

CLASIFICACION DE GENOTIPOS DE CHILE
SERRANO (*Capsicum annuum* L.) SEGUN SU
RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD
A TEMPERATURAS ALTAS

R
M
M

MOISES RAMIREZ MERAZ

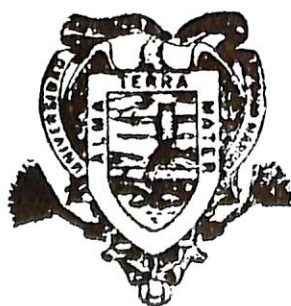
T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

AGOSTO 1989

Tesis elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial, para optar el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN
FITOMEJORAMIENTO



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

COMITE PARTICULAR

- Asesor Principal: K. Sathyanarayanaiah
Dr. Sathyanarayanaiah Kuruvadi
- Asesor: [Signature]
Ing. M.C. Edgar E. Guzmán Medrano
- Asesor: [Signature]
Ing. M.C. Alfredo Sánchez López
- Asesor: [Signature]
Dra. Diana Jasso de Rodríguez

[Signature]
Dr. Eleuterio López Pérez
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Agosto 1989

DEDICATORIA

A mis padres

*Agustín Ramírez Valdéz y
Hermelinda Meraz del Angel
Con eterno agradecimiento por brindarme
siempre su cariño y apoyo*

A mis hermanos

*Minerva, Victoria, Salvador, Herminia,
David, Manuel, Ninfa Ruth y Rafael
Por la gran amistad fraternal que nos une*

A mis cuñados y sobrinos

*De quienes he recibido grandes muestras
de apoyo y estímulo*

*A mis compañeros de estudio y de trabajo por
la amistad y momentos compartidos*

A G R A D E C I M I E N T O S

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) por todo el apoyo brindado durante la realización de mis estudios de Postgrado.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por abrirme sus puertas para continuar mi superación académica.

Al Dr. Sathyanarayanaiah Kuruvadi por los consejos, orientación y apoyo que siempre me otorgó como Asesor Principal en forma incondicional desde un principio.

Al personal del Programa de Hortalizas del Campo Experimental Sur de Tamaulipas, en especial a los Ingenieros M.C. Octavio Pozo C. y M.C. Joel Avila V., por el apoyo brindado para llevar a cabo el trabajo de campo de esta investigación.

A mis Asesores Ing. M.C. Alfredo Sánchez López, Dra. Diana Jasso de Rodríguez e Ing. M.C. Edgar E. Guzmán Medrano quienes compartieron en forma desinteresada sus conocimientos conmigo para la realización de este trabajo.

A mis compañeros de estudios de Postgrado Ingenieros Humberto Carranza Bazini y Valentín Robledo Torres quienes me otorgaron su amistad y ayuda incondicional en todo momento.

A la Srta. Martha E. Ochoa B. por el eficiente trabajo y tiempo dedicado en la mecanografía del escrito original.

A todas las personas que de una forma y otra intervinieron para la realización del presente estudio.

COMPENDIO

CLASIFICACION DE GENOTIPOS DE CHILE SERRANO (Capsicum annuum L.)
SEGUN SU RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD A TEMPERATURAS ALTAS

POR

MOISES RAMIREZ MERAZ

MAESTRIA
FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA
AGOSTO DE 1989

DR. SATHYANARAYANAI AH KURUVADI ASESOR

Palabras clave: Chile serrano, temperaturas altas, líneas Banco de Germoplasma, resistencia a temperaturas altas, heredabilidad sentido amplio, correlaciones fenotípicas.

En este experimento se evaluaron 62 genotipos distribuidos en tres grupos (1A: 1 a 20; 1B; 21 a 40 y 1C: 41 a 59, mas los tres testigos en cada uno), bajo un diseño de bloques al azar con el objetivo de identificar variedades con - --

resistencia a temperaturas altas en base a rendimiento; en el otro experimento se evaluó el mismo material genético con estrés de alta temperatura a 50°C por 30 minutos a nivel plántula para clasificar líneas resistentes y susceptibles.

Se encontraron diferencias significativas para rendimiento, número de frutos por planta, longitud y diámetro de fruto, altura y días a floración. El rendimiento de fruto varió de 5.4 a 19.1 ton/ha, y se detectaron 6 líneas superiores para este carácter, las mismas que se consideraron como resistentes a calor en campo. Se identificaron 8 líneas con alto número de frutos por planta, 7 para tamaño de fruto, 3 para diámetro mayor de fruto y 3 para mas peso de fruto.

Las características días a floración, longitud de fruto, número de frutos y rendimiento, presentaron valores altos de heredabilidad en sentido amplio. Se observaron correlaciones positivas y significativas para rendimiento con número de frutos por planta, número de frutos con días a floración, longitud de fruto con número de ramas y cobertura con días a floración.

Las líneas 1, 31, 45, 54 y 58 se identificaron como resistentes a temperatura alta a nivel de plántula y presentaron rendimientos de fruto estadísticamente iguales en campo que la variedad Pánuco

ABSTRACT

Classification of the genotypes of chile serrano (Capsicum annuum L.) to the degree of resistance and susceptibility to high temperature

BY

MOISES RAMIREZ MERAZ

MASTER OF SCIENCE

PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. AUGUST 1989

Dr. Sathyanarayanaiah Kuruvadi -Adviser-

Key words: Chili Serrano, germplasm accessions, resistance to high temperature, broad sense heritability, phenotypic correlations.

Sixty two accessions of chili serrano were evaluated in this experiment distributing in three groups (1A: 1 to 20; 1B; 21 to 40; 1C: 41 to 59 and three control varieties in each group) utilizing a randomized block design with an object of identifying varieties resistant to high temperature based on yield. In the another experiment the same materials were evaluated with a high temperature stress of -

50 lines of material were evaluated for classifying the lines to the degree of resistance and susceptibility.

Significant differences were found for yield number of fruits per plant fruit length and diameter, height and days to flower. The fruit yield ranged from 5.4 to 19.1 tonnes per hectare and six superior lines were identified for this complex character and the same lines were considered as resistant to high temperature in the field conditions. Eight lines were identified as higher number of fruit yielders per plant, seven for fruit size, three for greater fruit diameter and three for fruit weight.

The characters days to flowering, fruit length, number of fruits per plant and yield recorded higher values of broad sense heritability. A positive and a significant correlations were observed between yield with number of fruits per plant; number of fruits per plant with days to flowering, fruit length with number of branches and top diameter with days to flower.

The five lines 1, 31, 45, 54 and 58 were identified as resistance to high temperature at seedling level and these lines showed higher fruit yielding abilities, statistically on par with control variety Pánuco in the field.

INDICE DE CONTENIDO

	PÁG
INDICE DE CUADROS	x
INDICE DE FIGURAS	xi
I. INTRODUCCION	1 -
II. REVISION DE LITERATURA	4 -
ORIGEN, DISTRIBUCIÓN E IMPORTANCIA DEL CULTIVO	4 -
ORIGEN	4 -
DISTRIBUCIÓN NACIONAL E IMPORTANCIA	5 -
CLASIFICACIÓN SISTEMÁTICA Y TAXONÓMICA	6 -
TIPOS Y SUBTIPOS DE CHILE EN MÉXICO	9 -
CHILE SERRANO	9 -
Usos	11
MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL CHILE SERRANO	11
EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LAS PLANTAS	13
EFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA FLORACIÓN Y FRUCTI- FICACIÓN	19
PRUEBAS PARA DETECTAR GENOTIPOS CON RESISTENCIA A TEMPERATURAS ALTAS	35
ASPECTOS GENÉTICOS EN EL CULTIVO DE CHILE	40
III. MATERIALES Y METODOS	45
EXPERIMENTO 1. ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD PARA REN- DIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS EN CAMPO BA- JO TEMPERATURAS ALTAS EN CHILE SERRANO	48
EXPERIMENTO 2. CLASIFICACIÓN DE LÍNEAS DEL BANCO - DE GERMOPLASMA EN CHILE SERRANO SEGÚN RESISTENCIA Y SUSCEPTIBILIDAD A TEMPERATURAS ALTAS	57
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	60
EXPERIMENTO 1	60
EXPERIMENTO 2	90

