quantitative inheritance. H. M. S. O. London. pp. 135-144.
- Chechetkin, A.V., V. I. Voronianski and G. G. Pokusy. 1984. *Prácticas de bioquímica del ganado y aves de corral*. Editorial Mir. Moscú. 55 p.
- Cheema, D. S., S., Singh, and C. Kumo. 1992. Variability in heat tolerant tomato germplasm adaptation of food crops to temperature and water stress. *Proceedings of an International Symposium, Taiwan*. August. 13-18; pp.316-320.
- Crossa J., C. O. Gardner. 1987. Introgression of an exotic germoplasm for improving an adapted maize population. *Crop Sci*. 27: 187-190.
- Dane, F., A. S. Hunter and O. L. Chamblis. 1991. Fruit set pollen fertility and combining ability of selected tomato genotypes under high temperature field condition. *J. Amer. Soc. Hort. Sci*. 116: (5) 905-910.
- De Pascale, S., A. Maggio, G. Angelino and G. Graziani. 2003. Effect of salt stress on water relations and antioxidant activity in tomato. *Acta Hort. (ISHS)* 613: 39-46.
- De Prado, J. L. R. 2002. *Tipos y especificaciones de calidad en el cultivo del tomate*. Vida Rural No. 148. Edit. Eumedia S. A. Madrid.

- Domínguez, E., J. Cuartero and R. Fernández. 2005. Breeding tomato for pollen tolerance to low temperatures by gametophytic selection. *Euphytica*. 142: (3)253-263 (11)
- Dharmatti, P. R., B. B. Madalageri, C. V. Kanamadi, M. I. Mannikery and G. Patil, 1997. Heterosis studies in summer tomato. *Advances in Agricultural Research in India*. 7:159-165.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Yearbook. 2002. New York, USA.
- Falconer, D. S. 1989. Introduction to quantitative genetics. 3rd. ed. Longman, Inc., New York.
- Fehr, W. R. 1991. Principles of cultivar development. Vol. I. Theory and technique. Macmillan Publishing Co., New York.
- Foolad, M. R., and G. Y. Lin. 1998. Genetic analysis of low temperature tolerance during germination and vegetative growth in tomato. *Plant Breed* 117: 171-176.
- Foolad M. R. and G. Y. Lin. 2001. Genetic analysis of cold tolerance during vegetative growth in tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. *Euphytica* 122: 105-111.
- Folquer, F. 1976. El tomate. estudio de la planta y su producción comercial. Ed. Hemisferio Sur. S. R. L. Buenos Aires, Argentina.
- Gardner, C. O. 1982. Información genética derivada utilizando el método de Gardner-Eberhart para medias generacionales. Memorias del IX Congreso Nacional de Fitogenética. SOMEFI. UAAAN. Saltillo, Coah. Méx. P. 114-141.
- Gardner, C. O. and S. A. Eberhart. 1966. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. *Biometrics* 22:439-452
- Gómez, P. A. and A. F. L. Camelo. 2002. Calidad postcosecha de tomates almacenados en atmósferas controladas. *Horticultura Brasileira*, Brasilia. 20:(1)38-43.
- Guerra, H. M. 1997. Evaluación de Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), Considerando Criterios Fisiológicos, Fenológicos y de Rendimiento, Bajo Condiciones de Alta Temperatura en Invernadero. Tesis de Maestría en Fitomejoramiento. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Grewal R. P. S. 1988. Genetic basis of resistance to zonate leaf spot disease in forage sorghum. *Theor. Appl. Genet.* 76:550-554.
- Grier, S. L. and D. W. Davis. 1980. Infestation procedures and heritability of character used estimate ear damage caused by second-brood European corn borer (*Ostrinia nubilalis*, Hubner) on corn. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 105: 3-8.

- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian J. Biol. Sci.* 9: 463–493
- Grilli, G. V. G., L. T. Braz, D. Perecin and J. A. Oliveira. 2003. Genetic control of fruit-setting percentage of tomatoes tolerant to high temperatures. *Acta Hort. (ISHS)* 607:179-184.
- Groot, C. C., R. V. Boogaard, L. F. M. Marcelis, J. Harbinson and H. Lambers. 2003. Contrasting effects of N and P deprivation on the regulation of photosynthesis in tomato plants in relation to feedback limitation. *Journal of Experimental Botany*. 54: (389) 1957-1967.
- Hakizimana F., A. M. H. Ibrahim, M. A. C. Langham, J. C. Rudd and S. D. Haley. 2004. Generation means analysis of *wheat streak mosaic* virus resistance in winter wheat. *Euphytica*. 139: (2)133-139 (7)
- Hallauer, A. R. and J. B. Miranda. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. Second Edition. Iowa State University Press Amer. p. 102-111.
- Hatfield, J. L. and J. J. Burke. 1991. Energy exchange and leaf temperature behavior of three plant species. *Environmental and Experimental Botany* 31: (3)295-302.
- Haymann, B. I. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics* 39: 789 – 809
- Hayman B. I. 1958. The separation of epistatic from additive and dominance variation in generation means. *Heredity* 12: 371- 390.
- Hegazi, H. H., H. M. Hassan, A. G. Moussa and M. A. E. Wahb-Allah. 1995. Heterosis and heritability estimation for some characters of some tomato cultivars and their hybrid combination. *Alexandria- Journal of Agricultural Research*. 40: 2, 265-276.
- Hewit, J. D., D. Dinar and M. A. Stevens. 1982. Sink strength of fruits of two tomato genotypes differing in total fruit solids content. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 107:896-900.
- INEGI. 2000. Marco Geoestadístico de los Estados Unidos Mexicanos.
- Jinks, J. L. and M. R. Jones. 1958. Estimation of the components of heterosis. *Genetics*, 43: 223-434.
- Kanthaswamy, V., M. K. Mohideen and S. Thamburaj. 1995. A study of generation mean analysis in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *South Indian Horticulture*, 43: 25-29.

