

EFFECTOS GENETICOS DE LA VIDA DE ANAQUEL, EN CHILE
SERRANO (*Capsicum annum*)

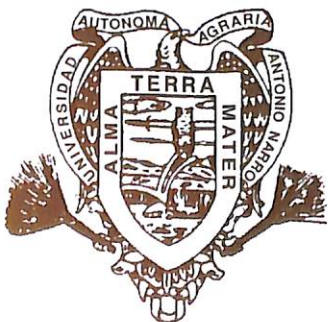
JOSE ROBERTO AUGUSTO DORANTES GONZALEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para

Obtener el Grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO



UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Junio de 2003

18952

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

**EFFECTOS GENETICOS DE LA VIDA DE ANAQUEL, EN CHILE
SERRANO (*Capsicum annum*)**

TESIS

POR

JOSÉ ROBERTO AUGUSTO DORANTES GONZALEZ

**Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular De Asesoría y aprobada
como requisito parcial para optar al grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO**

COMITÉ PARTICULAR

Asesor Principal:



DR. GASPAR MARTINEZ ZAMBRANO

Asesor:



DR. DIANA JASSO CANTÚ

Asesor:

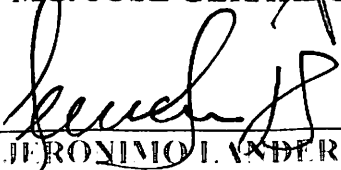


MC. MOISES RAMIREZ MERAZ

Asesor:



MC. JOSE GERARDO RAMIREZ MEZQUITIC



**DR. JERONIMO LANDEROS FLORES
SUBDIRECTOR DE POSTGRADO**

BUENAVISTA, SALTILO COAHUILA, JUNIO DE 2003

AGRADECIMIENTOS

- ◇ *Primeramente a Dios por haberme regalado la oportunidad de ver llegar el momento en que se cumple esta meta.*
- ◇ *A mis Padres por haberme apoyado incondicionalmente y haber sido el pilar para haber culminado esta meta.*
- ◇ *A mis hermanas que con su ayuda y comprensión me han alentado a seguir adelante.*
- ◇ *A mi “Alma Mater” por haberme brindado la oportunidad de la superación.*
- ◇ *A “CONACYT” por el apoyo económico brindado para la realización de la presente tesis y para llevar acabo mis estudios de postgrado.*
- ◇ *Al Dr. Gaspar Martínez Zambrano por su amistad, colaboración y apoyo para la realización del presente trabajo de tesis.*
- ◇ *A la Dr. Diana Jasso Cantú por su apoyo y colaboración para la realización de este trabajo.*
- ◇ *AL M.C. Ing Moisés Ramírez Meras por su apoyo y ayuda para la realización del trabajo de campo.*
- ◇ *Al Mc. José Gerardo Ramírez Mesquitic por su apoyo.*
- ◇ *Al CESTAM por su disponibilidad para la realización del trabajo de campo.*

- ◇ *Al Dr. Alfredo De La Rosa Lóera por su amistad, colaboración y apoyo para realizar este trabajo.*
- ◇ *A mi amigo M.C. Ramiro Vidrio Hernández por su amistad y ayuda.*
- ◇ *A mis amigos Dr. Francisco Chable Moreno, Dr. José Antonio Ramírez Cortes por su amistad y buen ánimo.*
- ◇ *A mis Amigas M.C. Rosa Guerrero Chavez y M.C. Guadalupe Guerrero Chavez por su amistad y apoyo.*
- ◇ *A todas las personas que directa o indirectamente influyeron para poder llevar a buen fin este trabajo.*
- ◇ *A mis compañeros y amigos del Departamento de Fitomejoramiento.*
- ◇ *A mis maestros de los diferentes cursos y áreas de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.*
- ◇ *A mis amigos que nos juntamos los viernes por su apoyo y ánimo*

DEDICATORIA

A mis Padres:

M.C. Ing. José C. Dorantes de la Rosa.

Ma. Enriqueta Lucía González Zamora

A mis hermanas:

M.C. Ing. Adriana Lucía Patricia Dorantes González

Lic. Claudia Lorena del Rocío Dorantes González

A mi sobrino:

Enrique Guillermo Alfonso G. Dorantes

A la memoria de mis abuelos:

Paternos

José Dorantes Mercado

Maria de la Rosa Infante

Maternos

Alfonso González Valdez

Agustina Zamora Cisneros

A mis Maestros.

A mis Compañeros de la Universidad

A mis Amigos.

A mi "ALMA MATER"

A la Memoria del Ing. Jesús Arreola

Y al Ing. Samuel González

COMPENDIO

**Efectos Genéticos De La Vida De Anaquel, En Chile Serrano
(Capsicum annuum)**

POR

JOSÉ ROBERTO AUGUSTO DORANTES GONZÁLEZ

MAESTRIA

FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONÓMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA SALTILLO, COAHUILA, JUNIO, 2003

Dr. Gaspar Martínez Zambrano – Asesor-

**Palabras Clave: Vida de anaquel; Chile serrano; Aptitud combinatoria general
(ACG); Aptitud combinatoria especifica (ACE); Heterosis.**

Actualmente el cultivo de chile tiene una gran importancia social y económica en México. En el ciclo de producción 2001-2002 (hasta mayo 31, 2002) 156,400 ha fueron sembradas con chile, con una producción de un millón 878 mil t. Los chiles

son comercializados en salsas, encurtidos, chile seco y en polvo, para preparar diferentes comidas mexicanas como moles, conservas y para colorear en general (Montes 2002).

México produce 25 millones de toneladas anuales de frutas y hortalizas de clima templado, subtropical y tropical, equivalentes al 2 por ciento de la producción mundial de dichos productos, además de que se utilizan cerca de 7,000 ha para la producción de plantas ornamentales. Entre los principales productos hortícolas de México se encuentran el tomate, la papa, los chiles, los melones y la sandía (Yahia, 1995).

En chile serrano como hortaliza altamente perecedera, las pérdidas en postcosecha son uno de los principales problemas, atribuidos principalmente al manejo del producto desde el momento de la cosecha hasta su consumo. Por lo anterior, los objetivos del trabajo fueron: a) estimar los efectos genéticos de la duración de la vida de anaquel del chile serrano (*Capsicum annuum*), b) caracterizar los materiales utilizados por su capacidad para mantenerse en óptimas condiciones durante un periodo de tiempo mayor.

En el presente trabajo se usaron siete líneas de chile serrano (*Capsicum annuum*) del programa de mejoramiento del Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) las cuales se aparearon bajo el diseño II de Griffin.

Los cruzamientos del material parental para obtener la F_1 , se realizaron en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro bajo condiciones de invernadero obteniéndose 21 cruzas. La evaluación se realizó en el Campo Experimental del Sur de Tamaulipas (CESTAM) del INIFAP, localizado en Estación Cuauhtémoc, Tamaulipas, en la región de las Huastecas, en el ciclo otoño-invierno de 2001 bajo condiciones de riego, usándose las 21 cruzas y los siete progenitores involucrados.

Las características evaluadas fueron: rendimiento ($t\ ha^{-1}$), pérdida de valor comercial (vida de anaquel medida en días), longitud del fruto (cm), diámetro de fruto (cm), peso por fruto (g) y pérdida de peso (g/48 horas).

En el análisis de varianza se obtuvieron diferencias significativas ($P \geq 0.01$) entre cruzas para todas las características evaluadas, lo que indica que en los progenitores se encuentran acciones genéticas importantes que al unirse en los apareamientos, provocan importantes diferencias entre cruzas para las características en estudio.

En aptitud combinatoria general (ACG) se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.01$) para rendimiento y pérdida de peso de lo que significa que en la expresión de estos caracteres, los materiales en estudio aportaron efectos genéticos aditivos. Para rendimiento el mejor progenitor fue el 7 y para pérdida de peso el progenitor 1.

En aptitud combinatoria específica (ACE), se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.01$) para rendimiento, peso por fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto y pérdida de valor comercial, lo que indica que en la expresión de estos caracteres, los efectos de dominancia tienen un papel importante obteniéndose buenos híbridos.

El mejor híbrido para rendimiento fue el 1x5 con 75.186 t ha⁻¹ total de cuatro cortes y 118.198 por ciento de heterosis, en tanto que para peso por fruto el mejor fue el 6x7 con 15.043g y 244.370 por ciento de heterosis; para longitud de fruto destacó la cruce 2x5 con 7.360 cm y 210.110 por ciento de heterosis, para diámetro de fruto fue el 2x6 con 1.460 cm y 192.00 por ciento de heterosis; para pérdida de valor comercial fue 3x7 con 27.433 días y 248.730 por ciento de heterosis. Finalmente para menor pérdida de peso destacó el progenitor 2 con 0.142 g, este material estuvo presente para las características longitud de fruto, diámetro de fruto y pérdida de peso en tanto que los progenitores 5, 6 y 7 estuvieron presentes en dos ocasiones en las características rendimiento y longitud; el progenitor 5 en peso de fruto y en diámetro de fruto y el progenitor 6 y el 7 para peso por fruto y días a pérdida de valor comercial.

Las conclusiones derivadas del análisis y discusión del trabajo son: a). Se observaron diferencias significativas ($P \geq 0.01$) para cruces en todas las características evaluadas con lo que podemos decir que se puede hacer selección para las características evaluadas. b). Existen diferencias en el comportamiento de

postcosecha de las diversas variedades de chile serrano (*Capsicum annuum*) usadas.

c).- Podemos mencionar que existieron diferencias significativas ($P \geq 0.01$) para peso por fruto (g), longitud (cm), diámetro (cm) y días a pérdida de valor comercial para ACE, razón por la cual podemos deducir que existen buenas posibilidades de formar híbridos específicos para las características antes mencionadas.

ABSTRACT

**Genetic Effects For The Shelf Life In Serrano Pepper
(*Capsicum annuum*)**

BY

JOSÉ ROBERTO AUGUSTO DORANTES GONZÁLEZ

MASTER

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA SALTILLO, COAHUILA, JUNE, 2003

Dr. Gaspar Martínez Zambrano – Asesor-

**Key Words: Shelf life; Serrano pepper; General combining ability (GCA);
Specific combining ability (SCA); Heterosis.**

At the present time Chile crop represents great economic and social importance in Mexico. In the cropping season 2001-2002 (until May 31, 2002) 156,400 ha were planted with green chiles, with a production of 1,878 thousand of

tons the chile fruits are marketed as pickles and canned sauces, dehydrated fruits packed as powders to prepare different Mexican food as moles, preserves and coloring in general (Montes, 2002)

Mexico had a production of 25 millions t, per year of fruits and horticultural products of temperate climate, subtropical and tropical, that is equivalent to 2 per cent of the world production of those products, besides that almost 7,000 ha are used for the production of ornamental plants. Among the most important horticultural products we found the tomato, the potato, the peppers, the melons and the watermelon. (Yahia, 1995).

The Serrano pepper is a highly perishable horticultural product, the post harvest lost is one of the principal problems, and they are attributed mainly to the product handling from the harvest to its consumption. For the above mentioned the objectives of this work were a) to estimate the genetic effects to the duration of the shelf life in serrano pepper (*Capsicum annuum*), b) to characterize the used material by its capacity to keep in optimal conditions during a longer period of time.

In the present research we used seven lines of serrano pepper (*Capsicum annuum*) that were given for the National Institute of Agricultural, Forest and Cattle Research (INIFAP¹). The lines were crossed under the genetic design II of Griffin.

¹ For its Spanish abbreviation

The crosses of the progenitors to obtain the F₁ were carried out under greenhouse conditions at Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. We obtained 21 crosses. The evaluation of the crosses was done at the Experimental station in the south of Tamaulipas (CESTAM¹) from INIFAP¹. It is located at Cuahutémoc Station, Tamaulipas in the area known as “Las Huastecas” during the autumn- winter season of 2001, under irrigation conditions. We worked with the 21 crosses and the seven progenitors.

The characteristics in evaluation were yield (t ha⁻¹), lost commercial value (shelf life) (days), fruit longitude (cm), fruit diameter (cm), fruit weight (g) and lost weight (g each 48 hours).

The analysis of variance showed significant differences ($P \geq 0.01$) among crosses for all the characteristics evaluated. That indicates us that in the progenitors were important genetic actions when they were together in the crosses showed important differences among crosses to the evaluated characteristics.

The general combining ability (GCA) showed significant differences ($P \geq 0.01$) for the characteristics yield and lost weight. That showed us that the expression of those characters the material under research give additive genetic effects. In yield the best progenitor was the number 7 and in lost weight the best progenitor was the number one.

For specific combining ability (SCA) we obtained significant differences ($P \geq 0.01$) in the characteristics for yield, lost commercial value, fruit longitude, fruit diameter, fruit weight that indicate us that the expression of those characters the dominance effects had a very important role and we could obtain hybrids.

The best hybrid for yield was the 1x5 with 75.186 t ha⁻¹ and 118.198 per cent of heterosis, the best hybrid for fruit weight was 6x7 with 15.043g and 244.370 per cent of heterosis, and for fruit longitude was 2x5 with 7.36 cm and 210.11 per cent of heterosis, for fruit diameter was 2x6 with 1.46 cm and 192.00 per cent of heterosis, days to lost commercial value was 3x7 with 27.43 days and 248.73 per cent of heterosis, finally the best material for lost weight each 48 hours was the progenitor 2 with 0.142 g, the progenitor 2 was present in three of the evaluated characteristics, fruit longitude, fruit diameter and lost weight each 48 hours, and the progenitors 5, 6 and 7 were present in two occasions in the evaluated characteristics, yield and fruit longitude for the 5 progenitor, fruit weight and fruit diameter for the 6 progenitor and for the 7 progenitor fruit weight and days to lost commercial value.

The conclusions obtained from the analysis and from the discussion of the work were: a). -We watched significance difference ($P \geq 0.01$) among crosses in all of the evaluated characteristics. We can make selection for the evaluated characteristics. b). -There were differences in the post harvest behavior from the different varieties of serrano pepper (*Capsicum annuum*) that were used in this research. c). -We can say that there were significance differences ($P \geq 0.01$) in fruit weight (g), fruit longitude

(cm), fruit diameter (cm) and days to lost commercial value (days), to specific combining ability (SCA) for that reason we can say that there are good possibilities to make specific hybrids for the those characteristic.

INDICE DE CONTENIDO

Índice de cuadros.....	<i>xvii</i>
Compendio.....	<i>vi</i>
Abstract.....	<i>xi</i>
Introducción.....	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	3
Revisión de literatura.....	4
Generalidades.....	4
Senescencia.....	6
Etileno y respiración durante la maduración.....	7
Frutos climatéricos y no climatéricos.....	7
Síntesis y regulación de etileno.....	9
Metabolismo de la pared celular durante la maduración.....	10
Estructura de la pared celular.....	10
Enzimas hidrolíticas de la pared celular en frutos.....	11
El papel de la expresión genética en la maduración.....	12
El papel de la Biología Molecular e Ingeniería Genética.....	13
Heterosis.....	14
Dialélicos.....	16
Efectos genéticos.....	17

Materiales y Métodos.....	20
Ubicación del sitio experimental.....	20
Características del sitio experimental.....	22
Material genético utilizado.	23
Características Evaluadas.....	23
Evaluación de campo.....	26
Análisis genético.....	27
Resultados y Discusión.....	30
Conclusiones	71
Resumen.....	73
Literatura Citada.....	75

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pag.
3.1	Progenitores de chile serrano y sus características.....	24
3.2	Formación de los híbridos en base a los progenitores utilizados.....	24
4.1	Cuadrados medios de los análisis de varianza individuales para rendimiento para cada uno de los cortes y el total.....	31
4.2	Cuadrados medios de los análisis de varianza individuales para las características rendimiento, peso por fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto, días a pérdida de valor comercial, para cada uno de los cortes.....	33
4.3	Cuadrados medios de los análisis de varianza para el total de cortes de las características peso por fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto, días a pérdida de valor comercial y pérdida de peso.....	37
4.4	Medias, heterosis, ACE y ACG para rendimiento y peso por fruto, para las 21 cruzas y los progenitores en el corte 1 evaluado en el CESTAM y la UAAAN en el año 2001.....	40
4.5	Medias, heterosis, ACE y ACG para longitud de fruto, diámetro de fruto, para las 21 cruzas y los progenitores en el corte 1 evaluado en la UAAAN en el año 2001.....	43
4.6	Medias, heterosis, ACE y ACG de días a pérdida de valor comercial para las 21 cruzas y los progenitores en el corte 1 evaluado en la UAAAN en el año 2001.....	46
4.7	Medias, heterosis, ACE y ACG para rendimiento y peso por fruto, para las 21 cruzas y los progenitores en el corte 2 evaluado En el CESTAM y la UAAAN en el año 2001.....	48
4.8	Medias, heterosis, ACE y ACG para longitud de fruto y diámetro de fruto, para las 21 cruzas y los progenitores en el corte 2 evaluado en el UAAAN en el año 2001.....	51
4.9	Medias, heterosis, ACE y ACG de días a pérdida de valor comercial para las 21 cruzas y los progenitores en el corte 2 evaluado en la UAAAN en el año 2001.....	54

4.10	Medias, heterosis, ACE y ACG de rendimiento para los cortes tres y cuatro para las 21 cruzas y los progenitores evaluados en el CESTAM en el año 2002.....	57
4.11	Medias, heterosis, ACE y ACG de rendimiento y peso por fruto, para las 21 cruzas y los progenitores para el total CESTAM,2002. y UAAAN, 2002.....	60
4.12	Medias, heterosis, ACE y ACG de longitud de fruto, y diámetro de fruto, para las 21 cruzas y los progenitores para el total. UAAAN 2002.....	63
4.13	Medias, heterosis, ACE y ACG de días a pérdida de valor comercial y pérdida de peso, para las 21 cruzas y los progenitores en el total evaluado en el año 2001.....	67
4.14	Cuadro de correlaciones entre las variables evaluadas.....	70

INTRODUCCIÓN.