	PAG
V. RESUMEN	95
VI. CONCLUSIONES	98
VII. LITERATURA CITADA	101

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág
1	Material genético utilizado en el estudio de clasificación de variedades de chile serrano según su resistencia a temperaturas altas -----	47
2	Análisis de varianza para rendimiento y número de frutos por planta por cosecha y producción total en tres experimentos de chile serrano -----	61
3	Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en chile serrano -----	63
4	Promedios de rendimiento y número de frutos por planta por cosecha y producción total en chile serrano (Experimento 1A) -----	68
5	Promedios de rendimiento y número de frutos por planta en diferentes cosechas y producción total en chile serrano (Experimento 1B) -----	69
6	Promedio de rendimiento y número de frutos por planta en diferentes cosechas y producción total en chile serrano (Experimento 1C) -----	70
7	Promedios para diferentes características agronómicas en chile serrano (Experimento 1A) -----	76
8	Promedios para diferentes características agronómicas en chile serrano (Experimento 1B) -----	77
9	Promedios para diferentes características agronómicas en chile serrano (Experimento 1C) -----	78
10	Varianza genética (Vg), varianza fenotípica (Vf) y heredabilidad en sentido amplio (h^2) para rendimiento y otras características agronómicas en chile serrano -----	84
11	Correlaciones fenotípicas entre diferentes pares de caracteres en chile serrano -----	87
12	Clasificación del grado de resistencia y susceptibilidad en chile serrano a temperaturas altas basado en el porcentaje de mortalidad de plántulas -----	92

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág
1	Areas de producción de chile serrano en México y épocas de cosecha -----	7
2	Localización del Campo Experimental Sur de Tamaulipas en la Cuenca Baja del Río Pánuco -----	49
3	Precipitación, temperatura máxima promedio y temperatura ambiente promedio registradas de Julio a Diciembre de 1988 en el CESTAM, Estación Cuauhtémoc, Tamaulipas -----	52
4	Rendimiento promedio por experimento en ton/ha a través de las diferentes cosechas realizadas	65

I. INTRODUCCION

El cultivo de chile Capsicum annuum L., cuyo centro de origen, según Greenleaf (1986), se encuentra en el sureste de México y Guatemala, está ampliamente difundido en todo el país, debido a que está asociado a los hábitos alimenticios del mexicano según lo revelan restos de hace más de 7,000 años de antigüedad (Niederberger, 1978).

El fruto de chile tiene alto contenido de vitamina A y niacina, así como minerales importantes para una adecuada nutrición; su consumo per cápita en 1925 de 1 kg ha aumentado en 1978 a 5.2 kg. Se considera uno de los cultivos hortícolas de mayor importancia debido al elevado valor de su producción y al beneficio económico y social que deja a la gente del campo al utilizar de 300 a 350 jornales por hectárea desde la siembra hasta la cosecha. El área sembrada de chile serrano a nivel nacional fluctúa alrededor de las 15,000 hectáreas anuales, con un volumen de producción que oscila entre las 160 y 180 mil toneladas.

Los avances de investigación han logrado un considerable incremento en la producción unitaria, ya que de cerca de 2,000 hectáreas que se sembraban en México en el período 1925-29 con un rendimiento de 2 ton/ha, se ha pasado en 1982 a ocupar una superficie de siembra de mas de 15,000 hectáreas con un rendimiento promedio de 11.1 ton/ha; para el incremento en los rendimientos han contribuído la utilización de variedades superiores o mejoradas así como un eficiente paquete tecnológico.

Las principales áreas productoras de chile serrano se encuentran en los estados de San Luis Potosí, Veracruz, Nayarit e Hidalgo, además de la Cuenca Baja del Río Pánuco, principalmente el Sur de Tamaulipas. Estas regiones contribuyen con mas del 80 por ciento de la producción total del país. Otros estados en donde se cultivan en menor escala son Puebla, Nuevo León, Coahuila, Jalisco y Sonora entre otros. En todas las áreas cultivadas actualmente se siembra la variedad Tampiqueño 74, que cubre casi el 80 por ciento del área sembrada con este cultivo; el resto lo ocupan los cultivares criollos o los recientemente liberados Altamira y Pánuco.

La Cuenca Baja del Río Pánuco es una de las zonas importantes de producción, pero tiene sus limitantes entre las que se encuentran: escaso número de cultivares comerciales, plagas, enfermedades, deficiencias en el manejo del cultivo y temperaturas altas. Uno de los

problemas de producción en esta área, como se mencionó, son las altas temperaturas, las cuales acortan el período de producción y su efecto sobre la planta, principalmente en etapas de floración es altamente negativo provocando cuando sobrepasan los 30°C caída de flor y fruto pequeño, lo cual es mas drástico a medida que éstas aumentan. Lo anterior tiene importancia si se considera que por lo menos en los dos meses anteriores (octubre y noviembre) al período normal de cosecha, prácticamente la competencia es mínima o nula en el mercado con las otras zonas productoras, esto redundaría en una fuerte derrama económica, ya que además de satisfacer al mercado con un producto escaso y caro en esa época, se explotaría al máximo el período de producción. En la actualidad se tiene que abandonar el cultivo cuando escasamente se han dado 3 ó 4 cortes, debido a que el mercado se satura de enero en adelante, con el consecuente desplome de los precios, lo que hace incosteable seguir cosechando el producto.

Para aumentar la producción temprana en esta área es necesario seleccionar variedades superiores con base de termoinsensibilidad en las líneas del banco de germoplasma de Chile serrano. Los recursos genéticos resistentes a temperaturas altas, se pueden identificar a través de pruebas de siembra en el campo donde exista este problema con base a rendimiento, y someter las plántulas de las diferentes líneas a estrés de alto calor y después estudiar el porcentaje de

recuperación y mortalidad. En esta forma se pueden identificar genotipos resistentes a temperaturas altas. En la literatura publicada en Chile serrano no se tiene información sobre estudios realizados para tamizar variedades resistentes al calor; por lo tanto, en esta investigación se evaluaron 62 líneas de Chile serrano bajo condiciones de alta temperatura en el campo y castigo de plántulas con calor, en invernadero y laboratorio para lograr los siguientes objetivos:

1. Clasificar líneas según su resistencia y susceptibilidad a temperaturas altas a nivel plántula y planta adulta.
2. Estudiar parámetros genéticos y correlaciones entre diferentes variables.

II. REVISION DE LITERATURA

Origen, distribución e importancia del cultivo

Origen

El género Capsicum de la familia Solanaceae comprende unos 20-30 especies de los trópicos y subtrópicos del Nuevo Mundo. Los taxonomistas modernos reconocen cinco mayores especies cultivados, estas son: Capsicum annuum L., y C. chinense Jacquin, C. pendulum Willdenow, C. frutescens L., y C. pubescens Ruiz y Pavón. Las cinco especies se derivan de diferentes ancestros en tres distintos centros de origen. México es el primer centro de origen de C. annuum, junto con Guatemala como centro secundario; Amazonia para C. chinense y C. frutescens, y Perú y Bolivia para C. pendulum y C. pubescens. C. annuum y C. frutescens se encuentra ampliamente distribuido a través de México, América Central y el Caribe. C. chinense es mas comúnmente cultivada en América del Sur. Existen todos en forma silvestre, pero C. pubescens es conocido en la actualidad solamente en forma cultivada (Greenleaf, 1986).

Las especies C. annuum y C. frutescens, son cultivadas comercialmente en todo el mundo. C annuum es la mas comúnmente cultivada de las especies, comprendiendo todos los chiles verdes y la mayoría de los chiles secos existentes - en el mercado (Maurya y Singh, 1983).