- Li, Z. K., S. R. M. Pinson, W. D. Park, A. H. Paterson and J. W. Stansel, 1997. Epistasis for three grain yield components in rice (*Oriza sativa* L.). *Genetics* 145: 453-465.
- Marmor, M. S. and C. E. Martin. 1998. Effects of exposure in space on tomato seeds: Photosynthesis, biomass, and water relations of well-watered and drought-stressed plants. *Photosynthetica* 35:(4) 589-596.
- Márquez S. F. 1988. *Genotecnia Vegetal, Métodos, Teoría y Resultados*. Tomo II. AGT Editor, S. A. México, pp. 92-106.
- Martínez, B. E. 2003. Análisis de la acumulación de azúcares en pericarpios de dos genotipos silvestres de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Departamento de Bioquímica, Facultad de Química. UNAM. México.
- Mather K. 1949. *Biometrical genetics*. Dover Publication Inc., New York.
- Mather, K., and J. L. Jinks. 1971. *Biometrical genetics*. Chapman and Hall. London. pp. 32-67.
- Matthew, J. P. and C. H. Foyer. 2001. Sink regulation of photosynthesis. *Journal of Experimental Botany*. 52: (360)1383-1400.
- Matthew, J. P. and T. K. Pellny. 2003. Carbon metabolite feedback regulation of leaf photosynthesis and development. *Journal of Experimental Botany*. 54: (382)539-547.
- Mert. M., Y. Akiscan and O. Gencer. 2004. Inheritance of oil and protein content in some cotton generations. *Asian Journal of Plant Sciences* 3 (2): 174-176.
- Miranda, J. E. C., C. P. Costa and C. D. Cruz. 1988. Análise dialélica em pimentão. I. capacidade combinatória. *Ver. Brás. Genét.* 7:431-440.
- Murchie, E. H., S. Hubbart, S. Peng and P. Horton. 2005. Acclimation of photosynthesis to high irradiance in rice: gene expression and interactions with leaf development. *Journal of Experimental Botany* 56(411):449-460
- Nigam, S. N., U. S. Chandra, R. C. Nageswara, C. G. Wright and A. G. S. Reddy. 2001. Gene effects for specific leaf area and harvest index in three crosses of groundnut (*Arachis hypogaeae*). *Annals of Applied Biology* 139: (3) 301-306.
- Nuez, F. 1995. *El cultivo del tomate*. Ediciones Mundi-Prensa. España.
- Paterson, A. H., S. Damon, J. D. Hewitt, D. Zamir, H. D. Rabinowitch, S. E. Lincoln, E. S. Lander and S. D. Tanksley. 1991. Mendelian factors underlying quantitative traits in tomato: comparison across species, generations, and environments. *Genetics* 127: 181-197.

- Pensuk, V., S. Jogloy, S. Wongkaew and A. Patanothai. 2004. Generation mean analysis of resistance to peanut bud necrosis caused by peanut bud necrosis tospovirus in peanut. *Plant Breeding* 123: (1) 90-92.
- Pierce, L. C. 1992. "Super Hybrid Newida and Gold Dust" tomatoes. *Hort Sci.* 27: (8) 935- 937.
- Raijadhav, S. B., K. G. Choudhori, P. N. Kale and R S Patil. 1997. Heterosis in tomato under high temperature stress. *Journal of Maharashtra Agricultural-Universities.* 21: (2) 229-231.
- Ramírez, M. R. 1998. Evaluación Fisiotécnica de Genotipos Sobresalientes de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), bajo Condiciones de Suelo Acolchado y sin Acolchado, en una Localidad de Altas Temperaturas. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Ramos, D. F. 2000. Formación y Evaluación de Híbridos en Cultigenes de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para Explotación Intensiva y Sustentable. Tesis Maestría. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Ren, J., R. Petzoldt and M. H. Dickson. 2001. Genetics and population improvement of resistance to bacterial soft rot in chinese cabbage. *Euphytica* 117:(3) 197-207.
- Rodríguez E., A. Carballo, G. A. Baca, A. G. Martínez and M. R. Rosas. 2004. Genetic parameters of mean fruit weight and their components of tomato. *Acta Hort. (ISHS)* 637: 145-148.
- Rodríguez, H. R., W. L. Rooney, D. T., Rosenow and R. A. Frederiksen. 2000. Inheritance of mold resistance in grain sorghum without a pigmented testa. *Crop Sci.* 40: 1573-1578.
- Sam, O. E. Jerez and M.Varela. 1996. Anatomical characteristics of leaves of potatoes (*Solanum tuberosum* L.) and tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) with different degrees of tolerance to water and heat stress. *Cultivos Tropicales.* 17: (2) 32-38.
- Sato, S. and M. M. Peet. 2005. Effects of moderately elevated temperature stress on the timing of pollen release and its germination in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 80 (1):23-28
- SAS (2001) Institute Inc. Cary NC, USA.
- SIAP. 2002. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. (siap.sagarpa.gob.mx).
- Singh, R. P. and B. D. Chaudhary. 1979. Biometrical methods in quantitative genetics analysis. Printed in India. 303 p.