El chile serrano es un producto de importancia comercial tanto en México como en algunas partes del mundo, las formas en las cuales puede ser consumido son diversas aunque la más popular sea el consumo en fresco. Debido a esto es importante tomar en cuenta que las características del fruto son muy importantes y su manejo de postcosecha es un aspecto en el cual se debe poner especial atención.

Debido a la pérdida de los productos agrícolas en la postcosecha mucha de la ganancia obtenida por los fitomejoradores no se ve reflejada de manera contundente en la mesa de los consumidores.

Dentro de los productos hortícolas, el chile es el tercer cultivo más importante en México precedido únicamente por el tomate y la papa. Así mismo existe una gran diversidad de tipos de chile, en cuanto a forma, sabor, color tamaño y pungencia de los cuales el chile serrano ocupa el primer lugar.

El hambre siempre ha sido uno de los problemas que ha sufrido la humanidad y la pérdida de muchos de los productos agrícolas que se producen en la actualidad es la responsable de que el abasto alimentario no sea suficiente.

En la mayoría de los casos, estas pérdidas son dadas por el manejo que recibe el producto después de que sale del campo, pero en algunas ocasiones esto no es lo único que afecta a las pérdidas de postcosecha, ya que los productos hortícolas son altamente perecederos, y sufren una serie de procesos en los que la composición química de los mismos se ve afectada. Algunos de estos procesos son la pérdida de agua por transpiración y la metabolización de algunos azúcares para poder proveer la energía necesaria para la respiración; a estos procesos se les conoce como senescencia y tienen como consecuencia el deterioro de la calidad del producto y la pérdida de su valor comercial.

Algunos de los aspectos que cambian en el chile serrano son la consistencia (pérdida de humedad) y la coloración del pericarpio, durante periodos largos de almacenamiento para su venta, por tal motivo podemos decir que es un producto que tiene una vida de anaquel corta, por lo que es necesario conocer los factores genéticos del deterioro del fruto, bajo condiciones estándar de almacenamiento.

Objetivo general:

Estimar los efectos genéticos en la duración de la vida de anaquel del chile serrano (*Capsicum annuum*)

Objetivo específico:

Caracterizar los materiales utilizados por su capacidad para mantenerse en óptimas condiciones de comercialización durante un periodo de tiempo mayor.

Hipótesis:

1. La vida de anaquel es un carácter complejo dado por efectos genéticos aditivos principalmente
2. Existe diferencia en el comportamiento de postcosecha de las diversas variedades de chile serrano usados en el presente trabajo.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades.

La superficie mundial de chiles es de alrededor de un millón 250 mil hectáreas, que dan una producción superior a los 16 millones 600 mil toneladas, siendo México el tercer productor mundial con una superficie de 110,000 ha y una producción de 1'118,924 t, el primer lugar lo ocupa china con 7'025,360 t y el segundo Turquía con 1'390,000 t es interesante destacar el incremento del consumo mundial de esta especia, que de 1994 a 1998 fue de 21 por ciento; así también, según información de Estados Unidos, desde hace más de 10 años ha tenido un incremento anual de 12 por ciento en ese país (Pozo 2001).

El auge en la producción de chiles picosos y pimientos esta caracterizado principalmente por un aumento en la superficie de producción de las cuatro principales variedades, las cuales en términos generales mostraron un incremento de 9 por ciento anual en los últimos cuatro años, en otras palabras los productores de chile verde, jalapeño pimiento y chile seco han compartido el auge por igual. De acuerdo con los datos de Secretaria de Agricultura Ganadería (SAGARPA) la superficie dedicada a el chile verde representa actualmente un 47 por ciento del total, mientras que los chiles secos (mulato, pasilla, ancho) ocupan un 32 por ciento de la misma y el resto lo ocupan pimiento y especialidades (Rodríguez 2002)

Actualmente el cultivo de chile tiene una gran importancia social y económica en México. En el ciclo de producción 2001-2002 (hasta mayo 31, 2002) 156,400 ha fueron sembradas con chile, con una producción de un millón 878 mil t. Los chiles son comercializados en salsas, encurtidos, chile seco y en polvo, para preparar diferentes comidas mexicanas como moles, conservas y para colorear en general (Montes 2002).

México produce 25 millones de toneladas anuales de frutas y hortalizas de clima templado, subtropical y tropical, equivalentes al 2 por ciento de la producción mundial de dichos productos, además de que se utilizan cerca de 7,000 ha para la producción de plantas ornamentales. Entre los principales productos hortícolas se encuentran el tomate, la papa, los chiles, los melones y las sandías (Yahia, 1995).

Las frutas y vegetales frescos, en su calidad de altamente perecederos sufren pérdidas elevadas directamente entre el campo y el consumidor final. La pérdida directa es la eliminación del producto por factores como el deterioro microbiano o la destrucción por diversos agentes como los insectos, mientras que las pérdidas indirectas se refieren a la reducción de la calidad del producto hasta un punto en el cual no se puede ser vendido ni consumido (Yahia e Higuera, 1992).

Las pérdidas en postcosecha ocurren desde la selección y preparación del producto, en la recolección y en la postcosecha. Actualmente se desconoce con exactitud la magnitud de las pérdidas de alimentos en Latinoamérica, sin embargo, la

FAO reporta que se pierden entre el 20 y el 33 por ciento de todos los alimentos producidos.

Senescencia.

Al proceso fisiológico de deterioro de un fruto o de una planta se le conoce como senescencia. Las plantas se desarrollan continuamente desde su germinación hasta su muerte. La última parte del proceso del desarrollo que lleva de la madurez a la completa y final pérdida de la organización y funciones se denomina senescencia. Es característico del detrimento del vegetal que la senescencia no sea simplemente un descenso paulatino de los procesos vitales sino un proceso o serie de procesos muy bien ordenados y programados. Las plantas no se van “desintegrando” o “deshaciendo” al envejecer; envejecen igual que se desarrollan, de modo ordenado. (Bidwell, 1979)

La maduración de frutos es un complejo proceso regulado durante el desarrollo de la planta. Normalmente hay un incremento dramático en la biosíntesis de etileno (el principal regulador del proceso) y en la tasa respiratoria (Biale y Young, 1971). También hay cambios en la tasa de degradación de la clorofila, en la síntesis de pigmentos carotenoides, la hidrólisis de la pared celular, cambios en expresión genética y actividades enzimáticas, síntesis y liberación de compuestos volátiles y abscisión del fruto (Rattanapanone *et al.* 1978).

Todos estos fenómenos son manifestaciones externas de una serie de eventos bioquímicos que reflejan una marcada actividad metabólica. Colectivamente estos fenómenos contribuyen a la modificación del sabor, la textura, el color y otras características que constituyen la calidad del fruto (Brady, 1987).

Hace algunos años se pensaba que la maduración era debida a una serie de reacciones catabólicas asociadas con cambios en la permeabilidad de las membranas y con una disminución en la turgencia estructural de la célula, lo que resultaba en la liberación o activación de enzimas hidrolíticas. Este punto de vista ya no es válido, dado que estudios recientes en biología molecular han demostrado convincentemente que la maduración y el ablandamiento de los frutos requieren la expresión de genes específicos (Gómez, 1991).

Etileno y respiración durante la maduración.

Frutos climatéricos y no climatéricos.

La maduración de frutos implica una gran variedad de procesos, teniendo lugar marcadas variaciones en el metabolismo entre diversos tipos de frutos. A pesar de todo esto, los frutos se han clasificado como climatéricos o no climatéricos, con relación a su clasificación de respiración y de síntesis de etileno durante la maduración.

Los frutos climatéricos se caracterizan por una incrementada tasa respiratoria que tiene lugar durante las primeras fases de la maduración. La magnitud de este

incremento respiratorio varía enormemente de acuerdo al fruto. Ahora se sabe que este incremento respiratorio está asociado con un patrón similar a la síntesis de etileno. La producción de etileno por los frutos es variable al igual que la respiración. De tal manera que todos los frutos climatéricos se caracterizan por tener incrementos transitorios en la respiración y en la síntesis de etileno. En general, la tasa de producción de etileno es proporcional a la tasa respiratoria en cualquier fruto aunque no necesitan estar sincronizados.

Los frutos no climatéricos, cuyos principales representantes son los cítricos, no muestran ningún incremento en la respiración durante la maduración. De hecho en muchos casos hay una disminución en su respiración. Se puede apreciar claramente que la magnitud de la tasa respiratoria varía al igual que con los frutos climatéricos. Los frutos no climatéricos tampoco presentan un incremento en la síntesis de etileno.

Aparte de las diferencias en su actividad respiratoria y en la síntesis de etileno, estos dos grupos de frutos también presentan diferencias en su respuesta al etileno exógeno. La aplicación de etileno a frutos no climatéricos resulta en una tasa respiratoria incrementada. Esta tasa es proporcional a la concentración de etileno exógeno y declina a niveles basales al retirar el etileno. En frutos climatéricos, el principal efecto del etileno exógeno es la aceleración de la respiración climatérica, es decir tiene lugar antes y este efecto es proporcional a la concentración del regulador. Esta diferencia es causada por la carencia de síntesis autocatalítica de etileno en frutos no climatéricos. Estos frutos producen etileno, pero no son capaces de responder autocatalíticamente al etileno exógeno. Por ello se ha postulado que existen

dos sistemas de producción de etileno en los frutos: El sistema I produce etileno “basal” y por heridas mientras que el sistema II es responsable de la autocatálisis. De acuerdo a esta definición los frutos climatéricos poseen ambos sistemas, mientras que los no climatéricos solo poseen el sistema I. Es posible que ambos sistemas representen diferentes mecanismos de control de una misma vía biosintética.

Síntesis y regulación de etileno.

Aunque la ruta biosintética del etileno fue determinada en frutos de manzana (Yang and Hoffman, 1984), se ha demostrado que es similar en otros frutos. Las dos enzimas claves de la ruta son aquellas que catalizan la conversión de S-adenosilmetionina (SAM) al ácido 1-amino ciclo propano (ACC) y de la ACC a etileno, llamadas respectivamente ACC sintetasa y enzima formadora de etileno (EFE). Los niveles de estas enzimas son muy bajos en frutos preclimatéricos pero se incrementan al aumentar la producción de etileno. Al parecer el factor limitante para la síntesis de etileno es la ACC sintetasa. La aplicación de ACC a frutos climatéricos resulta en un incremento de 5 veces en la producción de etileno, sin embargo normalmente este incremento puede ser de hasta 200 veces. Esto indica claramente que la actividad de EFE también se incrementa durante el climatérico. La acción del etileno se ha estudiado en jitomates mutantes, los cuales no maduran adecuadamente (Brady, 1987). Un análisis de sus características revela que tienen alteradas una serie de características. El tratamiento de estos frutos con etileno exógeno puede inducir la actividad de EFE al igual que con los frutos normales, pero no se detecta actividad de ACC sintetasa. Las heridas pueden inducir tanto la actividad de ACC sintetasa como

de EFE en frutos mutantes. Esta situación es similar a lo que acontece en frutos no climatéricos.

Metabolismo de la pared celular durante la maduración.

Estructura de la pared celular

La maduración de muchos frutos está asociada con cambios en la textura y un ablandamiento extensivo del tejido. Diversos frutos se pueden ablandar a tasas diferentes y en grados diversos. Esto probablemente refleja el hecho de que hay diferentes mecanismos operando en el ablandamiento. Aunque puede haber ablandamiento por pérdida de turgencia o degradación del almidón, es más comúnmente aceptado que son las modificaciones de la pared celular las principales causas del ablandamiento y del cambio en textura.

La pared celular de las plantas superiores está formada por polímeros de carbohidratos en un 90-95 por ciento y el resto (5-10 por ciento) son glucoproteínas (McNeill, *et al.* 1984). De una manera muy general se han clasificado a los polímeros en tres grupos comunes a todas las plantas, aunque las proporciones de los distintos carbohidratos pueden variar dependiendo de las plantas en cuestión. Los grupos son celulosa, hemicelulosa y pectinas.

Aparentemente las paredes celulares de los frutos son muy similares a las paredes celulares primarias de otras plantas, excepto tal vez en que son más

abundantes las pectinas y, en consecuencia, hay una mayor proporción de laminilla media a pared primaria, un hecho importante para el proceso de ablandamiento.

Enzimas hidrolíticas de la pared celular en frutos

Estudios por microscopía electrónica han demostrado que hay cambios en la pared celular durante la maduración (Themmen, *et al.*, 1982). Tanto en aguacate como en jitomate hay disolución de la laminilla media mientras que las microfibrillas de celulosa se vuelven menos compactas. Estas evidencias han servido para postular que existen mecanismos enzimáticos durante la maduración. Las enzimas que se han postulado como las principales responsables del proceso de ablandamiento son la poligalacturonasa o pectinasa, la celulasa y la pectinmetil esterasa.

Pectinasa: Esta enzima muestra una cercana asociación temporal con la maduración, además de estar físicamente asociada con la pared celular. En frutos inmaduros, prácticamente no se detecta actividad de pectinasa, pero al aproximarse el periodo de maduración hay un incremento sustancial que se puede detectar a nivel de actividad enzimática, enzima proteína y ARN mensajero (Turcker and Grierson, 1982). Se sabe que hay isoformas de esta enzima que constituyen modificaciones post-transduccionales. Cuando la enzima pura se incuba en presencia de paredes celulares aisladas, es posible detectar toda una serie de compuestos liberados por la pared (Themmen, *et al.*, 1982). El sitio principal de actividad de la enzima es la laminilla media.

Celulasa: Al igual que en el caso de la pectinasa, la actividad de la celulasa se incrementa durante la maduración (Christofferson, *et al.*, 1984). Sin embargo la asociación con la maduración no parece ser tan clara. Aparentemente es la acción conjunta de la celulasa con otras enzimas (como la pectinasa) lo que hidroliza las paredes celulares y lo que posibilita la acción de la celulasa.

Pectinmetil esterasa: Al igual que la pectinasa, esta enzima se encuentra asociada físicamente con la pared celular. A menudo se ha sugerido que la función de esta enzima es la desesterificación de las pectinas de la laminilla media para permitir la actividad de la pectinasa. Este proceso podría facilitar la despolimerización de las pectinas (Themmen *et al.*, 1982) Los niveles de esta enzima normalmente son altos en frutos inmaduros y disminuyen hasta poco antes de la maduración (Brady, 1987; Ray *et al.*, 1988). Esta correlación negativa entre los niveles de la pectinmetil esterasa y la maduración de los frutos ha sido utilizada por algunos investigadores como un útil indicador del tiempo que falta para que el fruto madure (Awad and Young, 1979).

El papel de la expresión genética en la maduración.

Síntesis de proteínas: Hace más de 30 años se descubrió que las manzanas incrementaban el contenido de nitrógeno proteínico durante la maduración. Subsecuentemente se observó que los aminoácidos radioactivos podían incorporarse en gran número de frutos durante la maduración (aguacate, pera, manzana, plátano y jitomate). Esto indicaba que las células del fruto tenían la capacidad para la síntesis proteica durante la maduración. También se demostró que durante la maduración

continúa la síntesis de algunas proteínas, otras proteínas cesan de producirse y algunas más son producidas específicamente (Rattanapanone *et al.*, 1978; Brady 1987). Estos cambios en síntesis de proteínas durante la maduración podrían explicarse por regulación transduccional de ARNm preexistentes o por la aparición de nuevos ARNm. Estudios recientes han confirmado que en una gran variedad de casos los cambios en la síntesis proteica se deben a cambios transcripcionales, es decir a la expresión de nuevos genes (Grierson *et al.*, 1985; Lincoln *et al.*, 1987; Brady 1987, Themmen, *et al.* 1982; Christofferson *et al.*, 1984).

El papel de la Biología Molecular e Ingeniería Genética.

El estudio de la maduración de frutos sólo se ha realizado en jitomate y aguacate. En el caso del jitomate la investigación efectuada por largo tiempo ha facilitado el trabajo en el área de biología molecular. Se han logrado aislar los genes para la poligalacturonasa y la pectinmetil esterasa (Ray *et al.*, 1988; Dellapenna *et al.*, 1986). La transformación de plantas es actualmente la herramienta más poderosa que existe para estudiar el papel de un gen en la planta.

Un aspecto en donde la ingeniería genética ha sido de mucha utilidad es en lo relativo a la síntesis de etileno. Recientemente se aislaron los genes de la ACC sintetasa de jitomate y de calabacita Zucchini (Sato and Theologis, 1989), se transformaron plantas de jitomate con este gen en antisentido y se bloqueó la síntesis del etileno. Los jitomates resultantes tardaban mucho tiempo en ablandarse.