Distribución Nacional e Importancia

El maíz, el frijol, las calabazas y el chile fueron la base de la alimentación de las diferentes culturas que poblaron Mesoamérica. Dada la gran diversidad de tipos de chiles cultivados y silvestres que hay en México y los diversos usos que se da a los frutos, la importancia económica de este cultivo es evidente. Se cultiva desde el nivel del mar en las costas del Golfo y del Pacífico, hasta los 2500 msnm en la Mesa Central, cubriendo diferentes características ecológicas. Sin embargo se pueden diferenciar regiones especializadas en la producción comercial de ciertos tipos de chile tales como: la región del Golfo donde se cultivan serranos y jalapeños (12,900 ha); la región del Bajío donde se cultivan anchos, mulatos y pasillas (12,300 ha); - la region de la Mesa Central donde se cultivan poblanos, - miahuatecos y carricillos (6,500 ha); la región del Pacífico Norte donde se cultivan los chiles de exportación como - el dulce o bell, anaheim, caribe, fresno (13,500 ha); la región del Norte en donde se cultivan mirasol, anchos y jalapeños (29,100 ha), y la región del Sur, en donde se cultivan jalapeños, costeños y habaneros (7,200 ha) para sumar un -

área aproximada de 80 mil hectáreas dedicadas a esta solanacea (Laborde y Pozo, 1984).

El chile serrano se encuentra distribuido en diferentes regiones del país, sobresaliendo Nayarit (2,500 ha), Veracruz Centro (2,000 ha), Jalisco Sur (300 ha), Tamaulipas Sur (2,000 ha), Veracruz Norte (700 ha), S. L. Potosí (3,000 ha), además de otras regiones con menor superficie (Pozo et al., 1979), como se aprecia en la figura 1.

El chile además de sus usos como condimento en las comidas, tiene cualidades nutricionales de gran calidad. En el tipo serrano la porción comestible del fruto es de 95 por ciento; de cada 100 g de chile, 35 g son de calorías, 23 g de proteínas, 0.4 g de grasas y 7.4 g de carbohidratos, pero las mayores cualidades las tiene como fuente primaria en el abastecimiento de sales minerales y vitaminas, ya que contiene 35 mg de riboflavina, 1.3 de niacina y 65 mg de ácido ascórbico; el chile contribuye con toda la vitamina "C" que requiere el organismo (Pozo et al., 1979).

Clasificación Sistemática y Taxonómica

La clasificación sistemática y taxonómica de Capsicum annuum es la siguiente (Higuera, 1979):

Estado o área productora	M E S E S												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
San Luis Potosí													
Veracruz													
Nayarit													
Hidalgo													
Cuena Baja Río Pánuco													
Puebla													
Nuevo León													
Coahuila													
Jalisco													
Sonora y Sinaloa													

Fig. 1 Principales áreas productoras de chile serrano en México y épocas de cosecha (Fuente Pozo et al 1979)

División: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Metachlamydae

Orden: Tubiflorae

Familia: Solanaceae

Especie: annum

Tipos y Subtipos de Chile en México

Capsicum annum es la especie mas importante en México, y los principales tipos y subtipos de chile de trascendencia económica según Laborde y Pozo (1984) son el jalapeño, ancho, mulato, pasilla, mirasol, piquín, dulce y serrano; además del chile habanero y chile perón que son de las especies C. chinense y C. pubescens respectivamente.

Chile Serrano

Es originario de las serranías del Norte de Puebla e Hidalgo y que debido al amplio rango de adaptación que tiene y al constante incremento en la demanda del producto, su cultivo se desplazó a otras regiones en donde encontró condiciones favorables para su desarrollo como son las costas del Golfo de México (Veracruz y Tamaulipas) y del Pacífico (Nayarit y Sinaloa). Sin embargo, es común encontrarlo en todas las regiones chileras del país: en climas tropicales, al igual que en zonas templadas y semiaridas, en altitudes - -

desde el nivel del mar hasta los 2,000 msnm.

El chile serrano tiene mucha variabilidad en cuanto a morfología de la planta; es así como se observan hábitos de crecimiento compacto, postrado y erecto con todas sus variantes. La altura de la planta varía de 0.40 a 1.50 m. Las hojas y el tallo tienen diferente grado de pubescencia hasta materiales glabros. Tienen raíces tanto típica o pivotante hasta raíces tipo fibrosas. Aún cuando tiende a comportarse como planta perenne en algunas regiones, por lo general su ciclo vegetativo varía de 140 a 240 días y pueden realizarse hasta 10 cosechas en forma económicamente redituable. Los frutos son rectos, alargados o ligeramente encorvados y algunos en forma cónica. Tienen de 2 a 10 cm de longitud, cuerpo cilíndrico y epidermis lisa; presentan 2 a 3 lóculos. Son muy picantes, de color verde que varía desde el claro - hasta el muy oscuro cuando inmaduro, cambiando luego a color rojo al madurar, aunque hay genotipos que maduran café, anaranjado o amarillo (Laborde y Pozo, 1984).

La calidad del fruto es determinante para su comercia lización. El fruto debe reunir ciertas características de - calidad la cual se paga con un sobreprecio o por la preferencia del consumidor. En chile serrano la calidad ha sido descrita en función de apariencia, firmeza y pungencia. Respecto a apariencia, se prefieren frutos de 6 a 8 cm de largo, rectos y de epidermis lisa, de color verde normal o verde obscuro brillante. El pedúnculo debe permanecer adherido al -

fruto. La firmeza es caracter importante ya que confiere - al fruto mayor peso unitario, resistencia al transporte y ma yor tiempo de exposición en el mercado sin que demerite su calidad; este carácter esta dado por un buen llenado por la placenta y semillas de las cavidades internas y por el grosor del pericarpio el cual no debe ser menor de 1.8 mm. En lo referente a la pungencia, se requiere que el fruto sea - muy picante y de buen sabor. (Laborde y Pozo, 1984).

Usos

Mas del 90 por ciento de la producción nacional se - utiliza para consumo en verde de ahí que se le conoce también como "chile verde" y sirve para elaboración de salsas de diferentes tipos o se consume en forma directa. El resto de la producción se utiliza en encurtidos en la industria enlatadora, o bien como deshidratado (Laborde y Pozo, 1984).

Mejoramiento Genético del Chile Serrano

Debido a la amplia variabilidad genética que existe en México en este tipo de chile la obtención de cultivares - mejorados con buenas características agronómicas ha sido relativamente fácil. El método de mejoramiento empleado fue - el de autofecundación, selecciones individuales y masales, - con el objetivo de uniformar materiales (Laborde y Pozo, 1984). Los primeros cultivares mejorados de chile serrano fueron -

desarrollados en el Campo Experimental de Cotaxtla Veracruz, mediante selecciones individuales y llevaron por nombres Cotaxtla Gordo, Cotaxtla Cónico, Cotaxtla Típico y Veracruz S-69. Posteriormente, en febrero de 1974 se realizó un estudio de las principales regiones del país para determinar la sede mas apropiada para el proyecto de mejoramiento. Por la amplia variabilidad genética contenida en sus materiales criollos fue elegida la región Sur de Tamaulipas como sede nacional (Mora, 1974). Se realizaron colectas individuales y una vez que se efectuaron 100 se iniciaron los trabajos - de mejoramiento; se estableció una clasificación para facilitar el registro, clasificación y manejo del material seleccionado por tipo de fruto (balón, típico y largo), hábito - de crecimiento (vertical: natural y de base; y lateral: natural y de base), color del follaje, altura de la planta, - origen del material, diámetro y color del fruto, floración y otras observaciones. Estos trabajos dieron origen a los cultivares Huasteco 74 y Tampiqueño 74 que por sus características agronómicas superaron a los materiales criollos. - - (Mora, 1974).

En los últimos años se han liberado los cultivares - y Altamira y Pánuco, los cuales además de la calidad suprema de los frutos, son de altos rendimientos y también han mostrado un amplio rango de adaptación. Con relación al Tampiqueño 74 o a los criollos, el incremento de rendimiento de

Pánuco es de 40 por ciento, bajo condiciones de temporal y 27 por ciento, en riego; Altamira tiene un incremento de 36 por ciento en temporal y 9 por ciento en riego y ambos son precoces, iniciando su producción 15 ó 20 días antes (Pozo, 1981).

Efecto de Temperatura en las Plantas

Sestak et al (1971) observó que en la fotosíntesis y en otros procesos físicos y químico-biológicos que intervienen en el crecimiento y desarrollo de las plantas, la temperatura tiene varios efectos: directos o indirectos, cualitativos y cuantitativos.