- Soriano, V. J. M. 2000. Generation mean analysis in relation to polygenic systems with epistasis and fixed genes. *Pesq Agropec Bras*, Brasilia, 35: (6)1159-1611.
- Sprague, G. F. and L. A. Tatum. 1942. General vs Specific Combining Ability in Single Crosses of Corn. *J. Amer. Soc. Agron.* 34: 923-932.
- Steel, R.G. D and J. H. Torrie. 1980. Principles and procedures of statistics. Mc Graw-Hill, New York. p 481.
- Stommel, J. R. 2001. USDA of 97L63, 97L66, and 97L97: tomato breeding lines with high fruit beta-caroteno content. *Hort. Sci.* 36: (2) 387-388
- Suresh, K., M. K. Banerjee, S. P. Partap and K. Suresh. 1995. Studies on heterosis for various characters in tomato. *Haryana Journal of Hort. Sci.* 24: 54-60.
- Tanksley, S. D. 1993. Mapping polygenes. *Annu. Rev. Genet.* 27: 205-233.
- Todorovic, G., G. Surlan, I. Sataric and T. Zivanovic. 1997. Genetic effects of heterosis in maize hybrid yields. In: Book abstracts, the genetic and exploitation of heterosis in crops; An International Symposium, México, D F. México. p 16.
- Toovey, F. W. 1965. Producción comercial de tomate. Editorial Acribia. Zaragoza, España.
- UAAAN, 2003. Laboratorio de Calidad de Agua, Dpto. de Riego y Drenaje.
- Vasal, S. K., G. Srinivasan, S. Pandey, H. S. Córdova, G. C. Han and F. González. 1992. Heterotic patterns of ninety-two white tropical CIMMYT maize lines. *Maydica*, 37: 259-270.
- Velasco, P., P. Soengas, P. Revilla, A. Ordas and R. A. Malvar. 2004. Mean generation analysis of the damage caused by *Sesamia nonagrioides* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Ostrinia nubilalis* (Lepidoptera: crambidae) in sweet corn ears. *J. Econ. Entomol.* 97: (1) 120-126.
- Warren, R. Ch. 2004. The Photosynthetic limitation posed by internal conductance to CO₂ movement is increased by nutrient supply. *Journal of Experimental Botany.* 55: (406) 2313-2321.
- Warnock, S. J. 1991. Natural habitats of *Lycopersicon* species. *Hort. Sci.* 26: (5) 466-471.
- Well, G. and F. Buitelan. 1989. Factor affecting soluble solids contents of Muskmelon (*Cucumis melo* L.). *Hort. Abstracts.* 59 :(2) 129.

- Yu, J. Q., L. F. Huang, W. H. Hu, Y. H. Zhou, W. H. Mao, S. F. Ye and S. Nogués. 2004. A role for brassinosteroids in the regulation of photosynthesis in *Cucumis sativus*. *Journal of Experimental Botany*. 55: (399) 1135-1143.
- Zdraukovic, J., Z. Markovic., M. Zdraukovic., T. Sretenovic-Rajicic and M. Kraljovic-Balalli. 1999. Gene effects on the number of fruits per flower branch in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Acta Hort.* (ISHS) 487: 361-366.
- Zaffar I. M. and M. Aslam N. 2003. Generation mean analysis for seed cotton yield and number of sympodial branches per plant in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Asian Journal of Plant Sciences* 2: (4) 395-399.

Cuadro A.1. Medias de las variables fenológicas y de rendimiento de 19 genotipos de tomate, Buenavista, Saltillo, Coah. 2003.

Gen	DPC	DUC	DEC	NC	NF	PPF	RDTO
1	73.25 ab	110.00 ab	36.75 c	14.00 bcd	52.25 cd	138.00 ab	65.91 bc
2	71.00 ab	110.75 ab	39.75 abc	16.00 abcd	58.25 bcd	141.50 ab	78.04 bc
3	73.25 ab	113.00 a	39.75 abc	14.75 abcd	73.00 bcd	154.75 ab	104.79 ab
4	76.50 b	112.50 a	36.25 c	13.75 bcd	63.00 bcd	132.00 ab	72.21 bc
5	71.00 ab	112.25 a	41.25 abc	15.00 abcd	65.50 bcd	135.00 ab	81.88 bc
6	73.25 ab	113.00 a	39.75 abc	14.00 bcd	57.75 bcd	126.50 ab	67.53 bc
7	70.25 a	111.50 ab	41.25 abc	15.50 abcd	71.75 bcd	123.50 b	81.23 bc
8	73.25 ab	113.00 a	39.75 abc	15.50 abcd	69.00 bcd	126.25 ab	80.30 bc
9	72.50 ab	112.25 a	39.75 abc	14.00 bcd	57.00 bcd	140.00 ab	74.30 bc
10	73.25 ab	111.50 ab	38.25 bc	13.50 cd	61.25 bcd	137.50 ab	78.07 c
11	77.00 b	113.00 a	36.00 c	13.75 bcd	75.00 bc	135.25 ab	94.57 bc
12	73.75 ab	112.25 a	38.50 abc	14.25 abcd	54.75 bcd	157.75 a	80.07 c
13	71.75 ab	108.75 b	37.00 bc	13.00 d	47.25 d	137.25 ab	59.94 c
14	68.75 a	112.25 a	43.50 ab	16.25 abc	80.00 b	143.25 ab	105.96 ab
15	71.75 ab	113.00 a	41.25 abc	15.75 abcd	71.00 bcd	157.00 a	102.26 b
16	68.00 a	113.00 a	45.00 a	17.25 a	105.25 a	137.50 ab	135.59 a
17	68.00 a	110.75 ab	42.75 abc	16.75 ab	76.75 bc	143.75 ab	97.59 bc
18	73.25 ab	113.00 a	39.75 abc	14.00 bcd	52.75 cd	134.75 ab	66.09 bc
19	73.25 ab	113.00 a	39.75 abc	13.50 cd	57.75 bcd	145.25 ab	80.04 bc

Medias con letras distintas presentan diferencia significativa, Duncan 0.05, DPC (Días Primer Corte), DUC (Días a Último Corte), DEC (Días En Cosecha), NC (Número de Cortes), NF (Número de Frutos), PPF (Peso Promedio de Frutos), RDTO (Rendimiento Total Proyectado a t ha⁻¹).