Como se mencionó anteriormente, el etileno tiene la capacidad para acelerar la maduración y el ablandamiento de frutos. Es decir es el responsable de que haya una sobre maduración. En la actualidad los frutos tienen dos tipos de problemas: sobremaduración y plagas. La manipulación de los genes de la síntesis del etileno en jitomate ha permitido el bloquear la acción del etileno lo cual redundó en un ablandamiento retardado pero el ablandamiento se podía controlar (acelerar) al aplicárseles a los frutos una pequeña cantidad de etileno.

Heterosis.

La heterosis se describe como el vigor híbrido tal que un híbrido F_1 cae fuera del intervalo de sus genitores con respecto a uno o varios caracteres. Generalmente se aplica a tamaño, velocidad de crecimiento o buenas características agronómicas generales; vigor aumentado que resulta algunas veces de un cruzamiento entre dos progenitores endógamos genéticamente diferentes; algunos genetistas consideran también la existencia de una heterosis negativa, cuando hay una disminución de vigor (Robles, 1971).

Complementario al fenómeno de depresión endogámica es el fenómeno opuesto “el vigor híbrido” o heterosis. La heterosis es simplemente la depresión endogámica invertida. Así el número de cruces se hacen al azar entre las líneas, se espera que el valor medio de cualquier carácter en la progenie cruzada se revierta al valor que tenía en la población base. En otras palabras, se espera que sea la heterosis al hacer cruzamiento sea igual a la depresión endogámica (Falconer, 1971).

Los estudios sobre heterosis y vigor híbrido se iniciaron en forma organizada y amplia desde casi principios del siglo XX, en maíz. Como consecuencia casi directa de los resultados obtenidos con maíz se han estudiado muchas otras plantas con respecto al vigor híbrido, pudiéndose decir en general, que la heterosis puede manifestarse tanto en plantas alógamas como autógamas (Brauer 1969).

De la Cruz *et al.*(1999) observaron que en los resultados obtenidos del análisis de varianza para determinar la ACG y ACE, este análisis detectó diferencias altamente significativas para ACE más no para ACG, encontró que a medida que la diversidad genética de los progenitores se incrementa aumenta también la significancia para ACG y ACE. La alta significancia para ACE sugiere la existencia de cruzamientos específicos que pueden ser utilizados para la formación de híbridos .

Cheryld y Scott (1995) trabajando con tomate en el control de la ruptura de cutícula encontraron que los efectos aditivos fueron significativos ($P < 0.05$) para todas las cosechas. En un ambiente de estrés alto (cosecha 3) los efectos de dominancia fueron negativos y significantes ($P < 0.05$) y una heredabilidad baja con un rango de 0.54 a 0.67 con un aumento al incrementarse el estrés ambiental. La ACG fue significativa para todas las cosechas. Sin embargo la ACE fue significativa solo para la cosecha 3 ($P < 0.05$).

Kevin *et al.*, (1995) trabajando con un grupo de líneas de pepinillo para encurtido dentro de los cuales había partenocarpicos y no partenocarpicos encontraron que la ACG fue mayor que la ACE para todos los tratamientos antes y

después de ser procesados, las variables firmeza de fruto, firmeza de mesocarpio, firmeza de endocarpio, longitud de fruto y diámetro de fruto, se correlacionaron positivamente genotípica y fenotípicamente una con otra. La cavidad seminal, diámetro de la cavidad y diámetro de fruto se correlacionaron positivamente entre sí pero fueron negativas para todas las demás variables.

La heterosis en la berenjena es alta con una ganancia en híbridos de 33 por ciento (Tiwari, 1966) a 97 por ciento (Darne, 1977), esto debido a que las flores de la berenjena son perfectas y normalmente de auto polinización, la tasa natural de entrecruzamiento es cercana a cero. Además la polinización manual es sencilla y produce varias semillas por cruza. El chile es un cultivo anual, de auto polinización con una tasa de entrecruzamiento de 25 por ciento (Dikhil *et al.*, 1973), reporta heterosis para rendimiento de un 28 a un 47 por ciento donde los niveles mas altos ocurren cuando grupos ecológicos diferentes con distintos progenitores son usados como padres. En estudio hecho en Israel donde el chile es cultivado para exportar, se obtuvo una ganancia de 9 por ciento en rendimiento total en los híbridos, pero también se observó una ganancia de 75 por ciento en la calidad de exportación (Shifriss y Rylski, 1973).

Dialélicos

Las cruza dialélicas, las cuales se componen de las cruza simples que pueden lograrse entre los elementos de un conjunto básico de líneas progenitoras, constituyen un procedimiento estándar de investigación genética de las plantas y

animales. Las cruzas dialélicas se emplean para estimar componentes genéticos de la variación entre los rendimientos de las propias cruzas, así como su capacidad productiva (Martínez, 1983).

De acuerdo con Hayman (1960), el análisis genético de las cruzas dialélicas se atacó inicialmente desde tres diferentes puntos de vista. Las diferencias ocurridas, según Hayman, en el material propuesto para investigación, en el mecanismo genético fundamental considerado y en los métodos de estimación.

Efectos genéticos

El tipo de acción génica es la manera en que un gene manifiesta su efecto, sea en forma individual o en combinación con otro u otros genes, donde este tipo de acción es puramente genético. La acción conjunta del o los genes y el ambiente ecológico, también forma parte importante en el estudio de las acciones génicas y es lo que se conoce como interacción genotipo ambiente. La acción puramente genética puede resultar del efecto individual o conjunto de los genes en un mismo locus o de la acción conjunta de genes de diferente loci, en el primer caso la acción génica es intralocus; en el segundo es interloci o epistática. Entonces, los tipos de acción génica pueden tener su origen en: a) la acción génica intralocus,; b) la acción génica interloci y c) la interacción entre el o los genes y el ambiente. (Molina, 1992)

Sprague y Tatum(1942) definen la aptitud combinatoria (AC) como el comportamiento medio de una línea, en las combinaciones híbridas al cruzarse con

otras líneas, o bien al comportamiento de una o varias líneas al cruzarse con una variedad de amplia base genética.

La aptitud combinatoria general (ACG) se define como el efecto promedio que una línea imparte a sus cruzas, medida como la desviación de la media general, es decir es lo que una línea hereda a sus descendientes en promedio de muchas cruzas. Aptitud combinatoria específica (ACE) se refiere a la desviación o sesgo del comportamiento predicho en base a las aptitudes combinatorias generales de los padres.

Robles (1971) define la aptitud combinatoria (AC) como el comportamiento medio de una línea, en las combinaciones híbridas al cruzarse con otras líneas, o el comportamiento de una o varias líneas al cruzarse con una variedad de acción génica amplia o el de la cruce entre variedades. La aptitud combinatoria específica (ACE) también se puede describir como todos los efectos de los que no se pueda dar cuenta el esquema aditivo. Estos pueden ser el resultado de la dominancia, la epistasis, las interacciones. La aptitud combinatoria general (ACG) incluye la acción génica aditiva de líneas puras o en proceso de formación. La ACG de las líneas se determina por medio de ensayos de rendimiento de los mestizos.

Jugenheimer (1981) y Phoehlman (1987) mencionan que la ACG proporciona información sobre qué líneas puras pueden producir los mejores híbridos cuando se cruzan con otras líneas, los mismos autores indican , en relación con la ACE, que

pueden usarse probadores adecuados para determinar qué líneas pueden sustituirse en los híbridos actuales o usarse en nuevos híbridos prometedores.

La aptitud combinatoria general se evalúa mediante el uso de un probador que puede ser cualquier material genético que permita medir la aptitud combinatoria de un grupo de líneas con el cual se cruza. Los principales tipos de probadores son: probador de amplia base genética, probador de reducida base genética, probador emparentado y probador no emparentado. Hull (1945) concluyó que el probador mas eficiente sería aquel que fuere homocigoto recesivo en todos los loci y que la homocigocidad para los alelos dominantes en cualquier locus, debería de evitarse.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los cruzamientos del material parental para obtener la F_1 , se realizaron en el Invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) y la evaluación se realizó en el Campo Experimental del Sur de Tamaulipas (CESTAM), del Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado en Estación Cuauhtémoc, Tamaulipas en la región de las Huastecas

La región de las Huastecas se encuentra ubicada en la parte oriental de la República Mexicana entre los paralelos $21^{\circ} 08'$ y $23^{\circ} 20'$ de latitud norte. Su extensión territorial es de $45,109 \text{ km}^2$ de los cuales el 33 por ciento corresponden al sur de Tamaulipas.

Según la clasificación de Köppen y de acuerdo a las modificaciones de García (1973), en la planicie Huasteca se pueden encontrar tres clases de climas. El clima del tipo cálido subhúmedo o Awo, perteneciente al grupo de climas cálido húmedos [A], que es el dominante y abarca toda la parte central y oeste de la Planicie Huasteca. Los otros dos tipos existentes son el clima seco y el semicálido; el primero se encuentra al norte de la planicie y el segundo hacia el sur de la misma.

Aproximadamente el 80 por ciento de las lluvias se presentan en los meses de Junio a Octubre. Los promedios anuales de precipitación varían de 800 mm para las partes más secas al norte del área, hasta 1300 mm en el sur y oeste de la planicie donde empiezan las sierras,

La temperatura media anual oscila entre los 20° y 25° con máximas extremas de 43° a 45° y mínimas de 0° a - 7° C.

Los suelos más importantes en la Planicie Huasteca se pueden clasificar en tres tipos:

Vertisoles.- Son suelos muy arcillosos con más de 50 por ciento de partículas finas. Esto los hace muy pesados, difíciles de trabajar y con mal drenaje. Tiene un pH alrededor de 8.0.

Rendizinas.- Muy parecidos a los vertisoles pero de poca profundidad. Tienen algo de estructura de tipo granular débil, lo que permite que estén libres de problemas de drenaje. Poseen altos niveles de nitrógeno, pero debido a su poca profundidad no son muy adecuados para la mayoría de los cultivos.

Fluvisoles.- Estos suelos se encuentran en las márgenes de los ríos, son profundos con textura más ligeras y buena estructura. El pH es de 7.5, no tiene problemas de salinidad ni de drenaje.

Características del sitio experimental

Localización geográfica: El Campo Agrícola Experimental Sur de Tamaulipas (CESTAM), el cual forma parte del Centro de investigación Regional del Noreste dependiente del INIFAP; se localiza en el Km 55 de la carretera Tampico-Mante en las coordenadas: latitud 22°34' norte y longitud 98°05' oeste dentro de la región Huasteca en el oriente de la República Mexicana.

Clima: De acuerdo a la clasificación de Köppen y modificada por García el clima del Campo Experimental Sur de Tamaulipas corresponde al grupo de climas cálido subhúmedo Awo que se localiza a lo largo de la vertiente este de la Sierra Madre Oriental y costa cercana a ella; este mismo tipo de clima se tiene en el 74 por ciento del área de influencia del CESTAM; el 26 por ciento restante corresponde al grupo cálido seco, que predomina en la zona norte y en la costa de la parte noreste. La temperatura media anual oscila alrededor de los 24.5°C; las máximas ocurren en abril y mayo variando 32 a 50°C y las mínimas ocurren en diciembre y enero con rango de 3 a 10°C llegando a presentarse ocasionalmente temperaturas de -5 a -6°C. En los meses de noviembre a marzo la región se ve afectada por masas de aire frío continental llamadas “nortes” por efectos de los sistemas de baja presión que además de deshidratar el follaje de los cultivos puede provocar acame y quebrado de ramas.

Suelo: Los suelos de la región están clasificados como rendzinas y rendzinas degradados, a los que se les considera como suelos arcillosos. Tienen colores

oscuros debido a la materia orgánica la cual varía de un 2 a un 3 por ciento con cantidades considerables de carbonato de calcio.

Los suelos del CESTAM presentan un perfil profundo de más de 50 cm; encontrándose en primer término el vertisol pélico y en segundo término el regosol eutrico, la textura que predomina es la franco-arcillo-arenosa; presentan un pH que oscila alrededor de 8.2 y son pobres en materia orgánica.

Altitud: La altura de la planicie Huasteca del sur de Tamaulipas va de 0 a 250 m sobre el nivel del mar. El Campo Experimental se encuentra a 60 m sobre el nivel del mar.

Material genético utilizado

El material genético utilizado fueron siete líneas experimentales de chile serrano (Cuadro 3.1); se realizaron cruza bajo un diseño genético de cruza dialélicas siguiendo el método II de Griffin. De este modo, para siete progenitores se obtuvieron 21 cruza simples, como se muestra en el Cuadro 3.2.

Características Evaluadas:

- A. **Rendimiento:** Se tomó en cuenta el rendimiento de fruto obtenido en cuatro cortes que se hicieron del 29 de noviembre del 2001 al 20 de febrero del 2002 en total de toneladas por hectárea ($t\ ha^{-1}$).

Cuadro.3.1 Progenitores de chile serrano y sus características.

N° de Progenitor	Línea progenitores	Ciclo De Producción	Altura Planta (m)	Tipo de Ramificación	pubescencia		Color de fruto		Otra Clasificación
					Ramas	Hojas	Verde	Maduro	
1	CHISER 74-5	P	40-50	ALT-ASC	G	G	EC	R	Planta compacta de abundante ramificación basal.
2	CHISER 74-26	PI	70-90	ALT-ASC	G	G	E	NR	Ramas flexibles; ramificación basal
3	CHISER P8-60	PI	60-80	DIC-ASC	G	G	E-EO	A	Frutos grandes y pesados
4	CHISER 21-20-13	PI	60-80	DIC-ASC	I	I	EO	N	Planta compacta de follaje verde grisáceo
5	CHISER 16-34	PI	70-80	DIC-ASC	I	Es	E	AN	Frutos con excelente apariencia
6	CHISER 28.102.13	T	70-90	ALT-ASC	G	G	E	C	Fruto firme de alta calidad
7	CHISER 29-119	T	80-100	ALT-ASC	I	I	EO	R	Frutos largos y delgados

P = precoz, I = intermedio, T = tardío, Alt = Alterna, Asc = Ascendente, Dic = Dicotómica, G = Glabro, Es = Escasa, I = intermedia, A= Abundante, E= Verde Esmeralda, Cl = claro, O = Oscuro, A = Amarillo, N = Naranja, C = Café, R= Rojo.

Cuadro 3.2 Formación de los híbridos en base a los progenitores utilizados.

N° de	1	2	3	4	5	6	7	
Progenitor	Progenitores	74-5	74-26	P8-60	21-20-13	16-34	28-102-13	29-119
1	74-5	XX						
2	74-26	XX	XX					
3	P8-60	XX	XX	XX				
4	21-20-13	XX	XX	XX	XX			
5	16-34	XX	XX	XX	XX	XX		
6	28-102-13	XX	XX	XX	XX	XX	XX	
7	29-119	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX

- B. Días a Pérdida de Valor Comercial (vida de anaquel):** Se contaron los días que tardó el fruto en cambiar de un color verde a un rojo, naranja o amarillo (dependiendo del tipo de coloración que manifiesten los progenitores a maduración total) así como los días en los que dichos frutos perdieron su aspecto turgente y ya no fueron comerciables. La medición se llevó a cabo cada 48 horas desde el día de la cosecha hasta la pérdida de valor comercial.
- C. Longitud del fruto:** Se midieron cinco frutos representativos de cada una de las muestras de repeticiones y cortes para obtener la longitud promedio de fruto en centímetros (cm).
- D. Diámetro de fruto:** Se midieron cinco frutos representativos de cada una de las muestras de repeticiones y cortes para obtener el diámetro promedio de fruto en centímetros (cm).
- E. Peso por fruto:** Se tomó el peso en gramos (g) de cada uno de los cinco frutos seleccionados y se pesaron al momento de arribo de la muestra, se numeraron los frutos que se usaron y se identificaron para continuar con el pesado de fruto y las observaciones.
- F. Pérdida de peso:** La medición se realizó pesando cinco frutos de las muestras, mismos que fueron marcados asignándoles un número y

manteniéndolos en condiciones de almacenamiento, se pesaron cada 48 horas desde la cosecha hasta que los frutos perdieron su valor comercial.

Evaluación de campo.

Las 21 cruzas simples y los siete progenitores se establecieron en un diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones. La siembra se realizó el 22 de junio del 2001 en los invernaderos del CESTAM para su posterior transplante el 21 de agosto del 2001; la parcela experimental la formó una cama de 1.84 m de ancho y 2 m de longitud, para una área de 3.68m². Se utilizó una separación de 30 cm entre plantas para obtener una densidad aproximada de 36,200 plantas por hectárea. La parcela útil consistió de cinco plantas, mismas que se estuvieron muestreando durante el desarrollo del trabajo.

Para el manejo agronómico del trabajo se siguió el paquete tecnológico generado para el cultivo de chile por el INIFAP en el sur de Tamaulipas (INIFAP, 2001)

El modelo del diseño experimental utilizado es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + \epsilon_{ijk}$$

μ = media

β_i = Bloques o repeticiones

τ_j = Tratamientos

ϵ_{ijk} = Error Experimental.

Análisis genético.