Levitt (1972), indicó que los genotipos en el campo se pueden considerar como resistentes a temperaturas altas y sequía sin distinguir diferencia entre ambos. Sin embargo, es correcto decir que las plantas con alta resistencia a sequía frecuentemente también resisten temperaturas altas, pero Sullivan y Ross (1979) mencionaron que aunque existen interacciones y correlaciones positiva entre resistencia a temperaturas altas y sequía es deseable medir y seleccionar resistencia de temperaturas altas y sequía separadamente para el propósito de mejoramiento genético de los cultivos. Apparently algunos mecanismos contribuyen para temperaturas altas y de sequía mientras que otros no.

Brauer (1983) indica que en la fisiología vegetal el termoperiodismo se refiere a la reacción que tienen las plantas a una alteración de temperaturas que en la naturaleza - corresponden al día y a la noche, por lo tanto, está íntimamente relacionada con las reacciones que requieren la presencia de luz (fotosíntesis). En el caso del tomate se encontró que su crecimiento vegetativo es máximo a unos 26°C, pero para alcanzar una floración y fructificación máximas requería una alteración en la temperatura de unos 18°C, habiendo además una tendencia a disminuir éste óptimo nocturno con la edad de las plantas hasta unos 13°C. En Chile, la temperatura diurna fue también de 26°C, pero requería en cambio una alteración con temperaturas hasta de 8°C durante la noche para obtener la floración y fructificación máxima.

Shen y Li (1982) estudiaron el efecto de las altas temperaturas en los cultivares de tomate "Saladette" y UC-82B, considerados resistentes a altas temperaturas. Observaron que cuando las plantas de ambos genotipos se desarrollaron a temperaturas abajo de 30°C y después se ponían durante 15 minutos a 50°C, las plantas morían; pero incrementaban su resistencia cuando eran expuestas a 30°C durante 24 horas, siendo superior "Saladette", y que con una aclimatación de 35°C durante 48 horas, esta tolerancia no se incrementó. Por lo anterior suponen que debido al prolongado estrés de alta temperatura (35°C), las plantas pueden ser dañadas y de este modo pierden la capacidad de aclimatación, porque los -

procesos de aclimatación al calor son considerados reacciones específicas de las células para con la nociva acción del calor.

Serrano (1978) indica que los chiles de la especie C. annuum se adaptan favorablemente en climas tropicales y subtropicales libres de heladas; siendo temperaturas críticas del cultivo las siguientes: heladas 0°C, detención del crecimiento 10°C, desarrollo deficiente 15°C; germinación mínima 15°C, óptima 25°C, máxima 40°C; desarrollo óptimo día 25°C, máxima 35°C.

Fi et al (1984) indican que la fotosíntesis y la respiración son procesos íntimamente ligados al crecimiento y desarrollo de las plantas y, a su vez, de fuerte variabilidad frente a los factores temperatura e intensidad luminosa entre otros. Al aumentar la temperatura aumenta la velocidad de la fotosíntesis, pero cuando este aumento alcanza determinado valor, la temperatura comienza a ser un factor limitante para el proceso fotosintético. La temperatura de todo cuerpo no homogéneo es difícil de definir porque presenta un calentamiento desigual de los distintos órganos y partes, y por lo tanto, los procesos que se verifican en ellos no muestran la misma intensidad.

Nilwik (1981) estudió el efecto de la temperatura e irradiación en Capsicum annuum L., con temperaturas medias

día/noche de 19.1, 20.4 y 21.9°C, y con irradiación natural de luz diurna (DL), o con DL y una adicional iluminación (6.5 - w/m²) por 7.5 horas aplicadas durante el fotoperíodo natural (HL), o después del este. La iluminación adicional y las altas temperaturas incrementaron el número de hojas, el área foliar y el peso seco total. Con una baja temperatura nocturna decreció la tasa relativa de crecimiento y la tasa de asimilación neta, pero no afectó la proporción de área foliar, mientras que una baja temperatura diurna incrementó la tasa de asimilación neta y decreció la tasa de área foliar.

El-Sharkawy y Hesketh (1964) estudiaron el efecto de las variaciones de temperatura y déficit de agua en las tasas de fotosíntesis foliar en girasol, sorgo, algodón y Thespeia populnea (L.). El rango de temperatura estudiado varió de 20 a 60°C constantes durante 20 minutos. Para las cuatro especies la tasa de fotosíntesis neta foliar decreció conforme se incrementó el déficit de humedad y las altas temperaturas

A altas temperaturas las hojas presentaron turgencia total y los estomas fueron abiertos completamente; excepto en sorgo, las hojas se marchitaron por completo después de que la fotosíntesis decreció por déficit de agua.

Tarakanov y Andreeva (1985), realizaron un estudio - en nueve variedades de tomate en 1977-79, el polen fresco - de 20 a 25 plantas de cada variedad fue sometido a temperaturas de 35, 40, 45 y 50°C y la viabilidad fue evaluada cada hora. Las diferencias varietales fueron mínimas a 35°C, en que el polen permaneció viable por un largo período en - mayoría de las variedades (después de 7h la viabilidad fue de 52.3-85.9 por ciento en cuatro variedades, y 23.4 por - ciento en dos), pero en Ohio MR12 la viabilidad fue completamente perdida a las 3 horas. Hay diferencias varietales en resistencia a calor. Bajo un régimen de 40-45°C, la suma letal para variedades resistentes fue de 180-200°C, en - tanto para los menos resistentes, fue de 80-90°C. La mayor resistencia fue mostrada por polen de las variedades Cold - Set, Hot Set y Early Subarctic.

Levitt (1972) menciona que muchas plantas desarrollan resistencia al estrés de congelamiento en otoño, alcanzan un máximo en invierno, pero disminuye rápidamente en primavera, con un mínimo en verano; sin embargo, muchas de las plantas alcanzan un máximo de resistencia al estrés de calor en verano. Las plantas tropicales que se han adaptado a alta temperatura son generalmente susceptibles al daño por frío, de estas observaciones generales la resistencia a el estrés de frío y de calor en las plantas parece ser mutuamente exclusiva.

Berry y Rafique (1988) mencionan que varios investigadores consideran la tolerancia al calor como un rasgo muy complejo donde algunos de los genotipos tolerantes exhiben una significativa interacción genotipo-ambiente; además, que generalmente es aceptado que un número de genotipos capaces de amarrar fruto a temperaturas altas pueden ser utilizados en un programa de mejoramiento si se quieren desarrollar líneas de amplia adaptación.

Bar Tsur et al (1985) estudiaron el efecto de temperaturas altas (35°C) y moderadas (25°C) en los cultivares de tomate Saladette que presenta alto amarre de fruto a temperatura alta y Roma VF que presente un bajo amarre de fruto. Después de 48 horas de aclimatación a 35°C, se observó un incremento 400 por ciento mayor en la transpiración de los cultivares en relación al tratamiento con temperatura moderada, transpirando ligeramente menos el cv. Saladette. La resistencia estomatal alcanzó el máximo al mediodía, de acuerdo con la tasa de transpiración. El potencial hídrico de la hoja alcanzó un mínimo de -1.01 y -0.72 MPa a mediodía a temperaturas altas y moderadas respectivamente, y no se encontró diferencias en el potencial hídrico entre los cultivares. La fotosíntesis alcanzó un máximo a las 10:00 A M sin diferencia entre cultivares.

El efecto de temperaturas altas en diferentes cultivos ha sido estudiado por varios investigadores Papadopoulos

y Tiessen (1983), Shakya y Scott (1983) y López (1978) en tomate; Weaver y Timm (1988), en frijol; Shifriss y Guri (1979) en chile; Palta et al (1981) en papa.

Efecto de la Temperatura en la Floración y Fructificación

Hanna et al (1982) reportan que los efectos genéticos de tolerancia al calor, considerando cuajado de fruto, caída de flores y ovarios de escaso desarrollo, la acción aditiva de genes juega un papel significativo y mas importante que los efectos no aditivos.

Heitholt et al (1986) indicaron que la aborción de las partes reproductivas de las plantas es una importante, pero no bien entendida, parte de los procesos de producción en muchas de las plantas cultivadas. La proporción de las flores o yemas abortadas podría deberse a efectos en las alteraciones fuente-demanda, aunque en una investigación que realizaron en cultivares de soya encontraron que los procesos que controlan la aborción operan a nivel de nudos individuales y que el papel que juega la proporción fuelle-demanda en la planta es un proceso de importancia secundaria. -- Heitholt et al (1986) en otra investigación observaron la relación existente entre la concentración de C y N asimilados en las flores y botones inmaduros y la aborción de esas estructuras, y encontraron que la aborción parece deberse a

un decremento en el suministro de fotosintatos a las flores y botones inmaduros.