Cuadro A.2. Medias de las variables calidad de fruto y fisiológicas de 19 genotipos de tomate, Buenavista, Saltillo, Coah. 2003

Gen	pH	°Brix	VITC	FOTO	CEST	TRANS	UEA
1	4.6 b	4.78 a	18.55 a	6.24 ab	2.70 bc	44.47 bcd	0.355 a
2	4.4 b	4.28 ab	17.60 ab	5.34 ab	1.98 bc	38.54 d	0.348 a
3	4.5 b	4.48 ab	12.25 b	7.33 ab	3.16 bc	42.10 bcd	0.353 a
4	5.3 a	3.83 b	16.95 ab	4.13 b	1.38 c	41.19 bcd	0.263 a
5	4.5b	4.00 ab	15.55 ab	8.99 ab	2.63 bc	43.83 bcd	0.503 a
6	4.6 b	3.93 b	13.95 ab	9.75 ab	2.35 bc	44.01 bcd	0.540 a
7	4.5 b	4.08 ab	13.90 ab	9.06 ab	2.82 bc	41.76 bcd	0.523 a
8	4.6 b	4.18 ab	15.65 ab	7.53 ab	1.91 bc	39.90 cd	0.455 a
9	4.6 b	4.18 ab	15.45 ab	6.33 ab	2.31 bc	51.63 abc	0.305 a
10	4.8 ab	4.05 ab	15.70 ab	10.83 ab	2.01 bc	43.05 bcd	0.578 a
11	4.8 ab	4.10 ab	17.85 a	9.49 ab	2.13 bc	43.21 bcd	0.540 a
12	4.6 b	4.03 ab	14.25 ab	11.86 a	2.50 bc	48.15 abcd	0.578 a
13	4.5 b	3.98 b	14.90 ab	7.88 ab	3.53 b	52.73 ab	0.358 a
14	4.4 b	3.80 b	16.75 ab	9.86 ab	3.45 bc	51.87 abc	0.468 a
15	4.4 b	3.88 b	15.45 ab	9.39 ab	3.33 bc	51.41 abc	0.438 a
16	4.5 b	3.88 b	13.90 ab	8.48 ab	2.18 bc	47.30 bcd	0.430 a
17	4.4 b	3.70 b	16.15 ab	11.19 ab	5.49 a	59.74 a	0.455 a
18	4.8 ab	3.95 b	14.15 ab	7.91 ab	2.13 bc	49.22 abcd	0.383 a
19	4.8 ab	3.83 b	13.80 ab	7.75 ab	2.98 bc	53.46 ab	0.388 a

Medias con letras distintas presentan diferencia significativa, Duncan 0.05, pH (Potencial de Iones Hidrógeno), °Brix (Grados Brix), VITC (Por ciento de Vitamina C), FOTO (Fotosíntesis), CEST (Conductancia Estomatal), TRANS (Transpiración), UEA (Uso Eficiente del Agua).

Cuadro A.3. Medias de las variables fenológicas y de rendimiento de 19 genotipos de tomate, Navidad, N. L. 2003

Gen	DPC	DUC	DEC	NC	NF	PPF	RDTO
1	63.75 ab	93.50 ab	29.75 ab	8.00 ab	34.75 a	168.75 a	31.55 a
2	62.00 a	89.75 ab	27.75 ab	8.00 ab	36.50 a	143.00 a	27.40 a
3	63.75 ab	88.50 b	24.75 ab	7.25 ab	30.50 a	158.25 a	25.55 a
4	73.25 c	95.50 ab	22.25 b	8.00 ab	35.25 a	168.00 a	32.23 a
5	65.50 bc	91.00 ab	25.50 ab	7.50 ab	41.00 a	143.00 a	30.90 a
6	68.00 bc	95.50 ab	27.50 ab	7.25 ab	30.75 a	155.25 a	24.68 a
7	63.75 ab	95.50 ab	31.75 a	9.25 a	40.25 a	147.50 a	32.40 a
8	63.75 ab	94.25 ab	30.50 ab	8.50 ab	39.75 a	137.25 a	28.90 a
9	63.75 ab	96.75 ab	33.00 a	9.25 a	40.25 a	159.25 a	33.90 a
10	72.25 c	98.00 a	25.75 ab	7.75 ab	37.00 a	169.75 a	33.58 a
11	65.50 bc	92.25 ab	26.75 ab	7.25 ab	38.75 a	154.50 a	30.98 a
12	64.50 abc	95.50 ab	31.00 ab	7.75 ab	36.75 a	162.00 a	29.13 a
13	62.00 a	89.75 ab	27.75 ab	6.75 b	29.50 a	159.00 a	25.05 a
14	63.75 ab	92.25 ab	28.50 ab	8.25 ab	39.50 a	151.75 a	32.08 a
15	69.00 bc	95.50 ab	26.50 ab	7.50 ab	32.50 a	148.25 a	26.10 a
16	63.75 ab	93.00 ab	29.25 ab	8.00 ab	37.00 a	128.00 a	25.75 a
17	63.75 ab	93.00 ab	29.25 ab	6.75 b	26.00 a	157.00 a	21.50 a
18	65.50 bc	93.00 ab	27.50 ab	7.25 ab	28.25 a	151.00 a	22.60 a
19	69.75 bc	91.75 ab	22.00 b	7.25 ab	33.00 a	141.00 a	24.40 a