Se estimaron los efectos genéticos de los diferentes caracteres, mediante el método II de Griffín con ayuda del programa Diallel con el cual se estima la ACE la ACG y la heterosis para cada una de las características a evaluar. El análisis se realizó bajo el modelo genético estadístico:

- Análisis genético estadístico combinado

$$Y_{ijkl} = \mu + \tau + \lambda_k + \alpha_l + (\delta\alpha)_{il} + (\delta\alpha)_{jl} + (\xi\alpha)_{ijl} + \epsilon_{(ijkl)}$$

Donde.

$i, j = 1, 2, 3, \dots, p$ = Progenitores

$k = 1, 2, 3, \dots, r$ = Repeticiones

$l = 1, 2, \dots, a$ = Cortes

Y_{ijk} = Valor fenotípico de la i jésima craza o progenitor en la k ésima repetición del l ésimo corte.

μ = Media Poblacional

δ_i = Efecto de la ACG del i ésimo progenitor

δ_j = Efecto de la ACE del j ésimo progenitor

ξ_{ij} = Efecto de la ACE del i ésimo progenitor con el j ésimo progenitor

λ_k = Efecto de la k ésima repetición

α_l = Efecto del l ésimo corte.

$$T = \frac{P(P-1)}{2}$$

R = Repeticiones

P = Progenitores

$(\delta\alpha)_{il}$ = Efecto de la interacción de la ACG del *i*ésimo progenitor con el *l*ésimo corte.

$(\delta\alpha)_{jl}$ = Efecto de la interacción de la ACG del *j*ésimo progenitor con el *l*ésimo corte.

$(\xi\alpha)_{ijl}$ = Efecto de la interacción del *i*ésimo progenitor con el *j*ésimo progenitor el *l*ésimo corte.

ε_{ijkl} = Efecto aleatorio inherente a la *ij*ésima cruza en la *k*ésima repetición del *l*ésimo corte.

Con el fin de calcular la heterosis se utilizó la siguiente fórmula :

$$H = \frac{F_1 - \frac{(P_1 + P_2)}{2}}{\frac{(P_1 + P_2)}{2}} * 100$$

Donde:

H = Heterosis

F_1 = al valor del híbrido

$\frac{(P_1 + P_2)}{2}$ = al promedio del progenitor 1 mas el progenitor 2 de la F_1

100 = a una constante para transformar a por ciento.

La significancia estadística de las estimaciones de la aptitud combinatoria se probó mediante una prueba de t o diferencia mínima significativa como indican Chaudary y Sing (1977):

$$DMS \alpha = EE \times t(\alpha, g l e)$$

Donde:

DMS α = diferencia mínima significativa a una probabilidad α (0.05)

EE = error estándar para una comparación de medias.

$t_{\alpha, g l e}$ = valor de las tablas, apropiado a los grados de libertad del error experimental a una probabilidad α (0.05)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

En base a las hipótesis planteadas en el presente trabajo de que la vida de anaquel es un carácter complejo debido principalmente a efectos genéticos aditivos, existe diferencias en el comportamiento de postcosecha de las diversas variedades de chile serrano usadas en el presente trabajo.

En el Cuadro 4.1 se muestran los cuadrados medios de los análisis de varianza para rendimiento ($t\ ha^{-1}$) para cada uno de los cortes y el total, evaluadas en el Campo Experimental Sur de Tamaulipas (CESTAM) en el año 2001. Se observaron diferencias significativas ($P \geq 0.01$) para cruza en los cortes uno, dos, cuatro y total, el corte tres no presentó diferencias significativas para ninguna de las fuentes de variación, se presentaron además diferencias significativas ($P \geq 0.01$) para ACG y ACE en los cortes uno, dos, cuatro y para el total.

Los cortes uno y tres presentaron los mayores coeficientes de variación para rendimiento con valores de 19.071 por ciento y 19.682 por ciento respectivamente, pero estos valores fueron equilibrados en el total el cual presentó un valor de 6.299 por ciento de coeficiente de variación; en todos los casos los coeficientes de variación obtenidos (inferiores al 20 por ciento), indican el alto grado de confiabilidad de los resultados.

Cuadro. 4.1 Cuadrados medios de los análisis de varianza individuales para rendimiento para cada uno de los cortes y el total.

FV	G.L.	Rendimiento (t ha ⁻¹)				Total
		Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	
REP	2	10.162 ns	0.456 ns	2.179 ns	1.781 ns	8.582 ns
CRUZAS	27	120.959 **	119.222 **	9.686 ns	12.886 **	534.619 **
ACG	6	35.603 **	68.343 **	10.248 ns	13.726 **	279.593 **
ACE	21	145.347 **	133.759 **	9.526 ns	12.646 **	607.484 **
ERROR	54	3.829	3.635	6.388	3.158	11.036
C.V.(por ciento)		19.071	12.22	19.682	12.656	6.299

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 niveles de probabilidad respectivamente

En el Cuadro 4.2 se muestran los cuadrados medios de los análisis de varianza dialélicos de las características peso por fruto (g), longitud de fruto (cm), diámetro de fruto (cm) y días a pérdida de valor comercial (días) de las 21 cruzas resultantes entre las 7 líneas, evaluadas en dos cortes en el CESTAM en el año 2001. Se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre repeticiones para las características peso por fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto y días a pérdida de valor comercial para los dos cortes; probablemente esto se debió a que del material cosechado en cada repetición se tomó una muestra y estas a su vez fueron sub-muestreadas con el fin de tener un igual número de observaciones por muestra (cinco frutos). No existió diferencia significativa para repeticiones en rendimiento en ninguno de los cuatro cortes.

Se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre cruzas para peso por fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto y días a pérdida de valor comercial, indicando esto que las líneas usadas como progenitores tienen diferencias en sus características, lo que se traduce en que las cruzas sean diferentes entre sí para las características antes mencionadas (Cuadro 4.2).

Con respecto a la aptitud combinatoria general (ACG) hubo diferencias significativas ($P \leq 0.01$) para la característica de días a pérdida de valor comercial para el primer corte, esto nos indica que al menos una línea difiere de las otras usadas en esta investigación, esto debido principalmente a los efectos aditivos.

Cuadro. 4.2 Cuadrados medios de los análisis de varianza individuales para las características rendimiento, peso por fruto, longitud de fruto (long), diámetro de fruto (Diam), días a pérdida de valor comercial (DPV), para cada uno de los cortes.

FV	G.L.	Corte 1				Corte2			
		Peso por fruto (g)	Long (cm)	Diam (cm)	DPV (días)	Peso por fruto (g)	Long (cm)	Diam (cm)	DPV (días)
REP	2	127.073 **	42.550 **	1.662 **	324.250 **	175.465 **	37.838 **	1.765 **	572.603 **
CRUZAS	27	46.782 **	11.655 **	0.430 **	167.910 **	46.569 **	12.332 **	0.462 **	205.802 **
ACG	6	12.330 Ns	2.763 ns	0.059 ns	105.643 *	7.898 ns	3.670 ns	0.091 ns	49.451 Ns
ACE	21	56.625 **	14.196 **	0.537 **	185.709 **	57.618 **	14.807 **	0.568 **	250.474 **
ERROR	54	15.800	4.207	0.174	43.993	12.727	3.201	0.144	52.903
C.V.(por ciento)		42.520	41.31	42.989	40.610	35.950	34.880	37.355	35.210

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 niveles de probabilidad respectivamente

En cuanto a la aptitud combinatoria específica (ACE) existen diferencias significativas ($P \leq 0.01$) para las características, peso por fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto, días a pérdida de valor comercial para los dos cortes, indicando que al menos una de las cruzas difiere de las demás en ACE para estas características, esto a causa de los efectos no aditivos a las diferencias genéticas de las líneas.

Al desglosar las cruzas en ACG y ACE y a pesar de haber obtenido diferencias significativas en el primer corte para las 4 características, peso por fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto y días a pérdida de valor comercial, se observó que los efectos de tipo no aditivos (ACE) contribuyeron con el 94.14 por ciento, 94.73 por ciento, 96.97 por ciento, y 86 por ciento respectivamente, mientras que los efectos aditivos (ACG) contribuyeron con el 5.86 por ciento, 5.27 por ciento, 3.03 por ciento, y 14 por ciento en la varianza total de las cruzas, esto probablemente debido a la heterosis obtenida de las combinaciones híbridas para el corte 1.

Para el corte 2 al desglosar las cruzas en ACG y ACE y a pesar de haber obtenido diferencias significativas para las características peso por fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto y días a pérdida de valor comercial, se observó que los efectos de tipo no aditivo (ACE) contribuyeron con 96.23, 93.38, 95.63 y 94.66 por ciento respectivamente en tanto que los efectos aditivos (ACG) contribuyeron con el 3.77, 6.62, 4.37 y 5.43 por ciento, en la varianza total de las cruzas, esto debido a la heterosis obtenida de las combinaciones híbridas. Lo anterior coincide con lo encontrado por De la Cruz (1999) que observó diferencias significativas para ACE, y

por Rivera (1977) que encontró que a medida que la diversidad genética de los progenitores aumenta también se incrementa la significancia para ACE y ACG. En el Cuadro 4.1 también se observan los coeficientes de variación para cada una de las características evaluadas en ambos cortes siendo, 42.52 por ciento, 41.31 por ciento, 42.98 por ciento y 40.61 por ciento para, peso por fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto, días a pérdida de valor comercial respectivamente, para el primer corte; además, también se presentan los coeficientes de variación para el segundo corte para peso por fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto, días a pérdida de valor comercial que fueron 35.95 por ciento, 34.88 por ciento, 37.35 por ciento y 35.21 por ciento respectivamente.

En un segundo corte se observaron diferencias debido principalmente a que en esta etapa de desarrollo la planta se encontraba con mejores condiciones (mayor follaje y más adulta), teniendo en cuenta que se muestrearon los dos cortes de las mismas plantas; se observaron además mejores rendimientos de fruto prácticamente para todos los tratamientos y una ganancia positiva de 4.33 días con respecto al primer corte en lo concerniente a días a pérdida de valor comercial; la diferencia en peso por fruto fue de 0.5774 g con respecto al primer corte, en tanto que para longitud de fruto fue de 0.16399 cm mientras que para diámetro de fruto fue de 0.0402 cm. Lo anterior indica que las medias del corte dos fueron mejores en las cinco características evaluadas.

Se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) para días a pérdida de valor comercial con lo que se la hipótesis de que existen diferencias entre los diferentes materiales usados como progenitores se acepta.

En el Cuadro 4.3 se presentan los cuadrados medios de los análisis de varianza para el total de los dos cortes, para las características evaluadas.

Se pueden observar diferencias ($P \leq 0.01$) para peso por fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto, días a pérdida de valor comercial y pérdida de peso cada 48 horas, en lo referente a repeticiones. Se observaron también diferencias significativas ($P \leq 0.01$) en cruza para las cinco características evaluadas mientras que para ACG solo se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$), para pérdida de peso. En cuanto a la ACE se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) para peso por fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto, días a pérdida de valor comercial; no se observaron diferencias significativas para pérdida de peso cada 48 horas, lo anterior indica la amplia variabilidad genética de los progenitores utilizados, lo que hace posible la identificación de cruza con características agronómicas y comerciales deseables como rendimiento, mayor tiempo de vida de anaquel, menor tasa de pérdida de peso y con un mejor peso por fruto individual.

Al desglosar la fuente de variación cruza en ACG y ACE se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) para pérdida de peso en ACG y diferencias

Cuadro. 4.3 Cuadrados medios de los análisis de varianza para el total de cortes de las características peso por fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto, días a pérdida de valor comercial y pérdida de peso.

FV	G.L.	Peso por fruto (G)	Long (cm)	Diam (cm)	DPV (días)	Pérdida de peso (g) cada 48 horas
REP	2	125.418 **	33.430 **	1.561 **	258.169 **	0.055 **
CRUZAS	27	44.124 **	11.705 **	0.4303 **	175.531 **	0.0112 **
ACG	6	9.000 ns	3.322 ns	0.070 ns	61.970 ns	0.320 **
ACE	21	54.160 **	14.101 **	0.533 **	207.978 **	0.005 ns
ERROR	54	13.212	3.393	0.148	45.149	0.004
C.V.(por ciento)		37.75	36.492	38.570	63.990	24.850

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad respectivamente

significativas ($P \leq 0.01$) para ACE peso por fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto y días a pérdida de valor comercial.

En la contribución a la varianza de peso por fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto y días a pérdida de valor comercial, se observa un mayor efecto del tipo no aditivo que aditivo, con 95.47 por ciento de ACE y 4.53 por ciento de ACG para peso por fruto, 96.40 por ciento de ACE y 3.60 por ciento de ACG para longitud de fruto, de 92.15 por ciento de ACE y 7.85 por ciento de ACG para días a pérdida de valor comercial; en todas estas características se pudo observar la presencia de heterosis y sus consecuencias. En lo que concierne a pérdida de peso cada 48 horas se observó un valor mayor del efecto aditivo (ACG) que del efecto no aditivo (ACE) con un valor de 63.12 por ciento y 36.88 por ciento, respectivamente, a causa de que el rango de pérdida de peso en los híbridos es parecido, por lo que la heterosis no es muy alta.

En el Cuadro 4.3 se muestran también los valores de los coeficientes de variación para cada una de las características evaluadas, donde se observa que a excepción pérdida de peso cada 48 horas los valores fueron mayores de 30 por ciento, para peso por fruto 37.75 por ciento, longitud de fruto 36.49 por ciento, diámetro de fruto 38.57 por ciento y para días a pérdida de valor comercial 63.99 por ciento.

En el Cuadro 4.4 se pueden observar las medias para rendimiento y para peso por fruto además de la heterosis y las ACG y ACE para el primer corte. La media general de rendimiento para el primer corte fue de 10.260 t ha^{-1} , 14 de los 28 tratamientos involucrados en el experimento superaron a la media y de estos, 11 superaron a la media mas la DMS, las cinco cruzas mas sobresalientes fueron la 1x5, 1x7, 2x4, 2x6 y 3x7 con 20.344, 17.047, 18.632, 20.652 y 16.522 t ha^{-1} respectivamente.

La heterosis para rendimiento en general fue positiva, solamente se observó un caso, la craza 1x2, con -60.56 por ciento como única craza con valor negativo para la heterosis, debido a que la media de esta 3.225 t ha^{-1} fue menor a la media de sus progenitores, todas las cruzas a excepción de la ya mencionada presentaron heterosis positiva, 13 cruzas superaron en mas de un 100 por ciento de heterosis a sus progenitores las cinco cruzas con mayor heterosis fueron: 2x4, 2x7, 3x7, 4x7 y 5x7 con 523.33, 360.61, 678.66, 1457.5 y 381.8 por ciento respectivamente, la craza 4x7 presenta una heterosis demasiado alta ya que en los progenitores no presentaron rendimiento en el primer corte y se observaron medias muy bajas en la media calculada para los progenitores y la media de la craza fue de 16.187 t ha^{-1} . esto coincide con lo encontrado por Tiwari (1966) y Darne (1977) que observaron una alta heterosis en los híbridos con rango de 33 por ciento a 97 por ciento. Además de lo obtenido por Shiffriss (1973) que observó una ganancia de 9 por ciento en rendimiento pero una ganancia de 75 por ciento en calidad de exportación.

Cuadro. 4.4 Medias, heterosis, ACE y ACG para rendimiento y peso por fruto, para las 21 cruzas y los progenitores en el corte 1 evaluado en el CESTAM y la UAAAN en el año 2001.

Cruza	Rendimiento			Peso por fruto		
	T ha ⁻¹	Heterosis %	ACE y ACG ¹	g	Heterosis %	ACE y ACG ¹
1x1	0.000	-----	-0.418	4.400	---	-0.457
1x2	3.225	-60.559	-9.452	6.867	73.84	-3.778
1x3	11.341	60.077	1.758	11.967	212.17	2.845
1x4	10.688	78.075	-1.161	10.700	186.61	1.311
1x5	20.344	151.615	7.760	8.133	106.78	-1.758
1x6	15.679	32.031	0.567	12.933	156.95	1.482
1x7	17.047	173.801	0.528	11.267	200.44	-0.101
2x2	5.163	-----	0.444	3.500	---	0.221
2x3	8.805	116.251	-0.266	13.167	289.16	2.510
2x4	18.632	523.329	7.296	11.733	257.36	0.801
2x5	9.647	90.176	-2.425	12.733	256.55	1.241
2x6	20.652	133.031	6.053	14.300	212.00	1.259
2x7	14.801	360.626	-1.206	10.967	232.32	-2.033
3x3	2.980	-----	-1.759	3.267	---	-0.686
3x4	5.435	186.387	-2.808	9.967	214.74	0.536
3x5	8.107	103.634	-0.871	10.733	218.81	0.813
3x6	10.082	29.739	-1.423	5.533	23.88	-5.968
3x7	16.522	678.727	3.609	10.700	236.13	-0.735
4x4	0.815	-----	-0.982	3.067	----	-0.579
4x5	8.342	187.788	-2.902	7.533	130.61	-2.677
4x6	12.337	84.446	-1.434	12.133	177.86	0.368
4x7	16.187	1457.409	1.008	11.367	268.65	-0.340
5x5	4.982	----	0.353	3.4667	---	-0.201
5x6	13.813	57.471	-0.693	13.300	191.24	1.015
5x7	15.045	381.810	-0.869	13.600	314.21	1.365
6x6	0.000	----	0.650	5.667	---	1.154
6x7	15.371	122.365	-3.070	15.633	256.65	1.843
7x7	1.263	----	1.712	3.100	---	0.550
media	10.260			9.348		
DMS	3.203		0.938	6.507		1.906
Max	20.652		0.699 ²	15.633		
Min	0.000			3.067		

¹ valores de ACG se muestran en los progenitores.