Wien et al (1988) mencionan que la pérdida de flores y frutos pequeños en plantas de Chile ocurre con más frecuencia durante los períodos de altas temperaturas y épocas de sequía. Otros factores probablemente involucrados son la presencia de algunas plagas, virus, o la carga de fruto. El mecanismo fisiológico de abscisión está relacionado con la producción de etileno en la planta a consecuencia de las condiciones de estrés a que se ve sometida. El etileno propicia la formación de un punto de abscisión en la base del pedicelo.

Marrero (1983) indica que la floración se produce normalmente dentro de ciertos límites de temperatura bien definidos, siendo las óptimas 23°C y de 13 a 17°C durante el día y la noche respectivamente; saliendo de estos rangos los rendimientos disminuyen considerablemente. Los valores de temperatura diurna superiores a 26°C afectan la floración y como el número de frutos depende del número de flores formadas y aptas para formar fruto, el rendimiento se ve afectado. Cuando las condiciones no son óptimas se produce la caída tanto de las flores como de frutos pequeños, y uno de los factores que se señalan como causantes de este fenómeno adverso es la temperatura.

un decremento en el suministro de fotosintatos a las flores y botones inmaduros.

Wien et al (1988) mencionan que la pérdida de flores y frutos pequeños en plantas de Chile ocurre con más frecuencia durante los períodos de altas temperaturas y épocas de sequía. Otros factores probablemente involucrados son la presencia de algunas plagas, virus, o la carga de fruto. El mecanismo fisiológico de abscisión está relacionado con la producción de etileno en la planta a consecuencia de las condiciones de estrés a que se ve sometida. El etileno propicia la formación de un punto de abscisión en la base del pedicelo.

Marrero (1983) indica que la floración se produce normalmente dentro de ciertos límites de temperatura bien definidos, siendo las óptimas 23°C y de 13 a 17°C durante el día y la noche respectivamente; saliendo de estos rangos los rendimientos disminuyen considerablemente. Los valores de temperatura diurna superiores a 26°C afectan la floración y como el número de frutos depende del número de flores formadas y aptas para formar fruto, el rendimiento se ve afectado. Cuando las condiciones no son óptimas se produce la caída tanto de las flores como de frutos pequeños, y uno de los factores que se señalan como causantes de este fenómeno adverso es la temperatura.

Berry y Rafique (1988) indican que esta bien confirmado que el amarre de fruto se interrumpe a temperaturas sobre los 26°C/20°C día/noche respectivamente, y hay una severa interrupción cuando éstas sobrepasan los 35°C/26°C día/noche. Una pequeña exposición diurna a 40°C durante la fase reproductiva impide el amarre del fruto de la mayoría de los cultivares de tomate. Períodos de alta temperatura durante la etapa reproductiva causan interrupción del amarre o cuajado de fruto, y si éste se logra los frutos son deformes y de mala calidad, lo cual se observa principalmente en las regiones productoras templadas del mundo.

En un experimento en tomates (L. esculentum Mill) en invernadero, Papadopoulus y Tiessen (1983), encontraron que las temperaturas del aire tuvieron un efecto grande en la floración y rendimiento de fruto, pero además, que la producción de fruto comerciable fue afectado adversamente por la ausencia de termoperiodicidad radical (variación de temperatura diurna y nocturna en la raíz).

Pimienta y Polito (1982) indican que aunque la aborción del óvulo es un aspecto importante en la reproducción sexual de las plantas superiores, este estudio ha sido descuidado; además, mencionan que la aborción de óvulo se ha encontrado correlacionado por varios investigadores con factores tales como altas temperaturas, reducción de la actividad de división celular en el tejido nucelar (tejido que -

circunda al saco embrionario), diferenciación del pedúnculo y alto peso de fruto.

Pharis y King (1985) mencionan que los estudios realizados acerca de floración temprana y los procesos de polinización indican que están muy relacionados particularmente con las giberelinas (GA). En la flor o inflorescencia, hay cambios dramáticos en los niveles de GA endógenos al tiempo de polinización por lo que hay un aparente dependencia en relación a GAs. Adicionalmente, existe una relación entre la fertilidad del polen y GAs en tomate. Estudios de desarrollo de ovarios han demostrado respuesta a GAs exógenas, incluyendo formación de ovarios multicarpelos-multiloculares en tomate, mantenimiento de la fertilidad del polen, y prevención de la aborción en tomate. Knight y Webster (1986), encontraron respuesta a GA y NOXA en peral, cereza y ciruela.

Hanna y Hernández (1982) consideran que la inhabilidad de muchos cultivares para cuajado de fruto a alta temperatura diurna y nocturna ha sido un factor limitante en algunas áreas templadas, subtropicales y tropicales del mundo. Al trabajar con seis cultivares de tomate en condiciones ambientales de verano y primavera con el objeto de estudiar el cuajado de fruto, caída de flor, ovarios subdesarrollados, polen normal, peso de fruto y número de semillas por fruto, en verano las temperaturas mínimas fueron de 22.6 a 25.3°C

por la noche, y las máximas en el día de 33.6 a 36.1°C, mientras que en primavera las mínimas nocturnas variaron de 17.7 a 19.6°C y las temperaturas máximas diurnas de 26.8 a 27.7°C. La mayoría de los cultivares tumbó mas flores en verano, encontrándose reportes que indican que esto es debido al calor, vientos secos y baja humedad. Los ovarios con poco desarrollo no fueron un problema en primavera, sin embargo, todos los cultivares produjeron mayor cantidad de estos en el verano lo que contribuye a una reducción en el cuajado de fruto. En general, el porcentaje de granos de polen normales fue menor en verano en la mayoría de los cultivares, así como en el peso de fruto.

Rylski y Spigelman (1986) investigaron el efecto de diferentes niveles de sombreado (12-47 por ciento) en chile bajo condiciones de alta temperatura y radiación ($600 \text{ cal cm}^{-2} \text{ día}^{-1}$) a dos diferentes espaciamientos durante los meses de verano en el noroeste del desierto de Negev. Cuando la intensidad de la luz fue reducida, la altura de la planta, el número de nudos y el tamaño de las hojas se incrementó; sin embargo, el sombreado inhibió el desarrollo de ramas laterales y el tallo principal de la planta abajo de la primera flor terminal. Los cambios en el desarrollo de las plantas debidos a los efectos del sombreado afectaron el amarre de fruto, número de frutos por planta, localización de los frutos en la planta, el desarrollo del fruto y el rendimiento. El sombreado redujo el daño por quemadura del sol en frutos de un

36 por ciento bajo radiación total de sol, a un 3-4 por ciento de daño en sombreado de 26 a 47 por ciento. Los mayores rendimientos de alta calidad de fruto fueron obtenidas con un 12-26 por ciento de sombreado.

Ali y Kelly (1982) utilizaron tratamientos de temperaturas altas (36°C constantes), intermedias (25°C día/18°C noche) y bajas (18°C constantes) en cultivares de Capsicum annuum. En varios cultivares el tratamiento con temperatura alta en pre-antesis incrementó el número de lóculos por fruto a cuatro, mientras que con intermedias y bajas fue de solo tres lóculos. El peso ancho, largo y grosor de pericarpio del fruto, y número de semillas por fruto fue mayor a temperaturas intermedias, seguido por temperaturas altas. El fruto producido a 18°C fue bajo en contenido de semillas, defectuoso y no comerciable.