Medias con letras distintas presentan diferencia significativa, Duncan 0.05, DPC (Días Primer Corte), DUC (Días a Último Corte), DEC (Días En Cosecha), NC (Número de Cortes), NF (Número de Frutos), PPF (Peso Promedio de Frutos), RDTO (Rendimiento Total Proyectado a t ha⁻¹).

Cuadro A.4. Medias de las variables calidad de fruto y fisiológicas de 19 genotipos de tomate, Navidad, N. L. 2003

Gen	pH	°Brix	VITC	FOTO	CEST	TRANS	UEA
1	4.6 ab	4.00 ab	20.75 abcd	5.14 c	1.80 abc	34.07 abcd	0.328 b
2	4.6 ab	3.88 abc	22.40 a	7.94 bc	4.20 a	33.92 abcd	0.573 b
3	4.5 ab	4.00 ab	21.90 ab	7.64 bc	2.28 abc	30.88 abcd	0.590 b
4	4.4 b	4.05 a	18.60 abcd	8.95 bc	2.62 abc	33.13 abcd	0.645ab
5	4.5 ab	3.91 abc	19.75 abcd	8.84 bc	2.47 abc	28.67 bcd	0.720ab
6	4.5 b	4.06 ab	15.35 cde	11.65 abc	4.05 ab	38.85 ab	0.738ab
7	4.6 ab	3.40 c	16.05 abcde	13.77 abc	2.53 abc	34.97 abcd	0.998ab
8	4.5 ab	3.88 abc	20.30 abcd	9.22 bc	2.29 abc	32.68 abcd	0.690ab
9	4.6 a	4.00 ab	15.30 de	18.25 a	3.87 abc	36.25 abc	1.395a
10	4.5 ab	3.80 abc	17.80 abcde	8.81 bc	2.44 abc	34.49 abcd	0.625ab
11	4.5 ab	3.65 abc	21.7 abc	6.61 bc	1.45 c	24.67 d	0.640ab
12	4.5 ab	3.70 abc	17.70 abcde	8.51 bc	1.70 abc	31.05 abcd	0.705ab
13	4.5 ab	3.68 abc	16.00 bcde	6.68 bc	1.72 abc	26.05 cd	0.630ab
14	4.5 ab	3.48 bc	21.80 ab	8.98 bc	1.62 bc	28.79 bcd	0.773ab
15	4.5 ab	4.08 a	15.75 bcde	10.58 abc	2.35 abc	34.96 abcd	0.730ab
16	4.5 ab	3.40 c	17.20 abcde	7.12 bc	2.50 abc	36.50 abc	0.460b
17	4.6 a	3.85 abc	12.00 e	8.45 bc	2.93 abc	39.71 a	0.535b
18	4. ab	4.18 a	16.40 abcde	11.28 abc	3.10 abc	37.48 ab	0.748ab
19	4.5 ab	3.65 abc	19.20 abcd	15.43 ab	3.35 abc	38.09 ab	0.968ab

Medias con letras distintas presentan diferencia significativa, Duncan 0.05, pH (Potencial de Iones Hidrógeno), °Brix (Grados Brix), VITC (Por ciento de Vitamina C), FOTO (Fotosíntesis), CEST (Conductancia Estomatal), TRANS (Transpiración) UEA (Uso Eficiente del Agua).

Cuadro A.5. Medias de las variables agroclimáticas, de 19 genotipos de tomate, Buenavista, Saltillo, Coah, 2003.

Gen	DFFF	TAIR	THOJA	CO ₂	HR
1	1663.50	34.75	36.75	417.25	63.50
2	1648.75	34.50	36.50	432.50	59.63
3	1704.50	35.00	36.75	430.25	63.70
4	2377.50	39.00	38.50	422.75	69.40
5	1784.75	35.25	37.00	432.50	64.18
6	1761.75	35.75	37.75	431.50	63.43
7	1817.00	35.75	37.00	427.75	63.35
8	1812.50	36.00	38.50	418.50	66.53
9	1824.75	36.50	40.75	418.00	65.25
10	1719.25	36.00	39.25	432.00	65.38
11	1722.50	36.25	39.25	428.00	65.78
12	1717.00	36.25	39.25	435.00	69.38
13	1666.00	36.25	38.50	435.25	64.55
14	1730.75	36.50	39.25	425.00	64.08
15	1917.25	36.75	38.50	429.75	64.03
16	1882.50	37.00	39.50	431.75	66.83
17	1875.75	37.00	40.25	429.00	64.95
18	1814.50	36.75	40.25	428.00	65.43
19	1803.00	36.75	40.00	426.75	64.75

DFFF (Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos), TAIR (Temperatura del Aire), THOJA (Temperatura de la Hoja), HR (Humedad Relativa).

Cuadro A.6. Medias de las variables agroclimáticas, de 19 genotipos de tomate, Navidad, N.L. 2003.