² DMS para ACG.

En lo que se refiere a la ACG tres de los siete progenitores presentaron ACG negativa y estos fueron los progenitores 1, 3 y 4 con -0.418 , -1.759 y -0.982 , respectivamente, siendo el progenitor 3 el que presentó el valor más negativo, el mejor progenitor fue el 7 con 1.712 de ACG. Para la ACE doce de las cruzas presentaron ACE negativa; el valor más negativo de ACE correspondió a la craza 1x2 con -9.425 y la mejor craza fue la 1x5 con 7.760 , además de que seis cruzas superaron el valor de 1 para ACE.

La media para peso por fruto en el primer corte fue de 9.3476 g 12 de los tratamientos superan la media, ninguno de los cuales es progenitor, las cinco mejores cruzas fueron 1 x 6, 2 x 3, 2 x 5, 4 x 6 y 6 x 7 con 12.933 , 13.166 , 12.73 , 12.13 , y 15.63 gramos por fruto respectivamente; la mejor craza para peso por fruto fue la 6x7, el valor más bajo fue de 3.06 g y lo presentó el progenitor 4; el valor más bajo para una craza fue de 5.53 y correspondió a la craza 3x6.

En lo referente a la heterosis no se obtuvieron valores negativos para ninguna de las cruzas, 19 de las 21 cruzas superaron el 100 por ciento de la heterosis, el valor más bajo de heterosis fue de 23.88 por ciento y correspondió a la craza 3x6, las cinco mejores cruzas para heterosis fueron 2x3, 2x4, 4x7, 5x7 y 6x7 con 289.16 , 257.36 , 268.65 , 314.21 y 256.65 por ciento respectivamente; la mejor craza fue la 5x7 con 314.21 por ciento.

Para los valores de ACG se observó que los progenitores 1, 3, 4, y 5 presentaron valores negativos y que el más negativo correspondió al progenitor 3 con

-0.6867 de ACG en tanto que los progenitores 2, 6 y 7 presentaron valores positivos siendo el mejor el progenitor 6 con 1.1539 de ACG.

Para la ACE se observan ocho cruzas con valores negativos la 1x2, 1x5, 1x7 2x7 3x6, 3x7, 4x5 y 4x7 siendo la mas negativa la 3x6 con -5.968 de ACE. Nueve de las cruzas superaron el valor 1 de ACE y las cinco mejores fueron: 1x3, 1x6, 2x3, 5x7 y 6x7 con 2.845, 1.482, 2.510, 1.365 y 1.843 de ACE, respectivamente, siendo la mejor cruza la 1x3.

En el Cuadro 4.5 se pueden observar las medias para longitud de fruto y diámetro de fruto así como también la heterosis, ACE y ACG para el primer corte. La media general para longitud en el primer corte fue de 4.965 cm 17 de los tratamientos superaron la media, en tanto que ninguno de los progenitores lo logro; el valor mínimo fue de 1.913 cm y correspondió al progenitor 7, las cinco mejores cruzas fueron: 2x3, 2x4, 2x7, 4x7 y 5x7 con 6.887, 6.55, 7.123, 6.437 y 7.097 cm respectivamente, siendo la mejor cruza la cruza 2x7 con 7.123 cm 17 de las 19 cruzas superan el 100por ciento de heterosis, el valor mínimo para heterosis fue de 12.47por ciento y correspondió a la cruza 3x6, las cinco cruzas que presentaron los mayores valores fueron 2x3, 2x7, 4x7 5x7 y 6x7 presentando valores de 210.91, 225.27, 228.4, 236.07 y 238.8 por ciento respectivamente la mejor de las cruzas fue la 6x7 con 238.8por ciento de heterosis.

En lo referente a la ACG cinco de los progenitores presentaron valores negativos el valor mas negativo correspondió al progenitor 3 con -0.3315 y el valor

Cuadro. 4.5 Medias, heterosis, ACE y ACG para longitud de fruto, diámetro de fruto, para las 21 cruzas y los progenitores en el corte 1 evaluado en la UAAAN en el año 2001.

Cruza	Longitud			Diámetro		
	Cm	Heterosis %	ACE y ACG ¹	cm	Heterosis %	ACE y ACG ¹
1x1	2.273	---	-0.169	0.420	---	-0.025
1x2	4.433	87.060	-0.805	0.820	105.00	-0.109
1x3	6.323	198.510	0.619	1.240	204.92	0.120
1x4	6.150	187.380	0.172	1.310	233.05	-0.008
1x5	4.377	90.980	0.247	0.837	106.58	-0.040
1x6	5.990	175.610	0.468	1.327	159.28	0.135
1x7	6.380	204.780	-0.700	1.170	183.06	-0.097
2x2	2.467	---	0.489	0.380	---	0.024
2x3	6.887	210.910	0.556	1.313	239.66	0.191
2x4	6.550	192.850	-0.011	1.310	250.89	0.036
2x5	7.387	209.280	0.431	1.253	225.54	-0.016
2x6	6.780	198.680	0.285	1.403	185.42	0.079
2x7	7.123	225.270	-0.456	1.127	186.44	-0.180
3x3	1.963	---	-0.331	0.393	---	-0.057
3x4	5.757	190.010	1.053	1.143	200.88	0.259
3x5	5.817	172.230	0.955	1.137	190.21	0.220
3x6	2.270	12.470	-3.197	0.540	8.36	-0.852
3x7	5.757	196.990	0.015	1.090	172.50	0.063
4x4	2.007	---	-0.149	0.367	---	-0.010
4x5	4.030	86.720	-2.199	0.780	106.17	-0.468
4x6	5.443	166.830	0.809	1.240	155.67	0.247
4x7	6.437	228.400	0.175	1.157	199.14	-0.065
5x5	2.310	---	-0.013	0.390	---	-0.040
5x6	6.277	186.390	0.617	1.327	167.11	0.208
5x7	7.097	236.070	-0.051	1.287	223.01	0.096
6x6	2.073	---	-0.229	0.603	---	0.076
6x7	6.753	238.800	1.017	1.407	178.55	0.184
7x7	1.913	---	0.406	0.407	---	0.032
Media	4.965			0.971		
DMS	3.357		0.984	0.683		0.200
Max	7.387			1.407		
Min	1.913			0.367		

¹ valores de ACG se muestran en los progenitores.

mas alto fue de 0.4858 de ACG para el progenitor 2, en lo correspondiente a

las ACE siete cruzas presentaron valores negativos, dos cruzas presentaron valores superiores a uno, el valor mas negativo fue para la cruza 3x6 con -3.197 de ACE y las cinco mejores cruzas fueron 1x3, 3x4, 3x5, 4x6 y 6x7 con valores de 0.619, 1.053, 0.955, 0.809 y 1.017 de ACE respectivamente siendo la mejor la cruza 3x4.

La media para diámetro de fruto fue de 0.971; 17 de las 21 cruzas superaron la media, ninguno de los progenitores superó la media el valor mas bajo fue de 0.38 correspondiente al progenitor dos, las mejores cinco cruzas fueron 1x6, 2x3, 2x6, 5x6 y 6x7 con valores de 1.327, 1.313, 1.403, 1.327, y 1.407 respectivamente, la mejor cruza fue la 6x7.

Para heterosis no se presentaron valores negativos el valor mas bajo de heterosis fue de 8.36 por ciento y correspondió a la cruza 3x6; 20 de las 21 cruzas rebasaron el 100 por ciento. Las cinco mejores cruzas fueron 1x4, 2x3, 2x4, 2x5 y 5x7 con 233.05, 239.66, 250.89, 225.54 y 223.01 por ciento respectivamente, destacando la cruza 2x4 con 250.54 por ciento de heterosis.

En lo correspondiente a ACG cuatro de los progenitores presentaron valores negativos y solo 3 presentaron valores positivos, el progenitor con el valor mas negativo fue el 3 con -0.0571 y el valor mas alto correspondió al progenitor 6 con 0.0761, para las ACE nueve cruzas presentaron valores negativos siendo la cruza 3x6 con -0.852 la que presentó el valor mas negativo, ninguna cruza superó el valor uno de ACE, las cinco mejores cruzas fueron : 2x3, 3x4, 3x5, 4x6 y 5x6 con valores de

0.191, 0.259, 0.220, 0.247 y 0.208 de ACE respectivamente, siendo la craza 3x4 la mejor.

En el Cuadro 4.6. se pueden observar las medias para días a pérdida de valor comercial, la heterosis, la ACE y la ACG. La media de días a pérdida de valor comercial fue de 16.33 días, ninguno de los progenitores superó la media, el valor mas bajo fue de cinco días y fue para los progenitores cinco y seis. 17 de las cruzas superaron a la media, las cinco mejores cruzas fueron: 2x3, 2x7, 3x4, 3x7 y 4x7 con 23.933, 24.333, 27.00, 27.80 y 25.40 días respectivamente, siendo la mejor craza la 3x7 con 27.80 días y la craza con menor valor fue la 3x6 con 6.067 días.

En lo referente a heterosis no se presentaron valores negativos; 18 cruzas de las 21 superaron el 100 por ciento de heterosis esto debido a los bajos valores de los progenitores. Las mejores cinco cruzas fueron: 1x3, 1x7, 2x3, 3x5 y 3x7 con 250.51, 250.00, 259.00, 251.14 y 300.96 por ciento respectivamente, siendo 3x7 la mejor craza en tanto que el valor mas bajo fue de la craza 3x6 con 3.41por ciento.

Para lo concerniente a ACG tres progenitores presentaron valores negativos; el valor mas negativo lo presentó el progenitor 5 con -2.5608 ; el progenitor 7 presentó el mejor valor con 2.4169. En lo referente a la ACE, siete cruzas presentaron valores negativos, el valor mas negativo lo obtuvo la craza 3x6 con -12.076 , doce de las 21 cruzas superaron el valor de uno, las cinco mejores cruzas fueron: 1x3, 1x6, 3x4, 3x5 y 5x6 con 2.804, 3.311, 2.978, 2.804 y 5.044 respectivamente, la mejor craza fue la 5x6.

Cuadro. 4.6 Medias, heterosis, ACE y ACG de días a pérdida de valor comercial para las 21 cruzas y los progenitores en el corte 1 evaluado en la UAAAN en el año 2001.

Cruza	Días a pérdida de valor comercial		
	Días	Heterosis %	ACE y ACG ¹
1x1	6.467	---	-0.827
1x2	12.267	87.760	-6.422
1x3	23.133	250.510	2.804
1x4	20.333	165.220	-0.036
1x5	12.933	125.580	-1.209
1x6	17.800	210.470	3.311
1x7	23.800	250.000	1.551
2x2	6.600	---	0.321
2x3	23.933	259.000	1.591
2x4	23.533	204.310	1.151
2x5	18.467	218.390	2.311
2x6	17.800	206.900	1.298
2x7	24.333	254.370	0.071
3x3	6.733	---	1.261
3x4	27.000	246.150	2.978
3x5	20.600	251.140	2.804
3x6	6.067	3.410	-12.076
3x7	27.800	300.960	1.898
4x4	8.867	---	1.758
4x5	12.133	75.000	-5.702
4x6	20.333	193.270	2.151
4x7	25.400	217.500	-0.542
5x5	5.000	---	-2.561
5x6	17.000	240.000	5.044
5x7	16.467	171.430	-3.249
6x6	5.000	---	-2.368
6x7	20.333	235.160	0.271
7x7	7.133	---	2.417
Media	16.33		
DMS	10.858		3.181
Max	27.800		2.371 ²
Min	5.000		

¹ valores de ACG se muestran en los progenitores.

² DMS para ACG.

En el Cuadro 4.7 se pueden observar las medias para rendimiento en el segundo corte, la heterosis de rendimiento, así como la ACG y ACE; además, también se incluyen las medias para peso por fruto del segundo corte, su heterosis, ACG y ACE.

La media de rendimiento del segundo corte fue de 15.595 t ha^{-1} , la cual ninguno de los progenitores logro superar; 14 de las 21 cruzas superaron la media, el valor mínimo observado fue de 3.822 t ha^{-1} y fue del progenitor 6, el valor máximo correspondió a la crusa 1x3 y tuvo un valor de 26.993 t ha^{-1} , las mejores cinco cruzas fueron: 1x3, 1x7, 2x5, 4x7 y 6x7 con valores de 26.993, 23.460, 23.460, 25.544 y 23.189 t ha^{-1} respectivamente, 8 de las cruzas superaron a la media mas la DMS.

La heterosis para rendimiento no mostró valores negativos; 14 de las 21 cruzas superaron el 100 por ciento de heterosis. El valor menor correspondió a la crusa 3x5 con 19.33 por ciento de heterosis, en tanto que las mejores cinco cruzas fueron: 1x3, 1x4, 2x4, 2x6 y 4x6 con 225.68, 228.42, 266.34, 263.34 y 307.73 por ciento de heterosis respectivamente, la mejor crusa fue la 4x6.

En cuanto a la ACG tres progenitores mostraron valores negativos, siendo el progenitor 2 el que presentó el valor mas bajo con -2.037 de ACG, y el progenitor con el mejor valor de ACG fue el progenitor 7 con 2.406. En ACE presentaron doce cruzas presentaron valores negativos; la crusa con el valor mas negativo fue la 1x2 con -4.549 , mientras que la mejor crusa fue la 2x5 con 7.774 de ACE. Las cinco

Cuadro. 4.7 Medias, heterosis, ACE y ACG para rendimiento y peso por fruto, para las 21 cruzas y los progenitores en el corte 2 evaluado en el CESTAM y la UAAAN en el año 2001.

Cruza	Rendimiento			Peso por fruto		
	t ha ⁻¹	Heterosis %	ACE y ACG ¹	g	Heterosis %	ACE y ACG ¹
1x1	3.986	-----	0.222	3.667	---	-0.037
1x2	13.134	208.503	-4.549	12.500	230.40	-0.096
1x3	26.993	225.681	7.654	12.700	217.5	2.030
1x4	14.130	228.396	-4.301	10.500	188.99	-0.504
1x5	21.015	142.170	1.044	12.300	220.87	0.212
1x6	20.064	413.926	-0.018	12.900	178.42	-0.055
1x7	23.460	223.747	0.170	10.833	212.50	-1.588
2x2	4.529	-----	-2.037	3.900	---	0.322
2x3	13.225	54.501	-1.829	11.267	173.68	0.046
2x4	16.757	266.321	2.611	11.400	204.00	-0.152
2x5	23.460	162.146	7.774	13.533	242.62	0.875
2x6	15.172	263.351	-0.625	14.567	206.67	1.059
2x7	15.625	107.830	-3.381	11.233	213.49	-1.732
3x3	12.591	-----	0.674	4.333	---	-0.666
3x4	14.764	71.572	-1.038	11.200	182.35	1.607
3x5	15.489	19.328	-1.853	11.133	167.20	0.451
3x6	17.881	117.884	0.428	5.567	12.08	-5.987
3x7	17.301	49.802	-3.361	12.867	238.60	1.854
4x4	4.620	-----	-1.602	3.600	---	-0.633
4x5	12.708	41.285	-3.726	8.100	113.16	-2.934
4x6	17.210	307.715	0.665	13.200	186.96	1.261
4x7	25.544	237.715	5.790	12.100	252.43	0.721
5x5	13.370	-----	1.198	4.000	---	0.059
5x6	15.851	84.404	-2.234	15.1667	215.97	2.186
5x7	20.290	69.954	-1.004	11.633	220.18	-0.790
6x6	3.822	-----	-0.862	5.600	---	0.896
6x7	23.189	223.646	1.784	14.833	234.59	1.536
7x7	10.507	-----	2.406	3.267	---	0.070
Media	15.595			9.925		
DMS	3.121		0.913	5.840		1.711
Max	26.993		0.681 ²	15.167		
Min	3.822			3.267		

¹ valores de ACG se muestran en los progenitores.

² DMS para ACG.

mejores cruzas fueron: 1x3, 2x4, 2x5, 4x7 y 6x7 con valores de 7.654, 2.611, 7.774, 5.790 y 1.784 de ACE respectivamente.

La media para peso por fruto en el segundo corte fue de 9.925 g; ninguno de los progenitores estuvo por encima de la media. El valor más pequeño en los progenitores correspondió al progenitor 7 con 3.2667 g y el progenitor con mejor valor fue el progenitor 3 con 4.333 g; 19 de las 21 cruzas superaron a la media, el valor mas bajo en cruzas correspondió a la 3x6 con 5.5667g y la mejor cruza fue 5x6 con 15.1667 g. Las cinco cruzas que mostraron el mejor comportamiento fueron: 2x5, 2x6, 4x6, 5x6 y 6x7 con 13.53, 14.56, 13.20, 15.16 y 14.83 g respectivamente.

La heterosis mostrada para peso por fruto en la segunda cosecha fue positiva, ya que 20 de las 21 cruzas presentaron valores superiores al 100 por ciento solo la cruza 3x6 presentó un valor de 12.08 por ciento, siendo este el mas bajo. Las mejores cinco cruzas fueron: 1x2, 2x5, 3x7, 4x7 y 6x7 con valores de 230.40, 242.62, 238.60, 252.43 y 234.59 por ciento respectivamente, siendo la cruza 4x7 la mejor.