Polowick y Sawhney (1985) estudiaron el efecto de las temperaturas en la fertilidad masculina y desarrollo de flor y fruto en Capsicum annuum L. Se evaluaron temperaturas bajas (18°C día/15°C noche); intermedias (23°C/18°C) y altas (28°C/23°C). Las temperaturas bajas causaron la formación de anormales pétalos, estambres y gineceos; los estambres fueron deformados en algunos casos en la unión con el carpelo y produjeron polen anormal y no viable, induciendo una esterilidad masculina funcional. En el gineceo, las flores formadas a baja temperatura tuvieron elongación de los ovarios en

relación a las de intermedias y altas temperaturas. Las plantas produjeron con baja temperatura frutos pequeños y con poca semilla, pero produjeron normal cantidad de semilla cuando se formaron de flores de plantas desarrolladas a baja temperatura pero polinizadas con polen de plantas desarrolladas a temperaturas intermedias y altas.

Los efectos de altas temperaturas diurnas y bajas temperaturas nocturnas fueron estudiados por Sawhata et al (1980) en siete cultivares de Capsicum annuum. Una temperatura diurna mayor a los 37°C y una nocturna entre 8 y 10°C incrementaron tanto el número de anomalías en los frutos formados así como la prematura caída de frutos. Bajo estas condiciones el cultivar Ryvo aparentemente fue más resistente a la formación de anomalías en los frutos formados y el cv. Tosagreen B a caída de fruto. Las plantas sombreadas incrementaron la caída de fruto cuando el sombreado redujo la intensidad de la luz de 30 y 60 por ciento en relación a las no sombreadas. De plantas desarrolladas a densidades de 1.4, 1.9 y 2.8 plantas/m², las últimas mostraron mayor rendimiento de frutos normales y anormales. Rylski (1973) encontró que las temperaturas de 18 a 20°C durante el desarrollo de floración es un prerequisite para la formación de frutos de buena calidad.

Características de calidad en tomate que incluyen color, concentración de carotenoides, acidez, pH y total de -

sólidos solubles fueron analizados en frutos obtenidos de tres diferentes genotipos. La exposición de los frutos a temperaturas de 27.5 a 30°C durante maduración mostró un significativo decremento en la concentración de carotenoides y color, en comparación con frutos desarrollados a 25°C. La acidez se incrementó con la temperatura. El contenido individual de carotenoides y la concentración de licopeno decreció disminuyendo el fruto comerciable a altas temperaturas (Yakir, 1984).

Polowick y Sawhney (1985) realizaron un estudio para determinar el efecto de bajas temperaturas (18°C día/15°C noche) y su efecto en el desarrollo de flores y frutos de C. annuum cv. Vinedale, en comparación con temperaturas intermedias (23°C día/18°C noche) y altas (28°C día/23°C noche). Las bajas temperaturas provocaron la formación de pétalos anormales así como estambres y gineceo. Los estambres fueron deformados en algunos casos parcialmente en la unión de los carpelos, produciendo polen anormal e inviable y como efecto principal la androesterilidad. En el gineceo, las bajas temperaturas desarrollaron flores conteniendo ovarios más alargados en comparación a lo provocado por intermedias y altas temperaturas en las que la elongación del estilo -- también fue inhibida. Las plantas desarrolladas a temperaturas intermedias y altas, produjeron frutos con semilla y a temperaturas altas los frutos fueron más largos. Las plantas desarrolladas a bajas temperaturas produjeron frutos pequeños

característica asociada con el amarre de fruto a alta temperatura, siendo mejor el amarre de fruto en los cultivares - que tenían muy pequeña o nula exersión del estigma.

Rudich et al (1977) realizaron un trabajo en tomate bajo condiciones de alta temperatura ($39 \pm 2^\circ\text{C}$ día y $22 \pm 2^\circ\text{C}$ noche). El amarre de fruto varió en los materiales -- susceptibles a altas temperaturas desde un 0 hasta un 22 por ciento, mientras que en el material resistente se alcanzó de un 56 a un 60 por ciento. La susceptibilidad de los materiales se relacionó con la viabilidad del polen, elongación del estilo y la formación del endodecicio, lo cual es esencial para la apertura de estambres y liberación del polen. Las pronounciadas diferencias en la respuesta de los cultivares a - las altas temperaturas permiten el mejoramiento de cultivares tolerantes y el estudio de la naturaleza de los procesos fisiológicos primarios que impiden el amarre de fruto.

Marrero (1984a, 1984b) observó que los abortos de -- flores y frutos se pueden producir por diferentes motivos, teniendo las causas de tipo ambiental una gran influencia, y en particular la alta temperatura; esto provoca un desequilibrio en los procesos fisiológicos de la planta, lo cual - trae como consecuencia trastornos en el desarrollo normal - de ésta, pues al reducirse la disponibilidad de carbohidratos, la planta se ve obligada a eliminar un porcentaje considerable de flores y frutos, en dependencia de la intensidad,

característica asociada con el amarre de fruto a alta temperatura, siendo mejor el amarre de fruto en los cultivares - que tenían muy pequeña o nula exersión del estigma.

Rudich et al (1977) realizaron un trabajo en tomate bajo condiciones de alta temperatura ($39 \pm 2^\circ\text{C}$ día y $22 \pm 2^\circ\text{C}$ noche). El amarre de fruto varió en los materiales -- susceptibles a altas temperaturas desde un 0 hasta un 22 por ciento, mientras que en el material resistente se alcanzó de un 56 a un 60 por ciento. La susceptibilidad de los materiales se relacionó con la viabilidad del polen, elongación del estilo y la formación del endodecio, lo cual es esencial para la apertura de estambres y liberación del polen. Las pronunciadas diferencias en la respuesta de los cultivares a - las altas temperaturas permiten el mejoramiento de cultivares tolerantes y el estudio de la naturaleza de los procesos fisiológicos primarios que impiden el amarre de fruto.

Marrero (1984a, 1984b) observó que los abortos de -- flores y frutos se pueden producir por diferentes motivos, teniendo las causas de tipo ambiental una gran influencia, y en particular la alta temperatura; esto provoca un desequilibrio en los procesos fisiológicos de la planta, lo cual - trae como consecuencia trastornos en el desarrollo normal - de ésta, pues al reducirse la disponibilidad de carbohidratos, la planta se ve obligada a eliminar un porcentaje considerable de flores y frutos, en dependencia de la intensidad,

(heterostilia) y 3) Afectación de la viabilidad del grano - de polen, lo que evita la fecundación de la flor. Estos fe nó m e n o s pueden tener diferentes causas de tipo ambiental, - entre ellas la temperatura y la humedad relativa.

Marrero (1983) menciona que para realizar las obser- vaciones se pueden tomar cinco plantas por réplica en cada variedad. Las observaciones se realizarán cuando el 75 por ciento de las plantas estén floreciendo; se anotará el nú m e r o de flores en el tallo principal durante 11 observaciones (2 veces por semana) en los siete primeros nudos, así como el número de abortos florales y frutos producidos, reg is t r a n d o en forma diaria la temperatura.

La temperatura del suelo puede jugar un papel impor- tante en el rendimiento, como lo indican Trudel y Gosselin (1982). Observaron que a un incremento en la temperatura - del suelo de 14 a 21.8°C incrementó el rendimiento en toma- te en un 47 por ciento; sin embargo Levitt (1972) indica que temperaturas demasiado elevadas pueden provocar la disminu- ción drástica del rendimiento.

El caracter de flores múltiples por nudo puede pro- veer una ventaja en amarre de fruto, sobre todo en cond ic i o n e s desfavorables en comparación a tipos de plantas con una sola flor por nudo según Subramanya (1983). El número de - flores por nudo es uno de los caracteres distintivos en las

especies de Capsicum, con uno en C. annuum, 2-3 en C. frutescens, y 3-5 en C. chinense. En una cruce interespecífica entre C. annuum y C. chinense la generación F_1 fue intermedia con dos flores por nudo. Las poblaciones segregantes (F_2 , F_3 y retrocruzas) indicaron que una baja cantidad de genes mayores controlan el caracter de doble flor, mientras que son necesarios genes adicionales para la expresión del caracter flores múltiples.

Wien et al (1988) encontraron que la abscisión provocada por factores ambientales adversos que provocan tensión - en las plantas se puede prevenir aplicando tiosulfato de plata, compuesto químico que bloquea la acción del etyleno. - Otra forma de control es seleccionar variedades menos susceptibles a la pérdida floral, sin embargo esto tiene sus inconvenientes ya que las condiciones climáticas son impredecibles en campo, y por otra parte es costoso crear o producir condiciones específicas de estrés a nivel experimental; no obstante, una técnica económica de selección puede ser la de rociar Etyleno en dosis bajas sobre las plantas de chile justo antes de floración. Dicho agente provoca un daño mayor en las plantas susceptibles lo que es un indicativo para elegir las variedades con mayor resistencia.