Gen	DFFF	TAIR	THOJA	CO ₂	HR
1	590.99	28.90	33.67	438.90	65.16
2	784.36	28.96	30.09	453.88	63.51
3	855.32	28.90	31.56	449.55	63.39
4	1118.04	29.04	34.58	443.64	57.81
5	735.18	28.75	30.65	460.43	61.48
6	730.03	29.10	32.80	451.14	63.11
7	774.87	28.86	32.24	460.41	63.48
8	725.40	28.87	31.49	454.59	61.07
9	613.68	28.62	31.65	426.93	64.54
10	865.81	28.56	31.81	442.63	62.75
11	865.81	28.56	31.81	442.63	62.75
12	686.81	28.66	33.40	438.48	64.54
13	1046.63	28.88	32.27	432.73	66.61
14	946.98	29.13	32.89	434.58	65.40
15	910.58	29.44	32.36	446.84	61.89
16	800.39	29.56	32.60	455.13	59.80
17	690.57	30.10	33.86	448.46	61.72
18	1040.54	30.17	33.85	440.83	63.87
19	1118.01	29.84	31.79	457.58	60.79

DFFF (Densidad de Flujo de Fotones Fotosintéticos), TAIR (Temperatura del Aire), THOJA (Temperatura de la Hoja), HR (Humedad Relativa).

Cuadro 4.16. Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruz Bonita x Sunny, en Buenavista, Saltillo, Coah. 2003.

Variable	Estimación de los Efectos Genéticos							
	Het %	m	a	d	aa	ad	dd	X ²
DPC	-3.73	75.25 ± 1.68**	2.75 ± 0.41 **	-3.75 ± 4.63	-1.50±1.63	11.00±1.58 **	-0.50±3.06	44.52*
PPF	-1.28	84.75±8.03**	4.75±2.14	115.75±20.98**	52.00±7.74**	-25.50±7.08	-65.50±13.20	21.09*
RDTO	8.99	-4.74±15.47**	2.92±2.98	253.52±36.95**	79.87±15.18**	-28.62±10.23	-166.90± 23.33	18.18*
VITC	-9.98	10.68±2.23*	0.33±0.55	15.03±5.45	6.6±2.16*	1.55±1.68	-10.15±3.42	19.95*
FOTO	89.84	-3.85±1.89	0.61±0.19*	32.69±4.64**	8.59±1.88*	-1.96±1.21	-19.86±3.14	27.46*
TRANS	9.94	9.30±5.88	1.32±0.90	87.85±14.10**	30.56±5.81*	-19.97±3.80	-53.33±8.48	26.36*
UEA	65.40	0.11±0.11	0.042±0.016	0.99±0.29*	0.20±0.11	0.06±0.08	-0.60±0.20	33.49*

Significante ** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, DPC (Días a Primer Corte), PPF (Peso Promedio de Frutos en gramos), RDTO (Rendimiento Proyectado a Toneladas por Hectárea) VITC (Por ciento Vitamina C), FOTO (Fotosíntesis), TRANS (Transpiración), UEA (Uso Eficiente del Agua). Het = Heterosis, m =efecto de la media de los progenitores, a = efecto aditivo, d = efecto de dominancia, aa = efecto aditivo x aditivo, ad = efecto aditivo x dominante, dd=efecto dominante x dominante.

Cuadro 4.17. Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruce Shady Lady x Sunny, en Buenavista, Saltillo, Coah. 2003.

Variable	Estimación de los Efectos Genéticos							X ²
	Het %	m	a	d	aa	ad	dd	
DPC	-6.17							
PPF	-8.52	140.82±1.47**	0.75±1.29	-10.19±2.73				7.47
RDTO	17.62	9.72±21.00	3.15±3.35	260.22±54.11*	78.78±20.74*	-157.60±16.29	-169.27±33.97	22.27*
VITC	-21.69	17.55 ± 0.37**	0.99 ± 0.37	-4.22 ± 0.58				11.56
FOTO	74.69	15.79± 5.41**	1.06±0.31*	-13.11±12.07	-10.61±5.40	-3.32±2.45	6.38±6.84	24.49*
TRANS	-2.48	14.97 ±3.63*	1.64 ±0.92	85.53±9.91**	27.86±3.51**	7.59±3.40	-58.73±6.44	26.51*
UEA	70.58	0.27 ± 0.016**	-0.006 ±.016	0.22 ± 0.027				11.51

Significante ** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, DPC (Días a Primer Corte), PPF (Peso Promedio de Frutos en gramos), RDTO (Rendimiento Proyectado a Toneladas por Hectárea) VITC (Por ciento Vitamina C), FOTO (Fotosíntesis), TRANS (Transpiración), UEA (Uso Eficiente del Agua). Het = Heterosis, m =efecto de la media de los progenitores, a = efecto aditivo, d = efecto de dominancia, aa = efecto aditivo x aditivo, ad = efecto aditivo x dominante, dd=efecto dominante x dominante.

Cuadro 4.18. Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la crusa Shady Lady x Celebrity, en Buenavista, Saltillo, Coah. 2003.