Para la ACG tres de los progenitores 1, 3 y 4 presentaron valores negativos, siendo el progenitor tres el que presentó el valor mas bajo con -0.66 de ACG, el mejor fue el progenitor fue el 6 con 0.8925 de ACG.

Ocho de las cruzas presentaron valores negativos de ACE siendo la 3x6 con -5.987 de ACE la que presentó el valor mas bajo, las cruzas que presentaron los

mejores valores fueron 1x3, 3x4, 3x7, 5x6 y 6x7 con valores de 2.030, 1.607, 1.854, 2.186 y 1.536 de ACE respectivamente siendo la mejor craza la 5x6.

Cabe mencionar que los mejores resultados se observaron en la craza 5x6, lo que podría atribuirse a la buena complementariedad de ambos progenitores; pero en contraste la craza 3x6 fue una de las menos favorecidas, esto probablemente debido a la acumulación de genes no favorables proporcionados por los dos padres. Los progenitores seis y siete fueron de los mas sobresalientes ya que generaron varios de los híbridos destacados en rendimiento y en peso por fruto.

En el Cuadro 4.8 se pueden observar la media, la heterosis, ACG y ACE para longitud de fruto, y diámetro de fruto en el segundo corte.

La media del segundo corte para longitud de fruto fue de 5.1291 cm ninguno de los progenitores superó la media; el valor mas bajo fue de 1.7167 cm correspondiente a el progenitor cuatro: En total, 19 las cruza que superaron a la media; las cinco cruza que presentaron mejores valores fueron: 1x2, 1x4, 1x5, 2x5 y 2x7 con valores de 7.0933, 5.7233, 6.8033, 7.5233 y 6.9933 cm, respectivamente, la mejor craza fue la 2x5, Cabe destacar que los progenitores uno y dos fueron los que participaron más veces en los híbridos seleccionados para longitud de fruto.

La heterosis para longitud de fruto fue positiva para todas las cruza. El valor mínimo correspondió a la craza 3x 6 con 14.71 por ciento, mientras que el valor mas alto fue para la craza 4x7 con 248.92 por ciento. 20 de las 21 cruza superaron el 100

Cuadro. 4.8 Medias, heterosis, ACE y ACG para longitud de fruto y diámetro de fruto, para las 21 cruzas y los progenitores en el corte 2 evaluado en el UAAAN en el año 2001

Cruza	Longitud			Diámetro		
	cm	Heterosis %	ACE y ACG ¹	cm	Heterosis %	ACE y ACG ¹
1x1	2.050	---	0.180	0.360	---	-0.021
1x2	7.093	214.790	-0.556	1.193	211.300	-0.134
1x3	6.647	215.510	0.781	1.200	205.080	0.176
1x4	5.723	203.890	0.029	1.100	198.640	-0.012
1x5	6.803	208.310	0.249	1.207	217.540	0.024
1x6	6.027	205.660	0.497	1.400	181.880	0.088
1x7	6.260	208.880	-1.001	1.113	191.700	-0.144
2x2	2.457	---	0.561	0.407	---	0.031
2x3	6.610	186.150	0.247	1.247	199.200	0.170
2x4	6.217	197.920	-0.272	1.213	209.790	-0.058
2x5	7.523	212.170	0.248	1.290	219.830	-0.002
2x6	6.737	209.730	0.696	1.503	189.100	0.148
2x7	6.993	213.600	-0.363	1.137	180.660	-0.124
3x3	2.163	---	-0.275	0.427	---	-0.075
3x4	5.673	192.440	1.125	1.183	194.610	0.246
3x5	6.353	180.710	0.952	1.160	180.650	0.202
3x6	2.327	14.710	-3.447	0.553	4.400	-0.888
3x7	6.617	217.600	0.341	1.253	202.010	0.094
4x4	1.717	---	-0.404	0.377	---	-0.038
4x5	4.133	102.610	-2.073	0.853	119.740	-0.466
4x6	5.727	217.270	0.795	1.467	190.430	0.291
4x7	6.490	248.920	0.396	1.213	211.110	-0.001
5x5	2.363	---	0.124	0.400	---	-0.011
5x6	6.367	199.140	0.728	1.490	188.390	0.214
5x7	6.240	185.800	-0.104	1.227	205.390	0.028
6x6	1.893	---	-0.406	0.633	---	0.108
6x7	6.410	229.000	0.731	1.417	173.310	0.146
7x7	2.003	---	0.220	0.403	---	0.005
media	5.129			1.015		
DMS	2.929		0.858	0.621		0.181
Max	7.523			1.503		
Min	1.717			0.360		

¹ valores de ACG se muestran en los progenitores.

por ciento de heterosis; las cinco mejores cruzas fueron 1x3, 2x7, 4x6 4x7 y 6x7 con valores de 215.51, 213.60, 217.27, 248.92 y 229.00 por ciento respectivamente. Los progenitores seis y siete fueron los que mas veces participaron en los mejores híbridos.

En lo correspondiente a ACG tres progenitores presentaron valores negativos; de estos el progenitor seis presentó el valor mas negativo con -0.4059 ; el mejor fue el progenitor 2 con 0.5414 de ACG. En cuanto a la ACE, una de las 21 cruzas fue superior al valor uno, siete cruzas fueron negativas, el valor mas bajo lo presentó la craza 3x6 con -3.447 de ACE; las cinco cruzas que presentaron los valores mas altos fueron 1x3, 3x4, 3x5, 4x6 y 6x7 con 0.781 , 1.125 , 0.952 , 0.795 y 0.731 de ACE respectivamente, la mejor craza fue la 3x4. Los progenitores tres, cuatro y seis presentaron los mejores valores de ACE en las combinaciones antes mencionadas.

La media para diámetro de fruto fue de 1.0152 cm y se observó que ninguno de los progenitores superó la media; el valor mas bajo correspondió al progenitor 1 con 0.3600 cm y la craza con menor valor fue la 3x6 con 0.5533 cm. Las cinco mejores cruzas fueron 1x6, 2x6, 4x6, 5x6 y 6x7 con valores de 1.4 , 1.5033 , 1.4667 , 1.49 y 1.4167 cm, respectivamente; la mejor craza fue 2x6. Cabe destacar que el progenitor seis apareció en todos los híbridos seleccionados para diámetro de fruto, siendo esto porque fue el progenitor que tuvo el valor mas alto para diámetro de fruto este carácter se manifiesta favorablemente en sus cruzas.

Para la heterosis, no hubo valores negativos; la cruce con valor mas bajo fue la 3x6 con 4.4 por ciento de heterosis. De las 21 cruces, 20 fueron mayores al 100por ciento. Las cinco mejores cruces fueron 1x2, 1x5, 2x4, 2x5 y 4x7. con valores de 211.360, 217.54, 209.79, 219.79 y 211.11 por ciento respectivamente; de estas, la mejor cruce fue la 2x5, con 219.79por ciento.

Los progenitores dos y cinco fueron los que al combinarse presentaron la mayor heterosis participando en conjunto en cuatro de los cinco híbridos seleccionados como mejores.

En lo referente a ACG cuatro de los progenitores tuvieron valores negativos, el más bajo fue -0.0746 que correspondió al progenitor tres, y el valor mayor fue para el progenitor seis con 0.1083 de ACG.

En lo referente a ACE, nueve cruces presentaron valores negativos, la cruce con el valor mas bajo fue la 3x6 con -0.888 de ACE, las cinco mejores cruces fueron 1x3, 3x4, 3x5, 4x6, 5x6 con valores de 0.176 , 0.246 , 0.202 , 0.291 y 0.214 de ACE respectivamente, la mejor cruce fue la 4x6.

Cabe destacar que la cruce que mostró resultados mas pobres para ACE tanto para longitud como para diámetro de fruto fue la 3x6.

En el cuadro 4.9 se pueden observar las medias para días a pérdida de valor comercial para el segundo corte así como la heterosis, la ACG y ACE. La media para

Cuadro. 4.9 Medias, heterosis, ACE y ACG de días a pérdida de valor comercial para las 21 cruzas y los progenitores en el corte 2 evaluado en la UAAAN en el año 2001.

Cruza	Días a pérdida de valor comercial		
	Días	Heterosis %	ACE y ACG ¹
1x1	7.267	---	-0.197
1x2	24.333	178.630	-2.431
1x3	25.800	214.630	1.782
1x4	25.933	218.850	-0.498
1x5	23.133	224.300	0.542
1x6	25.267	232.460	3.276
1x7	24.467	188.980	-2.671
2x2	10.200	---	1.418
2x3	26.200	171.030	0.449
2x4	27.267	184.030	-0.898
2x5	25.133	192.250	0.809
2x6	25.667	183.090	1.942
2x7	29.000	191.950	0.129
3x3	9.133	---	-0.345
3x4	28.467	213.970	3.049
3x5	26.733	231.400	5.156
3x6	7.933	-7.030	-13.044
3x7	28.733	205.670	2.609
4x4	9.000	---	0.966
4x5	15.467	93.330	-8.524
4x6	28.867	240.940	5.476
4x7	29.933	220.710	1.396
5x5	7.000	---	-1.612
5x6	22.467	200.890	2.916
5x7	23.800	185.600	-0.898
6x6	7.933	---	-1.737
6x7	23.533	167.420	-0.564
7x7	9.667	---	1.507
media	20.650		
DMS	11.907		3.488
Max	29.933		
Min	7.000		

¹ valores de ACG se muestran en los progenitores.

días a pérdida de valor comercial fue de 20.65 días, ninguno de los progenitores superó a la media, el valor menor correspondió al progenitor cinco con siete días, la craza que tuvo el menor valor fue de 3x6 con 7.933; en tanto que las cruza que mostraron los mejores valores fueron 2x7, 3x4, 3x7, 4x6 y 4x7 con 29.00, 28.4667, 28.733, 28.8667 y 29.933 días respectivamente, de estas, la mejor craza fue la 4x7.

El progenitor siete y el progenitor tres fueron los que mejor comportamiento tuvieron, siendo este el punto central de este estudio y observando que 19 de las 21 cruza superaron a la media, por lo que se cumple con el objetivo de seleccionar materiales con mejor vida de anaquel que los progenitores.

En lo referente a heterosis se presentó un valor negativo y lo presentó la craza 3 x 6 con -7.03 , 19 de las 21 cruza superaron el 100 por ciento de heterosis las cinco mejores cruza fueron: 1x5, 1x6, 3x5, 4x6 y 4x7 con 224.30, 232.46, 231.40, 240.94 y 220.71 por ciento respectivamente, la mejor craza fue la 4x6.

Los progenitores cuatro y seis presentaron buenos niveles de heterosis; los valores fueron muy altos debido a que los progenitores tuvieron los valores mas bajos y todos los híbridos superaron con mucho el tiempo de vida de anaquel de los progenitores.

En lo concerniente a ACG los progenitores 1, 3, 5 y 6 presentaron valores negativos; de estos el que presentó el valor mas bajo fue el progenitor seis con

-1.7375 de ACG, mientras que el que presentó el mejor valor fue el progenitor 7 con 1.5068 de ACG. Ocho de los híbridos presentaron valores negativos de ACE, el que presentó el valor mas bajo fue la craza 3x6 con -13.044 de ACE, las cinco cruza que presentaron mejor ACE fueron: 1x6, 3x4, 3x5, 4x6 y 5x6 con valores de 3.276, 3.049, 5.156, 5.476 y 2.916 de ACE respectivamente; la mejor craza fue 4x6. Los mejores progenitores fueron el cuatro y seis en combinaciones específicas.

En el Cuadro 4.10 podemos observar las medias para rendimiento, heterosis, ACG y ACE para los cortes tres y cuatro.

La media de rendimiento para el corte tres fue de 12.841 t ha⁻¹ los progenitores 6 y 7 superan a la media, con 13.257 y 15.054 t ha⁻¹ respectivamente; 10 cruza de las 21 superaron a la media, destacando las cruza 1x2, 1x5, 4x6, 5x6 y 6x7 con valores de 14.647, 15.553, 16.590, 14.746 y 16.717 t ha⁻¹.

En cuanto a la heterosis para rendimiento en el corte tres se observaron ocho valores negativos. La craza 2x7, presentó el valor mas negativo con -22.309 por ciento de heterosis, en este caso ninguna de las cruza superó el 100 por ciento de heterosis. El valor mas alto fue para la craza 1x5 con 40.179 por ciento de heterosis.

Para la ACG cuatro de los progenitores presentaron valores negativos; el progenitor 3 presentó el valor mas bajo con -0.716 de ACG, en tanto que el progenitor 6 presentó el mejor valor con 0.656 de ACG.

Cuadro. 4.10 Medias, heterosis, ACE y ACG de rendimiento para los cortes tres y cuatro para las 21 cruzas y los progenitores evaluados en el CESTAM en el año 2002.

Cruza	Rendimiento corte 3			Rendimiento corte 4		
	t ha ⁻¹	Heterosis %	ACE y ACG ¹	t ha ⁻¹	Heterosis %	ACE y ACG ¹
1x1	9.708	-----	-0.170	12.432	----	0.839
1x2	14.647	30.628	1.611	14.380	6.993	-0.859
1x3	12.084	8.779	-0.357	17.414	27.848	2.325
1x4	12.862	22.533	-0.474	13.519	9.342	-1.185
1x5	15.553	40.179	1.654	18.275	49.862	0.749
1x6	13.288	15.730	-1.890	14.538	15.675	-1.058
1x7	13.347	7.802	-0.545	16.893	21.795	0.029
2x2	12.717	----	-0.339	14.448	----	-0.280
2x3	12.115	-3.951	1.182	10.394	-28.948	-1.873
2x4	12.310	2.565	0.480	11.662	-12.784	-0.220
2x5	10.978	-12.868	-1.412	15.059	14.062	0.355
2x6	13.406	3.226	-0.265	13.791	1.582	1.016
2x7	10.788	-22.309	-1.596	15.625	5.022	1.582
3x3	12.509	-----	-0.716	14.810	-----	-0.283
3x4	10.639	-10.580	-0.595	13.881	2.424	2.148
3x5	13.673	9.419	1.877	15.082	12.691	0.527
3x6	10.208	-20.761	-2.867	10.032	-27.079	-2.594
3x7	12.548	-8.950	0.759	13.360	-11.279	-0.533
4x4	11.286	-----	-0.489	12.296	----	-1.055
4x5	10.915	-8.155	-1.777	11.640	-4.013	-2.530
4x6	16.590	35.189	2.618	15.512	24.096	3.272
4x7	12.432	-5.604	-0.253	12.024	-12.880	-1.484
5x5	12.482	-----	0.088	11.957	-----	0.436
5x6	14.746	14.585	0.213	14.991	21.578	-0.071
5x7	12.691	-7.824	-0.556	17.301	26.909	0.971
6x6	13.257	----	0.971	12.704	-----	-0.469
6x7	16.717	18.093	2.190	13.836	-1.214	-0.565
7x7	15.054	----	0.656	15.308	-----	0.814
media	12.841			14.041		
DMS	4.1374		1.212	2.909		0.852
Max	16.717		0.903 ²	18.275		0.635 ²
min	9.708			10.032		

1 valores de ACG se muestran en los progenitores.

2 DMS para ACG.

En lo concerniente a la ACE doce de las cruzas presentaron valores negativos; el valor mas negativo correspondió a la craza 3x6 con -2.867 de ACE. La craza que presentó el mejor valor de ACE fue 4x6 con un valor de 2.618 , esta craza además, presentó el mejor rendimiento y tuvo un buen valor de heterosis (35.189 por ciento).

La media de rendimiento para el corte cuatro fue de 14.041 t ha^{-1} con una diferencia mínima significativa de 2.909 t ha^{-1} los progenitores 2, 3 y 7 superaron a la media presentando un rendimiento promedio de 14.448 , 14.810 y 15.308 t ha^{-1} respectivamente, 11 de las 21 cruzas superaron a la media y tres de ellas superaron a la media mas la DMS siendo estas 1x3, 1x5 y 5x7 con rendimientos de 17.414 , 18.275 y 17.301 t ha^{-1} respectivamente

En lo referente a heterosis se presentaron siete cruzas con valores negativos; la craza 2x3 presentó el valor mas negativo con -28.948 por ciento de heterosis. En este corte ninguna de las cruzas superó el 100 por ciento de heterosis y el valor mas alto correspondió a la craza 1x5 con 49.862 por ciento de heterosis, siendo esta craza también la que presentó el mejor rendimiento.

Para la ACG cuatro de los progenitores presentaron valores negativos siendo el progenitor 4 el que presentó el valor mas negativo con -1.055 de ACG; el progenitor 1 presentó el mejor valor con 0.839 de ACG seguido por el 7 con 0.814 de ACG.

Para la ACE once cruzas presentaron valores negativos; la craza que presentó el valor mas negativo fue la 3x6 con -2.594 de ACE, y la que presentó el mejor valor fue la craza 4x6 con 3.272 de ACE; esta obtuvo buenos valores de rendimiento con 15.512 t ha^{-1} además presentó 24.096 por ciento de heterosis.