Popescu (1984), en una investigación de cinco variedades y líneas sembradas en enero encontró que las flores abortadas tuvieron bajo contenido de azúcares, ácido - --

ascórbico, N total y contenido de proteína cruda que las normales, en tanto que en los niveles bajos de flores abortadas diferieron de las con bajo contenido de flores normales en contenido de materia seca, tasas de respiración y transpiración y actividad fotosintética. Las diferencias existentes entre cultivares al respecto. La línea E1896, la cual tuvo el menor porcentaje de aborción floral y, a mediados de abril, las mayores diferencias en contenido de materia seca foliar y tasas de respiración y fotosíntesis entre plantas con flores abortadas y plantas normales, fue la de mayores rendimientos.

Pimienta y Polito (1982) mencionan que la aborción del óvulo se ha encontrado correlacionada con varios investigadores con factores tales como altas temperaturas, reducción de la actividad de división celular en el tejido nucelar, diferenciación del pedúnculo y alto peso del fruto. Pimienta y Polito encontraron que la aborción del óvulo va acompañada del bloqueo en el suministro de los metabolitos, aunque no se sabe si este bloqueo es la causa primaria de la aborsión o una consecuencia de ella.

Lieberman et al (1982) utilizaron un método citoquímico reportado previamente para la localización ultraestructural de la celulasa, el cual fue modificado y aplicado para el estudio del rendimiento de la pared celular durante la inducción de abscisión por etileno y la abscisión

cuando la polinización fue prevenida. Durante el estudio se observó que la actividad de la celulasa se incrementó durante el avance del estado de abscisión lo que refuerza la evidencia de que la celulasa así como la pectinasa están involucradas en la degradación de la pared celular durante la abscisión, y una substancial cantidad de evidencias sustentan que el etileno juega también un papel importante en la abscisión de las partes vegetales.

Las variedades de chile When Sankeshwari 32, Deglur, Walha y Dharmabad fueron asperjadas con 10, 25 y 50 p.p.m. de NAA en floración total y 20 días después; la caída de flor fue controlada en todas las variedades excepto Dharmabad, a 50 p.p.m. causando la máxima retención. En promedio el rendimiento se incrementó en un 41 por ciento, según lo reportaron Mote et al (1976).

Ramaseshaiah, Patel y Patel (1982) estudiaron la variabilidad del polen en relación a abscisión del fruto en dos cultivares de Capsicum, en condiciones de verano en el norte de la India: el cv. G2 generalmente susceptible a abscisión de fruto y el cv "Purple". La media de germinación de polen en G2 y Purple fue de 65.4 y 66.5 respectivamente, lo cual indica que la susceptibilidad de G2 a abscisión de fruto podría ser no atribuida a carencia de viabilidad de polen.

Pimienta y Polito (1982) encontraron que una positiva reacción a anilina azul era el primer indicio de la degeneración del óvulo; análisis bioquímico e histoquímico de óvulos abortivos y viables mostraron paralelamente al agotamiento de los carbohidratos la aborción de óvulos. Estas observaciones llevaron a la conclusión de que la aborción del óvulo es acompañada del bloqueo en el suministro de los metabolitos, aunque no se sabe aún si este bloqueo es la causa primaria de la aborción, o una consecuencia de ella.

Salazar (1980) indica que en el Chile ocurre autopolinización y polinización cruzada, en donde el viento y los insectos juegan un papel importante. Con respecto al viento, éste debe tener una velocidad de 2 a 8 km/h y deberá ser algo cálido o fresco. Si el viento está arriba de los 8 km/h, afectará la polinización, tumbando las flores y hasta acamando plantas.

Algunos productos se han usado para provocar intencionalmente la abscisión del fruto. Batal y Granberry (1982) probaron cuatro productos para provocarla y facilitar la cosecha mecánica de pimiento y "Paprika peppers". Encontraron que la aplicación de etileno podría ser contemplado como una práctica de producción en la industria del pimiento y "paprika pepper", debido a los buenos resultados obtenidos. Webster et al (1975) utilizaron etileno en frijol con resultados satisfactorios.

Pruebas para Detectar Genotipos con Resistencia a Temperaturas Altas

Martineau et al (1979a) indica que aparentemente la identificación de genotipos con tolerancia al calor parece ser una garantía de rendimiento en áreas con este problema; sin embargo, la selección y desarrollo de tales genotipos ha sido impedida por la carencia de convenientes métodos para tamizar con los cuales se puedan medir los componentes de tolerancia a temperatura. Martineau et al (1986) mencionan que aun cuando los mejoradores de plantas han mostrado mucho interés en la tolerancia a sequía durante la última mitad de siglo, se ha puesto muy poca atención para la identificación y selección de genotipos con tolerancia a altas temperaturas, las cuales acompañan y agravan el efecto de la sequía. La imposibilidad del control experimental de temperatura en condiciones de campo y la inhabilidad para separar los efectos del calor y la sequía hacen muy difícil la investigación para tolerancia al calor. Algunos ensayos han sido conducidos para tolerancia al calor empleando cámaras de crecimiento u otro tipo de control ambiental, sin embargo, persiste la limitación en cuanto al número de genotipos que puede ser evaluado.

Se han utilizado varias pruebas para detectar genotipos resistentes al calor tales como calentamiento del aire (Coffman, 1957; Onwueme, 1979), inmersión en agua caliente (Coffman, 1957), conductividad eléctrica (Supleimanov et al

1974; Martineau et al, 1979; Onwueme, 1979; Chen et al, - 1982), plasmólisis (Onwueme, 1979), método de transpiración (Babushkin, 1975) entre otros.

Supleimanov et al (1974), reportan que los factores importantes que deben ser considerados en la evaluación de plantas para resistencia a temperaturas lo son la conductividad eléctrica, y la intensidad de fluorescencia como indicativo de la velocidad de difusión de las células de la planta; y para sequía, la capacidad de retención de agua, restauración de la turgencia, vigor de las hojas durante la - deshidratación y el contenido de clorofila. Agregan que las variedades de trigo resistentes a la sequía difieren de las no resistentes en que tienen un gran contenido de clorofila a y b.

Coffman (1957) para probar la resistencia al calor de diferentes variedades de cebada utilizó una pequeña cámara termostáticamente controlada, y realizó dos pruebas; en la primera expuso plantas con cinco hojas de 10 variedades a - temperaturas de 59 a 60°C durante una a una y media horas, y en la segunda les aplicó a los mismos materiales temperaturas de 49 a 51°C por espacio de 45 minutos a 2 horas. Las variedades Fulghum y C.I. 708 mostraron considerable resistencia en la primera prueba, otros tres materiales tuvieron baja resistencia y el resto presentó muerte en todas sus - plantas; mientras que en la segunda prueba el cv. Fulghum

mostró supervivencia en todos los tratamientos incluyendo exposiciones a 2 horas. Las exposiciones mayores de 45 minutos destruyeron la mayoría de las plantas de las otras variedades.

Chen et al (1982) aseveran que la habilidad de las plantas cultivadas para adaptarse al estrés de calor es potencialmente un importante componente de tolerancia bajo condiciones de campo. Evaluaron dos genotipos en los cultivos de frijol, papa, soya y tomate y conociendo su sensibilidad al calor (uno resistente y uno susceptible) de acuerdo a rendimiento y amarre de fruto, los utilizaron en un estudio de adaptabilidad de tejidos foliares al estrés de calor. Los genotipos tolerantes y susceptibles no difirieron en muerte por calor cuando fueron desarrollados a una temperatura de 20/15°C día/noche; sin embargo, las diferencias fueron dramáticas cuando las plantas se aclimataron a temperaturas superiores a los 30°C durante 24 horas, con un mucho mayor tiempo de sobrevivencia de las plantas tolerantes que las susceptibles. Se determinó también que el tiempo para muerte por calor estuvo en función de la aclimatación a temperatura, estableciéndose un óptimo de 35 a 37°C (Chen et al - 1982, Santarius y Müller, 1979).