Variable	Estimación de los Efectos Genéticos							
	Het %	m	a	d	aa	ad	dd	X ²
DPC	0	73.07 ± 0.29**	0.21 ± 0.29	-0.18 ± 0.52				6.73
PPF	-13.57	76.88±19.76*	8.38±1.22**	202.88±41.28*	69.50±19.73*	-15.25±5.67	-153.25±22.07	47.32*
RDTO	-20.87	17.86±14.00	19.44 ±2.62**	176.08±29.84**	67.49±13.76*	-83.26±6.44	-126.41±16.25	39.97*
VITC	-9.41	17.80±1.56**	3.15±0.26 **	-5.55±3.85	-2.4±1.53	-8.7±1.09	1.7±2.49	20.15*
FOTO	42.33	-10.32±2.10	0.61±0.70	46.53±5.81**	17.17±1.98**	3.71±2.13	-26.46±4.01	19.58*
TRANS	1.67	48.43±0.88**	-2.16 ±0.82	-0.79 ± 1.48				5.53
UEA	53.16	-0.46±0.09	0.001±0.04	2.05±0.25**	0.81±0.09**	0.28±0.09	-1.05±0.17	27.05*

Significante ** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, DPC (Días a Primer Corte), PPF (Peso Promedio de Frutos en gramos), RDTO (Rendimiento Proyectado a Toneladas por Hectárea) VITC (Por ciento Vitamina C), FOTO (Fotosíntesis), TRANS (Transpiración), UEA (Uso Eficiente del Agua). Het = Heterosis, m =efecto de la media de los progenitores, a = efecto aditivo, d = efecto de dominancia, aa = efecto aditivo x aditivo, ad = efecto aditivo x dominante, dd=efecto dominante x dominante.

Cuadro 4.19. Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruz Bonita x Sunny, en Navidad, N. L. 2003.

Variable	Estimación de los Efectos Genéticos							X ²
	Het %	m	a	d	aa	ad	dd	
DPC	-3.14							
PPF	-8.17	91.91±14.31**	12.51±6.81**	130.21±36.36**	63.55±12.59**	-30.68±15.46**	-78.38±22.83	30.15*
RDTO	3.64	30.45±0.81**	1.64±0.68	0.92±1.41				7.02
VITC	-3.65	14.70±1.95**	1.90±0.58*	17.35±5.12*	5.8±1.86*	-4.00±1.78	-12.30±3.40	28.62*
FOTO	4.70	14.15±1.90**	0.51±0.36	-14.43±4.07	-5.71±1.87	3.73±0.85*	9.12±2.47*	26.38*
TRANS	-14.48	30.72±0.59**	-2.72±0.54	-4.81±1.18				18.57
UEA	17.95	0.60±0.02**	0.067±0.018*	0.16±0.044*				12.38

Significante ** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, DPC (Días a Primer Corte), PPF (Peso Promedio de Frutos en gramos), RDTO (Rendimiento Proyectado a Toneladas por Hectárea) VITC (Por ciento Vitamina C), FOTO (Fotosíntesis), TRANS (Transpiración), UEA (Uso Eficiente del Agua). Het = Heterosis, m =efecto de la media de los progenitores, a = efecto aditivo, d = efecto de dominancia, aa = efecto aditivo x aditivo, ad = efecto aditivo x dominante, dd=efecto dominante x dominante.

Cuadro 4.20. Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruz Shady Lady x Sunny, en Navidad, N. L. 2003.

Variable	Estimación de los Efectos Genéticos							
	Het %	m	a	d	aa	ad	dd	X ²
DPC	-6.92							
PPF	-12.42	273.95±26.21**	0.38±6.92	290.08±55.21	-105.6±25.28	61.65±14.26*	163.55±29.48**	35.91*
RDTO	2.00	64.46±8.14**	0.46±1.00	-91.49±17.96	-32.70±8.07	0.48±3.81	59.43±10.10**	56.95*
VITC	-18.42	24.48±1.78**	1.08±0.39	-18.28±4.14	-4.80±1.74	-4.55±1.13	9.85±2.54**	26.00*
FOTO	95.52	14.68±2.72**	1.91±0.39	-22.57±6.67**	-7.64±2.69	-2.94±1.84	21.66±4.19**	54.10*
TRANS	4.08	32.00±0.57**	-2.67±0.53	0.91±1.15				7.52
UEA	104.81	0.81±0.20*	0.16±0.02**	-0.92±0.52	-0.32±0.20	-0.66±0.15	1.11±0.35*	45.08*

Significante ** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, DPC (Días a Primer Corte), PPF (Peso Promedio de Frutos en gramos), RDTO (Rendimiento Proyectado a Toneladas por Hectárea) VITC (Por ciento Vitamina C), FOTO (Fotosíntesis), TRANS (Transpiración), UEA (Uso Eficiente del Agua). Het = Heterosis, m = efecto de la media de los progenitores, a = efecto aditivo, d = efecto de dominancia, aa = efecto aditivo x aditivo, ad = efecto aditivo x dominante, dd = efecto dominante x dominante.

Cuadro 4.21. Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruce Shady Lady x Celebrity, en Navidad, N. L. 2003.

Variable	Estimación de los Efectos Genéticos							X ²
	Het %	m	a	d	aa	ad	dd	
DPC	6.66	51.75±3.58**	4.51±0.37	31.75±9.66*	12.00±3.56*	-9.00±2.96	-15.50±6.28	20.90*
PPF	-5.14	162.75±1.70**	7.89±1.65**	-11.93±3.60				13.56
RDTO	-13.57	33.32±0.57**	5.97±0.64**	-6.05±0.88				15.23
VITC	-28.02	20.24±0.42**	-0.09±0.43	-5.15±0.52				24.56
FOTO	82.36	7.02±0.35**	0.92±0.33	5.22±0.65**				18.34
TRANS	19.64	32.21±0.70**	0.73±0.68	4.86±1.58				15.26
UEA	60.77	0.498±0.02**	0.13±0.02**	0.31±0.03**				19.71

Significante ** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, DPC (Días a Primer Corte), PPF (Peso Promedio de Frutos en gramos), RDTO (Rendimiento Proyectado a Toneladas por Hectárea) VITC (Por ciento Vitamina C), FOTO (Fotosíntesis), TRANS (Transpiración), UEA (Uso Eficiente del Agua). Het = Heterosis, m =efecto de la media de los progenitores, a = efecto aditivo, d = efecto de dominancia, aa = efecto aditivo x aditivo, ad = efecto aditivo x dominante, dd=efecto dominante x dominante.