En el cuadro 4.11 se pueden observar las de medias, la heterosis, ACE y ACG para rendimiento para total y las medias de peso de fruto en cuatro cortes.

La media para rendimiento total fue de 52.739 t ha^{-1} ; ninguno de los progenitores fue superior al promedio. El progenitor 1 presentó el menor rendimiento con 26.125 t ha^{-1} , mientras que el progenitor 3 presentó la mayor producción con 42.890 t ha^{-1} . La craza que presentó el menor rendimiento fue la craza 4x5 con 43.605 t ha^{-1} misma que fue mayor que el progenitor que presentó mas rendimiento superándolo con 17.480 t ha^{-1} . Las cinco mejores cruzas para rendimiento de fruto fueron; 1x3, 1x5, 1x7, 5x7 y 6x7 con 67.831 , 75.186 , 70.748 , 65.327 y 69.112 t ha^{-1} , respectivamente, destacando la craza 1x5 como la mejor. Esta superó al mejor progenitor con 32.296 t ha^{-1} .

Cabe mencionar que los progenitores uno y siete fueron los que en mas ocasiones participaron en la formación de híbridos sobresalientes, con una participación de tres ocasiones cada uno, participando además juntos en uno de los híbridos.

Cuadro. 4.11 Medias, heterosis, ACE y ACG de rendimiento y peso por fruto, para las 21 cruza y los progenitores para el total CESTAM,2002. y UAAAN, 2002.

Cruza	Rendimiento			Peso por fruto		
	t ha ⁻¹	Heterosis %	ACE y ACG ¹	g	Heterosis %	ACE y ACG ¹
1x1	26.125	-----	0.472	3.887	---	-0.106 ✓
1x2	45.385	44.120	-13.249	11.527 ✓	205.880 ✓	-1.946 -
1x3	67.831	96.568	11.380	12.230 ✓	209.360 ✓	2.333
1x4	51.200	85.701	-7.121	10.517 ✓	191.450 ✓	0.365
1x5	75.186	118.198	11.206	10.253	166.670	-0.573
1x6	63.569	127.406	-2.399	12.950	178.100	0.768
1x7	70.748	107.293	0.182	10.830	200.970	-0.948
2x2	36.857	-----	-2.212	3.650	---	0.416
2x3	44.538	11.699	-2.787	12.080	214.990	1.148
2x4	59.362	80.226	10.166	11.510	229.800	0.327
2x5	59.144	48.516	4.291	12.887	245.800	1.021
2x6	63.021	89.139	6.179	14.443	218.250	1.229
2x7	56.839	43.913	-4.600	11.037	217.150	-1.780
3x3	42.890	----	-2.084	4.020	---	-0.647
3x4	44.720	24.382	-2.292	10.637	189.430	1.131
3x5	52.351	22.201	-0.320	10.860	177.630	0.680
3x6	48.202	32.656	-6.456	5.530	17.080	-6.000
3x7	59.731	40.506	0.475	11.837	222.960	0.707
4x4	29.017	-----	-4.128	3.330	---	-0.660
4x5	43.605	21.451	-10.935	7.577	112.430	-2.859
4x6	61.649	109.690	5.121	12.700	190.520	0.940
4x7	66.187	86.047	5.061	11.477	245.680	0.096
5x5	42.790	-----	2.075	3.803	---	-0.177
5x6	59.402	63.704	-2.785	13.900	201.190	1.435
5x7	65.327	53.849	-1.458	12.360	247.520	0.296
6x6	29.783	-----	0.289	5.427	---	0.934
6x7	69.112	92.203	0.340	15.043	244.370	1.628
7x7	42.133	-----	5.588	3.310	---	0.241
media	52.739			9.629		
DMS	5.438		1.593	5.950		1.743
Max	75.186		1.187 ²	15.043		
Min	26.125			3.310		

¹ valores de ACG se muestran en los progenitores.

² DMS para ACG.

En la heterosis presentada para rendimiento total, 4 de las cruzas superaron el 100 por ciento de heterosis. No se presentaron valores negativos, el valor más bajo fue la craza 2x3 con 11.699 por ciento de heterosis. Las cruzas que presentaron mayor heterosis fueron la 1x3, 1x5, 1x6, 1x7 y 4x6 con 96.568, 118.198, 127.406, 107.293 y 109.690 por ciento, respectivamente; los progenitores 1 y 6 fueron los mejores en la formación de híbridos sobresalientes con cuatro y dos participaciones respectivamente. La mejor craza fue la 1x6.

Para la ACG, los progenitores 2, 3 y 4 presentaron valores negativos, siendo el progenitor cuatro el que mostró el valor mas bajo con -4.128 de ACG; los progenitores uno, cinco, seis y siete presentaron valores positivos; de estos, el progenitor que mostró el mejor valor fue el siete con 5.588 de ACG.

Para la ACE de rendimiento, once de las cruzas presentaron valores negativos; la craza con mayor valor negativo fue la 1x2 con -13.249 de ACE. Las mejores cruzas fueron: 1x3, 1x5, 2x4, 2x6 y 4x6 con 11.380, 11.206, 10.166, 6.179 y 5.151 de ACE, respectivamente, destacando la craza 1x5, con el mayor valor para ACE y rendimiento.

La media para peso por fruto del total de cortes fue de 9.629 g, ninguno de los progenitores superó a la media; 19 de las 21 cruzas superaron a la media, el valor mas bajo para un progenitor fue de 3.31g y correspondió al progenitor siete y la craza con menor valor fue la 3x6 con 5.53g. Las cinco mejores cruzas para peso por fruto fueron: 1x6, 2x5, 2x6, 5x6 y 6x7 con 12.95, 12.88, 14.44, 13.90 y 15.04 gramos,

respectivamente; se puede observar que uno de los progenitores que aportó más al peso por fruto fue el progenitor seis, en tanto que la mejor cruce fue la 6x7.

En lo concerniente a heterosis, 20 de las 21 cruces superaron el 100 por ciento de heterosis; solo la cruce 3x6 presentó un valor bajo, aunque supera a la media de los progenitores con 17.08 por ciento. Los mejores híbridos fueron: 2x4, 2x5, 4x7, 5x7 y 6x7 con 229.80, 245.80, 246.68, 247.52 y 244.37 por ciento, respectivamente; la cruce que presentó mayor valor para heterosis fue la 5x7. Los progenitores 2, 5 y 7, participaron en la formación de más híbridos sobresalientes.

En lo correspondiente a ACG, cuatro de los progenitores presentaron valores negativos; de estos, el progenitor 4 presentó el valor más bajo, con -0.66 de ACG. El progenitor 6 presentó el mayor valor para peso por fruto con 0.9336 de ACG. Con lo que se confirma su buena aptitud combinatoria general.

Para la ACE se presentaron seis cruces con valores negativos, siendo la cruce 3x6 con -6.000 de ACE la de menor valor; las cinco mejores cruces fueron 1x3, 2x3, 2x6, 5x6 y 6x7, con valores de 2.333, 1.148, 1.229, 1.435 y 1.628 de ACE respectivamente, siendo la cruce 1x3 la mejor. Es importante mencionar que tanto para rendimiento como para peso por fruto la cruce 6x7 fue de las más sobresalientes.

En el Cuadro 4.12 se pueden observar las medias la heterosis, ACG y ACE, para longitud y diámetro de fruto para el total.

Cuadro. 4.12 Medias, heterosis, ACE y ACG de longitud de fruto, y diámetro de fruto, para las 21 cruza y los progenitores para el total. UAAAN 2002.

Cruza	Longitud			Diámetro		
	cm	Heterosis %	ACE y ACG ¹	Cm	Heterosis %	ACE y ACG ¹
1x1	2.127	---	0.095	0.393	---	-0.007
1x2	6.797	198.540	-0.522	1.177 ✓	200.430	-0.115
1x3	6.453	203.210	0.702	1.237	202.860	0.142
1x4	5.877	194.820	0.048	1.187	199.160	-0.002
1x5	5.523	148.430	0.177	1.023	156.900	-0.017
1x6	6.037	198.350	0.432	1.383	175.750	0.116
1x7	6.297	209.170	-0.837	1.117	182.700	-0.123
2x2	2.427	---	0.592	0.390	---	0.039
2x3	6.723	195.100	0.412	1.270 ✓	212.300	0.168
2x4	6.260	192.070	-0.228	1.260 ✓	218.990	-0.030
2x5	7.360	210.110	0.314	1.257 ✓	216.810	0.009
2x6	6.723	209.360	0.382	1.460 ✓	192.000	0.119
2x7	7.000	220.120	-0.360	1.127 ✓	186.440	-0.150
3x3	2.130	---	-0.290	0.423	---	-0.064
3x4	5.763	188.890	1.066	1.173	185.020	0.254
3x5	6.110	174.610	0.868	1.137	175.000	0.216
3x6	2.263	11.770	-3.217	0.553	7.100	-0.871
3x7	6.200	204.170	0.168	1.180	187.800	0.093
4x4	1.860	---	-0.318	0.400	---	-0.026
4x5	3.980	90.430	-1.975	0.793	97.510	-0.448
4x6	5.573	194.840	0.820	1.353	167.990	0.255
4x7	6.350	233.630	0.268	1.177	195.400	-0.028
5x5	2.320	---	-0.001	0.403	---	-0.036
5x6	6.263	195.440	0.718	1.390	174.340	0.207
5x7	6.507	205.000	-0.104	1.240	210.000	0.034
6x6	1.920	---	-0.348	0.610	---	0.087
6x7	6.553	238.970	0.864	1.403	178.810	0.174
7x7	1.947	---	0.268	0.397	---	0.007
media	5.048			0.997		
DMS	3.015		0.883	0.629		0.184
Max	7.360			1.460		
Min	1.860			0.390		

¹ valores de ACG se muestran en los progenitores.

² DMS para ACG.

La media de longitud de fruto para el total fue de 5.0479 cm, los progenitores no sobrepasaron la media, el valor mínimo observado fue el del progenitor 4 con 1.86 cm y el valor mayor la presentó el progenitor 2 con 2.4267 cm. Los mejores híbridos fueron : 1x2, 2x3, 2x5, 2x6 y 2x7 con valores de 6.7967, 6.7233, 7.36, 6.723 y 7.00 cm respectivamente. Se puede destacar que el progenitor 2 se encuentra presente en todos las cruzas que fueron seleccionadas y que además fue el progenitor con mayor media de longitud de fruto lo que indica que influyó positivamente en la longitud de los híbridos en los que participó.

En cuanto a la heterosis 19 de los 21 híbridos superaron el 100 por ciento de heterosis; el híbrido que presentó la heterosis mas baja fue el 3x6 con 11.77por ciento, mientras que los mejores híbridos fueron: 2x5, 2x6, 2x7, 4x7 y 6x7 con valores de 210.11, 209.36, 220.12, 233.63 y 238.97 por ciento respectivamente. Cabe mencionar que los progenitores los 2 y 7 fueron los que mas veces participaron en la formación de híbridos superiores para heterosis con tres apariciones cada uno.

En lo referente a la ACG, cuatro de los progenitores mostraron valores negativos, el mas bajo de los valores fue -0.3478 de ACG correspondiente al progenitor 6, y el mejor de los progenitores fue el progenitor 2 con 0.5925 de ACG con lo que podemos confirmar que el progenitor dos es el mejor en lo referente a longitud de fruto.

Siete de las cruzas presentaron valores negativos de ACE para longitud de fruto, siendo la cruz 3x6 con -3.217 de ACE la que presentó el valor más bajo. Las

mejores Cruzas por su ACE fueron : 3x4, 3x5, 4x6, 5x6 y 6x7 con valores de 1.066, 0.868, 0.820, 0.718 y 0.864 de ACE, respectivamente. La mejor crusa fue la 3x4; dos de las cruzas sobresalientes tienen como progenitor al 3, dos de ellas al progenitor 5 y tres mas al progenitor 6.

La media de diámetro de fruto para el total fue de 0.9969 cm, ninguno de los progenitores superó a la media, el progenitor que presentó el mayor valor fue el 6 con 0.6100 cm. Los mejores híbridos fueron: 1x6, 2x6, 4x6, 5x6 y 6x7, con valores de 1.3833, 1.4600, 1.3533, 1.3900 y 1.4033 centímetros, respectivamente; cabe mencionar que el progenitor seis además de ser el que mayor diámetro presentó, participo en todos los híbridos sobresalientes.

En lo referente a heterosis para diámetro de fruto, 19 de los 21 híbridos superaron el 100 por ciento de heterosis; el híbrido 3x6 fue el que presentó el valor mas bajo con 7.10 por ciento de heterosis, los híbridos que presentaron los mayores valores para heterosis fueron: 1x3, 2x3, 2x4, 2x5 y 5x7 con valores de 202.86, 212.30, 218.99, 216.81 y 210.00 por ciento de heterosis, respectivamente; los progenitores 2, 3 y 5 fueron los que mas veces aparecieron como padres en las cruzas sobresalientes .

En lo referente a la ACG, para diámetro de fruto cuatro progenitores mostraron valores negativos, el progenitor tres mostró el valor mas bajo con -0.0642 de ACG en tanto que el progenitor que mostró el mejor valor fue el seis con 0.0875 de ACG, lo que se corrobora al aparecer en todos los híbridos sobresalientes para

diámetro de fruto. Al analizar la ACE para este carácter, nueve de las cruzas mostraron valores negativos la cruza 3x6 mostró el menor valor con -0.871 de ACE; mientras que las cinco mejores cruzas fueron : 3x4, 3x5, 4x6, 5x6 y 6x7 con valores de 0.254, 0.216, 0.255, 0.207 y 0.174 de ACE respectivamente. Se vuelve a observar que el progenitor 6 se presenta en tres de los cinco híbridos sobresalientes; se observa también, que el híbrido 6x7 se encuentra presente en los seleccionados para longitud de fruto y para diámetro de fruto.

En el cuadro 4.13 se puede observar las medias de los días a pérdida de valor comercial para el total, su heterosis ACG y ACE, así como las medias de pérdida de peso para el total, su heterosis, ACG y ACE.

La media para días a pérdida de peso fue de 18.16 días, ninguno de los progenitores superó dicha media, el valor mas bajo observado en las cruzas fue de 7.033 días que correspondió a la cruza 3x6, mientras que el valor mas bajo para un progenitor fue de 5.76 días (progenitor 5). El progenitor que mostró mejor valor para perdida de peso fue el tres con 7.9 días, seguido del progenitor 7 con 7.83 días. Las mejores cinco cruzas fueron: 2x4, 2x7, 3x4, 3x7 y 4x7, con valores de 25.23, 25.83, 26.63, 27.43 y 26.53 días respectivamente. El progenitor 7 fue uno de los que mas veces participó en los híbridos sobresalientes, junto con el 3 que también influyó positivamente para esta variable.

La heterosis para días a pérdida de valor comercial en el total no presentó valores negativos; 19 de los 21 híbridos superaron el 100 por ciento de heterosis.

Cuadro. 4.13 Medias, heterosis, ACE y ACG de días a pérdida de valor comercial y pérdida de peso, para las 21 cruzas y los progenitores en el total evaluado en el año 2001.

Cruza	Días A Pérdida De Valor Comercial			Pérdida De Peso		
	Días	Heterosis %	ACE y ACG ¹	g cada 48 horas	Heterosis %	ACE y ACG ¹
1x1	6.533 ✓	---	-0.158 ✓	0.263	---	-0.002 ✓
1x2	21.767 ✓	208.750 ✓	-4.510 ✓	0.229	13.086	0.031
1x3	24.033 ✓	233.030 ✓	2.353	0.244	3.239	0.038
1x4	22.800	208.800 ✓	-0.016	0.201	-4.203	-0.015
1x5	17.633	186.720	-0.554	0.287	-2.880	0.024
1x6	21.100	234.040	3.179	0.254	-14.222	-0.037
1x7	23.500	227.150	-0.452	0.199	-8.154	-0.041
2x2	7.567	---	1.112 ✓	0.142	----	0.039 ✓ <i>sigu</i>
2x3	24.367	215.090	0.821	0.177	0.662	-0.005
2x4	25.233	219.410	0.541	0.214	42.985	0.023
2x5	21.433	221.500	1.370	0.229	-2.130	-0.008
2x6	21.567	215.610	1.759	0.262	11.158	-0.004
2x7	25.833	235.500	0.017	0.178	13.981	-0.037 <i>sigu</i>
3x3	7.900	---	0.393 ✓	0.210	----	0.019 ✓ <i>sigu</i>
3x4	26.633	230.170	2.570	0.200	8.794	0.000
3x5	23.567	244.880	4.155	0.169	-37.136	-0.077
3x6	7.033	0.480	-12.145	0.328	21.530	0.053
3x7	27.433	248.730	2.246	0.214	12.435	-0.009 <i>sigu</i>
4x4	8.233	---	1.105	0.157	----	0.026 ✓ <i>sigu</i>
4x5	13.800	97.140	-6.770	0.226	-6.602	-0.029
4x6	23.800	232.090	3.486	0.299	22.982	0.015
4x7	26.533	230.290	0.188	0.239	45.880	0.006
5x5	5.767	---	-2.017	0.327	----	-0.038 ✓
5x6	19.433	227.530	3.759	0.322	-2.130	-0.009
5x7	19.767	190.690	-1.961	0.378	52.177	0.099 ✓
6x6	6.100	---	-2.084	0.330	----	-0.054 ✓
6x7	21.433	207.660	-0.038	0.289	15.790	-0.018 ✓
7x7	7.833	---	1.649	0.170	----	0.010 ✓
Media	18.165			0.241		
DMS	10.999		3.222	0.098		0.030
Max	27.433					0.021 ²
Min	5.767					

¹ valores de ACG se muestran en los progenitores.

² DMS para ACG.

La craza que mostró el valor mas bajo fue la 3x6 con apenas el 0.48 por ciento de heterosis. Los cinco mejores híbridos fueron 1x3, 1x6, 2x7, 3x5, 3x7 con 233.03, 234.04, 235.50, 244.88 y 248.73 por ciento respectivamente siendo, la mejor la craza 3x7.

Aquí podemos observar la participación de los dos mejores progenitores (3 y 7) para días a pérdida de valor comercial cada uno de los cuales participo tres veces como progenitor y en la mejor craza aparecen juntos.

En lo referente a ACG tres progenitores presentaron valores negativos, el progenitor 6 obtuvo el menor valor de ACG para días a pérdida de valor comercial con -2.084 , mientras el que obtuvo el mejor valor fue el progenitor 7 con 1.6492 de ACG; este estuvo presente en la formación de tres de los mejores híbridos. Para las ACE ocho de las cruzas presentaron valores negativos; la craza 3x6 fue la que presentó el valor mas bajo con -12.145 de ACE. Las cinco mejores cruzas fueron 1x6, 3x4, 3x5, 4x6 y 5x6 con valores de 3.179 , 2.570 , 4.155 , 3.486 y 3.759 de ACE. La mejor craza fue la 3x7 ya que mostró mejor media para días a pérdida de valor comercial, mejor heterosis además de un buen valor de ACE.

La media para pérdida de peso en el total fue de $0.241g$, tres de los progenitores superaron a la media. El progenitor que mayor pérdida de peso registro fue el 6 con $0.330g$ cada 48 horas, y el que menos pérdida registro fue el 2 con 0.142 g cada 48 horas. Los mejores híbridos para pérdida de peso fueron: 1x4, 1x7, 2x3, 2x7, y 3x5 con valores de 0.201 , 0.199 , 0.177 , 0.178 y 0.169 g cada 48 horas

respectivamente; de estos, la mejor craza fue la 3x5. Observamos que los progenitores 1, 3 y 7 participan un par de veces cada uno, en la formación de materiales superiores; los progenitores 3 y 7 perdieron menos peso que la media.

Para la heterosis de pérdida de peso 13 de las cruzas tuvieron valores de heterosis positiva, que en este caso en particular indica que perdieron mas peso que la media de sus progenitores. Los valores que fueron útiles en este caso fueron los valores negativos o cercanos a cero, mismos que pertenecieron a aquellas cruzas que perdieron menos peso que la media de sus progenitores. Las cinco mejores cruzas fueron: 1x4, 1x6, 1x7 3x5 y 4x5 con valores de -4.203 , -14.222 , -8.154 , -37.136 y -6.602 por ciento de heterosis respectivamente. Los progenitores 1 y 5 fueron los que se presentaron con mayor frecuencia en los híbridos sobresalientes. El mejor híbrido fue el 3x5 que también lo fue para la media de pérdida de peso.

La ACG para pérdida de peso presentó tres progenitores con valores negativos el mas bajo lo obtuvo el progenitor 6 con -0.054 de ACG, el mejor progenitor fue el 2 con 0.039 de ACG.

Doce de las cruzas presentaron valores negativos; la craza 3x5 con valores de -0.077 de ACE fue la mas baja. Las cruzas con mejores valores fueron 1x3, 1x5, 2x4 3x6, 5x7 con valores de 0.038 , 0.024 , 0.023 , 0.053 y 0.099 de ACE respectivamente siendo la craza 5x7 la mejor.

En el cuadro 4.14 se pueden observar las correlaciones entre las variables evaluadas, el rendimiento tuvo una correlación altamente significativa ($P \leq 0.01$) con el peso del fruto, con la longitud del fruto, la correlación no fue significativa para las variables diámetro de fruto, días a pérdida de valor comercial y para pérdida de peso cada 48 horas.

Cuadro. 4.14 Cuadro de correlaciones entre las variables evaluadas.

	Peso por fruto	Long	Diam	Días a Pérdida de Valor Comercial	Pérdida de peso Cada 48 horas
Rendimiento	0.948 **	0.930 **	0.170 ns	-0.109 Ns	-0.304 ns
Peso por fruto		0.929 **	0.054 ns	-0.026 Ns	-0.286 ns
Longitud			0.331 ns	-0.085 Ns	-0.325 ns
Diámetro				-0.053 Ns	-0.161 ns
Días a Pérdida de Valor Comercial					0.845 **

*, ** Significativo al 0.05 y 0.01 niveles de probabilidad respectivamente.

El peso por fruto se correlacionó de manera altamente significativa ($P \leq 0.01$) con la longitud y no tuvo correlación de manera significativa con diámetro de fruto, días a pérdida de valor comercial, ni con pérdida de peso cada 48 horas.

Diámetro de fruto no presentó ninguna correlación significativa con días a pérdida de valor comercial, ni con pérdida de peso.

Días a pérdida de valor comercial tuvo correlación positiva y altamente significativa ($P \leq 0.01$) con pérdida de peso.

CONCLUSIONES.

El rendimiento de fruto es un carácter determinado tanto por efectos aditivos como de dominancia, siendo los del tipo aditivo 50% de los de dominancia .

La Vida de anaquel, peso, longitud y diámetro de fruto están determinados solamente por efectos de dominancia.

La Pérdida de peso está determinada solamente por efectos aditivos

En general, los caracteres estudiados mostraron efectos de heterosis altos para Vida de Anaquel, longitud, diámetro y peso de fruto; intermedios para Rendimiento de fruto y bajos para Pérdida de peso. La heterosis vario, para rendimiento, de 21.45 a 127.41%; para peso de fruto de 17.80 a 247.52%; de 11.77 a 238.97% para longitud de fruto; de 7.10 a 218.99% para diámetro de fruto; 0.48 a 244.88% en vida de anaquel y de -37.13 a 52.17% en pérdida de peso.

Existieron diferencias importantes ($P \geq 0.05$) entre ACG de los padres para Rendimiento y pérdida de peso y entre ACE de las cruzas para todas las características estudias.

Los mejores progenitores para ACG del rendimiento fueron: 7 y 5 y para pérdida de peso 2 y 4.

Las Cruzas para ACE del rendimiento fueron: 1x3, 1x5, 2x4, 2x6 y 4x6 con 11.380, 11.206, 10.166, 6.179 y 5.151; para peso de fruto 1x3, 2x3, 2x6, 5x6 y 6x7, con valores de 2.333, 1.148, 1.229, 1.435 y 1.628; para longitud de fruto fueron: 3x4, 3x5, 4x6, 5x6 y 6x7 con valores de 1.066, 0.868, 0.820, 0.718 y 0.864; para diámetro de fruto 3x4, 3x5, 4x6, 5x6 y 6x7 con valores de 0.254, 0.216, 0.255, 0.207 y 0.174; 1x6, 3x4, 3x5, 4x6 y 5x6 con valores de 3.179, 2.570, 4.155, 3.486 y 3.759 para vida de anaquel; y para pérdida de peso 1x3, 1x5, 2x4 3x6, 5x7 con valores de 0.038, 0.024, 0.023, 0.053 y 0.099.

RESUMEN

En el presente trabajo se usaron siete líneas de chile serrano (*Capsicum annuum*) del Instituto Nacional de Investigación Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) las cuales se aparearon bajo el diseño II de Griffin. Los cruzamientos del material parental para obtener la F₁, se realizaron en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro bajo condiciones de invernadero obteniéndose 21 cruzas. La evaluación se realizó en el Campo Experimental Sur de Tamaulipas (CESTAM) del INIFAP, localizado en Estación Cuauhtémoc, Tamaulipas. En la región de las Huastecas en el ciclo otoño-invierno de 2001, bajo condiciones de riego, usándose las 21 cruzas y los siete progenitores involucrados.

Las características evaluadas fueron: rendimiento (t ha⁻¹), pérdida de valor comercial (vida de anaquel, días), longitud del fruto (cm), diámetro de fruto (cm), peso por fruto (g) y pérdida de peso (g/48horas).

Los objetivos del trabajo fueron: a) estimar los efectos genéticos de la duración de la vida de anaquel del chile serrano (*Capsicum annuum*), b) caracterizar los materiales utilizados por su capacidad para mantenerse en óptimas condiciones durante un periodo de tiempo mayor.

En el análisis de varianza se obtuvieron diferencias significativas ($P \geq 0.01$) entre cruzas para todas las características evaluadas.

En aptitud combinatoria general (ACG) se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.01$) para rendimiento y pérdida de peso.

En aptitud combinatoria específica (ACE), se encontraron diferencias significativas ($P \geq 0.01$) para rendimiento, peso por fruto, longitud de fruto, diámetro de fruto y pérdida de valor comercial.

Los mejores híbridos fueron para rendimiento fue el 1x5 con 75.186 t ha⁻¹ y 118.198 por ciento de heterosis; en tanto que para peso de fruto el mejor fue el 6x7 con 15.043g y 244.370 por ciento de heterosis; para longitud de fruto sobresalió el 2x5 con 7.360 cm y 210.110 por ciento de heterosis; para diámetro de fruto fue el 2x6 con 1.460 cm y 192.00 por ciento de heterosis, para pérdida de valor comercial fue 3x7 con 27.433 días y 248.730 por ciento de heterosis. Finalmente para pérdida de peso de fruto el mejor material fue el progenitor 2 con 0.142 g. El progenitor 2 estuvo presente para las características, longitud de fruto, diámetro de fruto y pérdida de peso y los progenitores 5, 6 y 7 estuvieron presentes en dos ocasiones en las características, rendimiento y longitud; el progenitor 5 destacó en peso de fruto y en diámetro de fruto en tanto que los progenitor 6, y 7 para peso por fruto y días a pérdida de valor comercial.

LITERATURA CITADA

- Awad, M. and Young, R. E. 1979. Postharvest variation in celulase, polygalacturonase and pectin methyl esterase in avocado fruits in relation to respiration and ethylene production. *Plant Physiol.* 64. pp. 306-308.
- Biale, J. B. and Young, R.E. 1971. Respiration and Ripening in Fruits. In "Recent Advances in the Biochemistry of Fruits". Friend, J. and Rhodes, M.J.C. (Eds.). London, Academic Press, pp. 1-39.
- Bidwell, R.G. S. 1979. Fisiología vegetal Editorial AGT pp. 587-598
- Brady, C. J. 1987. Fruit Ripening. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 38. pp. 155-178.
- Brauer, O. 1969. Fitogenética Aplicada Editorial Limusa - Wiley S.A. México pp. 268.
- Chaudhary, B. D. and R. K. Singh. 1979. Biometrical Methods In Quantitative Genetic Analysis. p. 304. Iowa State University Press. Ames, Ia. U. S. A.
- Cheryld L. E. and J.W. Scoot. 1995. Diallel analysis for rain check in tomato; Gulf Cost Research and Education Center I FAS, Univ. of Florida , Hortscience Vol. 30 (4). pp. 772.
- Christoffersen, R. E., Turcker, M. L. and Laties, G. G. 1984. Cellulase gene expression in ripening avocado fruit. *Plant Mol. Biol.* 3, pp. 385-392.
- Darme, G.M.V. 1977. Genic analysis of yield components in binjal. *Mysorr, J. Agric. Sci.* 11. pp. 426.
- De la Cruz, E. L., E. Gutierrez del R., A. Palomo. G. 1999. Aptitud combinatoria para rendimiento de líneas de maíz en la Comarca Lagunera. XVIII Congreso Nacional de Fitogenética, pp. 122.

- Dellapenna, D., Alexander, D.C. and Bennet, A. B. 1986. Molecular cloning of tomato fruit polygalacturonase; Analysis of polygalacturonase mRNA levels during ripening. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 83. pp. 6420-6424.
- Dikil, S. P., L.I. Studentsova and V. S. AniKeenko. 1973. Heterosis in peper. *Trudy po Priklandnoi Botanike, genetike i selektissi* 49 pp. 252-269 (*Plant Breed. Abstr.* 44. pp.161).
- Falconer, D. S. 1971 *Introducción a la genética cuantitativa*. Compañía Editorial Continental, México. pp 303-304.
- García, de M. E. 1973. *Modificaciones al sistema de Clasificación de Köppen segunda Edición México*.
- Gómez, L. 1991. *Introducción a la Biología Molecular e Ingeniería genética de plantas*. Editores Rafael Rivera Bustamante, Irineo Torres Pacheco, José Antonio Garzón Tiznado, Luis Herrera Estrella, pp. 119-131.
- Grierson, D., Salter, A. Speirs, J. and Turcker, G. A. 1985. The appearance of polygalacturonase m RNA in tomatoes – one in a series of changes in gene expression during development and ripening. *Planta* 163. pp. 263-271
- Hayman, B. I. 1960 The theory and analysis of diallel crosses. III. *Genetics*. 45. pp. 155-172.
- Hull, F. H. 1945. Recurrent selection for specific and combining ability in corn *J. Am. Soc. Agron*, 37. pp. 134-145.
- INIFAP, 2001. Paquetes Tecnológicos de Producción Agrícola para el Sur de Tamaulipas. Ciclo P-V 2001. Campo Experimental Sur de Tamaulipas CIRNE-INIFAP. Marzo de 2001. pp. 24-29
- Jugenheimer, R.W. 1981 *Maíz. Variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas*. Editorial Limusa, México D.F.

- Kevin, L.C., A.C. Gabert and J.R. Baggett; 1995, Combining Ability and Correlations for Fruit Firmness Components in Partenocarpic X Non Partenocarpic Pickling Cucumer Hybrids, Hort Science, Vol. 30 (4). pp. 822.
- Lincoln, J.E., Cordes, S., Read, E., and Fischer, R.L. 1987. Regulation of gene expression by ethylene during tomato fruit development. Proc. Natl. Acad. Sci, 84, pp. 2793 – 2797.
- Martínez, A. G., 1983; Diseños y análisis de experimentos de cruza dialélicas Colegio de Postgraduados. pp 13.
- McNeill, M., Darvil, A. G., Fry, S. C. and Albersheim, P. 1984. Structure and function of the primary cell wall of plants. Annu. Rev. Biochem., 53, pp. 625-664.
- Molina, G. J.M., 1992. Introducción a la Genética de Poblaciones y Cuantitativa. Editorial AGT EDITOR, S.A., pp. 151.
- Montes, H. S. 2002. Genetic Resources of Chile (*Capsicum spp*) in Mexico. 16th International Pepper Conference pp 11 and 12.
- Pozo, C. O. 2001. Programa Nacional De Investigación en Chile. Campo Exp. Sur de Tamaulipas CIRNE-INIFAP. p 45
- Phoehlman, J.M., 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa. Séptima reimpresión. México D.F.
- Rattanapanone, N., Speirs, J. and Grierson, D. 1978. Evidence for changes in mRNA content related to tomato fruit ripening. Phytochemistry 17. pp.1485-1486.
- Ray, J., Kanapp, J.E., Grierson, D., Bird, C., and Schuch, W. 1988. Identification and secuencia determination of a cDNA clone for tomato pectin esterase. Eur. J. Biochem., 174. pp.119-124.
- Rodríguez, J. L. 2002. 150 Mil Hectáreas Dedicadas a la Producción de Chiles Picosos. Productores de Hortalizas. mayo pp 27- 29

- Robles, S. R. 1971. Terminología Fitogenética y Citogenética. Herrero Hermanos Sucesores. México, pp. 19 y 75
- Sato, T. and Theologis, A. 1989. Cloning the mRNA encoding 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase, the key enzyme for ethylene biosynthesis in plants. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 86. pp. 6621-6625.
- SAS INSTITUTE. 1979. SAS user's guide. SAS Institute Inc. Raleigh, N. C. (V 6.12)
- Shifriss, C., and I. Rylski. 1973. Comparative performance of F₁ hybrids and open pollinated "Bell" pepper varieties under sub optimal temperature regimens. Euphytica 22. pp. 530-534.
- Sprague, G. F. and L.A. Tatum. 1942. General versus specific combining ability in single crosses of corn. J. Am. Soc. Agron. 34. pp. 923-932.
- Themmen, A. P. N., Turker, G. A. and Grierson, D. 1982. The degradation of isolated tomato cell walls by purified polygalacturonase *in vitro*. Plant, Physiol., 69, pp. 122-124.
- Tiwari, R.D. 1966. Studies on hybrid vigor in *Solanum melongena*. J. Indian Bot. Soc. 45, pp. 138-149.
- Turcker, G. A. and Grierson, D. 1982. Synthesis of polygalacturonase during tomato fruit ripening. Planta 155, pp. 64- 67.
- Yahia, E. M. e I. Higuera, C. 1992. Fisiología y Tecnología postcosecha de Productos Hortícolas. Editorial Limusa, México.
- Yahia, E. M 1995. Postharvest Handling of Horticultural Crops.
- Yang, S. F., and Hoffman, N. E., 1984. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. Ann. Rev. Plant Physiol., 35, pp. 155-189.