Cuadro 4.22. Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruz Bonita x Sunny, análisis combinado 2003.

Variable	Partición de los Efectos Genéticos							
	Het %	m	a	d	aa	ad	dd	X ²
DPC	-3.45	68.97±0.23**	1.90±0.22**	-2.55±0.49				9.00
PPF	-4.95	88.33±8.62**	3.88±3.32	122.98±19.67**	57.78±7.95**	-2.59±7.12	-72.43±11.53	45.08*
RDTO	7.48	7.29±8.78	0.25±1.58	140.14±20.01**	45.18±8.64*	-13.00±5.04	-91.04±11.91	49.51*
VITC	-6.55	12.69±1.54**	1.11±0.36	16.18±3.42*	6.2±1.5**	-1.23±0.87	-11.22±2.09	29.80*
FOTO	35.28	7.00±0.21**	-0.76±0.19	3.80±0.36**				22.52
TRANS	-1.21	33.31±4.84**	0.46±0.73	8.96±11.10	3.38±4.78	11.84±2.73*	-6.02±6.55	19.12*
UEA	33.62	0.48±0.02**	-0.006±0.02	0.18±0.03**				18.32

Significante ** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, DPC (Días a Primer Corte), PPF (Peso Promedio de Frutos en gramos), RDTO (Rendimiento Proyectado a Toneladas por Hectárea) VITC (Por ciento Vitamina C), FOTO (Fotosíntesis), TRANS (Transpiración), UEA (Uso Eficiente del Agua). Het = Heterosis, m =efecto de la media de los progenitores, a = efecto aditivo, d = efecto de dominancia, aa = efecto aditivo x aditivo, ad = efecto aditivo x dominante, dd=efecto dominante x dominante.

Cuadro 4.23. Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruza Shady Lady x Sunny, análisis combinado 2003.

Variable	Partición de los Efectos Genéticos							X ²
	Het %	m	a	d	aa	ad	dd	
DPC	-6.53	71.32±0.25**	1.78±0.22**	-4.32±0.46				7.57
PPF	-10.69	204.73±13.15**	1.69±3.28	-135.04±27.72	-53.05±12.74	27.58±6.87*	65.78±14.99*	38.48*
RDTO	12.56	27.43±11.95	1.74±1.99	84.18±28.50	23.04±11.79	72.86±7.73**	-54.80±17.09	24.22*
VITC	-19.97	18.65±1.27**	0.33±0.0.25	-5.17±0.47				7.33
FOTO	86.70	5.86±0.25**	0.67±0.25	5.24±0.48**				15.18
TRANS	0.40	30.71±3.07**	1.05±0.68	24.55±6.74*	7.49±2.99	-7.12±1.69	-16.9±3.86	57.10*
UEA	91.45	0.93±0.11**	0.06±0.02*	-1.14±0.31	-0.53±0.11	-0.21±0.10	0.97±0.21*	32.18*

Significante ** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, DPC (Días a Primer Corte), PPF (Peso Promedio de Frutos en gramos), RDTO (Rendimiento Proyectado a Toneladas por Hectárea) VITC (Por ciento Vitamina C), FOTO (Fotosíntesis), TRANS (Transpiración), UEA (Uso Eficiente del Agua). Het = Heterosis, m =efecto de la media de los progenitores, a = efecto aditivo, d = efecto de dominancia, aa = efecto aditivo x aditivo, ad = efecto aditivo x dominante, dd=efecto dominante x dominante.

Cuadro 4.24. Estimación de los efectos genéticos, aditivo, dominante, epistáticos, error estándar y heterosis en las variables fenológicas, rendimiento, calidad de fruto y fisiológicas, en la cruza Shady Lady x Celebrity, análisis combinado 2003.

Variable	Partición de los Efectos Genéticos							
	Het %	m	a	d	aa	ad	dd	X ²
DPC	3.11	62±1.52**	2.7±0.21	15.87±4.26*	6.5±1.50*	-2.5±1.50	-7.25±2.92	31.04*
PPF	-9.13	155.67±1.00**	1.26±0.99	-9.86±2.39				13.58
RDTO	-19.05	35.78±7.62**	8.22±1.48*	62.95±16.83*	21.17±7.48	2.73±4.09	-52.63±9.47	45.08*
VITC	-20.22	18.11±0.22**	1.14±0.21**	-4.025±0.38				15.89
FOTO	62.46	7.25±0.38**	0.95±0.37	4.12±0.65**				13.41
TRANS	9.38	39.07±0.71**	-2.11±0.52	4.62±1.39*				15.93
UEA	57.62	0.44±0.02**	0.07±0.02*	0.21±0.02**				17.99

Significante ** Nivel de probabilidad de 0.01, * Nivel de probabilidad de 0.05, DPC (Días a Primer Corte), PPF (Peso Promedio de Frutos en gramos), RDTO (Rendimiento Proyectado a Toneladas por Hectárea) VITC (Por ciento Vitamina C), FOTO (Fotosíntesis), TRANS (Transpiración), UEA (Uso Eficiente del Agua). Het = Heterosis, m = efecto de la media de los progenitores, a = efecto aditivo, d = efecto de dominancia, aa = efecto aditivo x aditivo, ad = efecto aditivo x dominante, dd = efecto dominante x dominante.