La tasa de aclimatación es muy rápida y un tratamiento de temperatura alta continua parece ser necesaria para retener el alto nivel de tolerancia al calor, aunque Shen y

Li (1982) indican que un prolongado estrés de alta temperatura (35°C) puede dañar a las plantas y de este modo perder su capacidad de aclimatación.

Kozhushko (1973) estudió los efectos de la exposición a 42 y 43°C esto le permitió distinguir a cuatro variedades resistentes y cuatro susceptibles. Una clasificación similar fue efectuada por electrolitos liberados de 250 a 300 mg de tejido expuesto a 43°C por 4 horas en agua destilada. La cantidad liberada fue menor en las variedades tolerantes.

Ivakin (1975) en un estudio realizado en variedades de tomate y col que diferían en resistencia a calor y sequía, encontró que la resistencia eléctrica de los tejidos foliares (R) fue menor en las variedades resistentes al calor que en las susceptibles. R fue menor en la variedad de tomate Volgograd 5/95 y en la de col Sud'ya 146 (Judge 146), los cuales mostraron ser las mejores en cuanto a resistencia a calor.

En estudio con hojas de pepino y Capsicum colocadas a 40-45°C por 3 horas y hojas de tomate y col (todas de varios cultivares) puestas a 40°C por 3 horas las descargas de electrolitos fueron medidas y los cultivares más vigorosos fueron determinados por Perepadya e Ivakin (1977).

Coffman (1957) utilizando cabinas con control de temperatura, observó que la resistencia al calor en avena (Avena sativa L.) se comportaba como de tipo recesivo en algunas cruza. Otros investigadores han realizado observaciones sobre la variabilidad genética para resistencia al calor en algunas especies cultivadas, mas estas investigaciones no han detectado el modo de herencia o heredabilidad de este carácter (Martineau et al, 1979).

Martineau et al (1979) en una investigación realizada con soya encontraron que había una varianza genética significativa para tolerancia al calor en las poblaciones observadas, pero no pudieron concluir la cantidad de genes que estaban involucrados en la resistencia al calor debido al pequeño número de progenies evaluados. Las heredabilidades estimadas indicaron que la selección para tolerancia al calor podría ser efectiva. El cálculo de ganancia esperada por selección varió del 16 al 18 por ciento, y las correlaciones genotípicas y fenotípicas de tolerancia al calor con otros caracteres fue cercana al cero y no significativa, -- excepto para la correlación genotípica de tolerancia al calor con madurez. Aparentemente la substancial variabilidad genética para termoestabilidad de la membrana existe y la selección para tolerancia al calor es factible.

Aspectos Genéticos en el Cultivo de Chile

Nair et al (1983) indican que la variabilidad genética es un requisito esencial para una selección efectiva. La variabilidad de un carácter es debida a la acción acumulativa de factores hereditarios y ambientales. El rendimiento es un carácter cuantitativo controlado por poligenes y colectivamente influenciado por varios caracteres componentes, los cuales están altamente sujetos a la variación ambiental.

Quinby (1973) indicó que los alelos de los loci que controlan madurez causaron diferencias en respuesta a temperaturas, ya que observó que las variedades respondían en forma diferente a las temperaturas. Si el mecanismo del control de niveles hormonales que ha sido asumido es el correcto, las giberelinas podrían ser sintetizadas prolongadamente durante el día y las auxinas durante la noche. Presumiblemente las temperaturas durante el día podrían afectar la síntesis de giberelinas más que la síntesis de auxinas, y lo contrario sucedería con temperaturas nocturnas.

Lippert (1975) indican que Capsicum annuum L. incluye muchos tipos cultivados de Chile de ornato, de ensaladas, pimientos, pequeños frutos purgentes para mercado en fresco y frutos alargados y paprika para deshidratación. Las especies son clasificadas como de autopolinización con un porcentaje que va del 7 al 68 por ciento de autofecundación natural. -

Los chiles aparentemente no sufren depresión endogámica, y existen cultivares comerciales con alto rendimiento y homogéneos, aunque se pueden encontrar reportes que presentan cruzamientos entre varios tipos de C. annuum para incorporación de características y selección de líneas. Los programas de chile de California se han basado mayormente en la selección en las poblaciones existentes; las hibridaciones entre tipos y cultivares para incrementar la diversidad genética entre poblaciones no ha sido muy extensiva. Características de importancia en el cultivo de chile tales como número, tamaño y rendimiento de fruto, y carotenoides extraíbles mostraron una variación continua en poblaciones heterogéneas y se asume que son de herencia cuantitativa. Por lo tanto, C. annuum aparenta ser una de las especies convenientes para estudios genéticos cuantitativos.

El chile es considerado un cultivo de autopolinización y alguna cantidad de variación en las progenies es debida a polinización cruzada por efecto del aire e insectos. La diferencia en longitud del estilo y la proximidad de diferentes líneas se considera como otro de los factores que contribuyen. Un amplio rango de variabilidad genotípica y fenotípica en Capsicum annuum ha sido reportada en caracteres cuantitativos por varios investigadores (Nair et al, - 1983).

U.A.A.A.N.

00780

Según Lippert (1975) la determinación del control genético para mayor rendimiento en el campo y componentes de calidad importantes en el cultivo de chile, son necesarios para interpretar resultados en términos de los procedimientos de mejoramiento aplicables al cultivo de chile, y facilitar la selección de progenitores para su incorporación en el mejoramiento de poblaciones para el subsecuente mejoramiento de cultivares.

Singh y Singh (1976) al estudiar los componentes de varianza y grado de dominancia para caracteres que contribuyen al rendimiento en chile, detectaron que número de ramas, número de días a floración, número de días a madurez, longitud del fruto, diámetro de fruto, número de frutos y rendimiento exhibieron heterosis, por lo que el uso de la selección recurrente es recomendable para mejorar rendimiento.

Gopalakrishnan (1986) estudió la variabilidad genotípica y fenotípica, coeficiente de correlación, heredabilidad y avance genético, seguido de análisis de datos en rendimiento de fruto por planta y de seis caracteres afines en 10 cultivares de Capsicum annuum. El rendimiento de fruto el cual fue mayor en el cultivar BrRed, con rangos entre 98.55 a 266.84 g/planta, mostró 62.98 por ciento de heredabilidad contra 98.1 por ciento para diámetro de fruto, y fue significativa positivamente correlacionado con longitud de fruto y número de frutos por planta.

Lippert (1975) reportó heterosis significativa de híbridos en un dialélico con nueve progenitores de Chile (Capsicum annuum L.) para peso seco por planta, longitud de fruto y porcentaje de fruto maduro a cosecha. Los efectos aditivos fueron más importantes que los no aditivos en la variabilidad expresada entre las F_1 para número de frutos, peso seco de planta, longitud y diámetro de fruto, y total de carotenoides en los frutos.

Martín y Lippert (1975) analizaron los porcentajes y la habilidad combinatoria para cinco componentes de fruto en Capsicum annuum L. mediante cruzamientos dialélicos que involucraron a nueve progenitores. El endocarpio comprendió - aproximadamente el 52 por ciento del total de fruto seco, - la semilla 25 por ciento, el exocarpio 12 por ciento, placenta 6 por ciento y el pedúnculo 5 por ciento. Los incrementos en los porcentajes del endocarpio fueron generalmente - asociados con decrementos en el contenido de semillas. La variabilidad de los componentes en la F_1 , fue predominantemente atribuida a la habilidad combinatoria general, sugiriendo acción aditiva de genes. Proporciones relativas de los componentes del fruto han sido reportadas en cultivares húngaros y españoles: el pericarpio (exocarpio y endocarpio) varió de 55 a 58 por ciento del peso seco del fruto, las semillas de 29 a 40 por ciento, el pedúnculo 6 a 10 por ciento y la placenta 4 a 5 por ciento.

El rendimiento por planta y 14 componentes de rendimiento fueron evaluados en 17 líneas de Capsicum bajo espaciamiento normal (50 x 40 cm) y espaciamientos cerrados (50 x 30 cm) en 1977. Bajo ambos espaciamientos la heredabilidad estimada para altura de planta, longitud de fruto y ancho de fruto fue alta. El rendimiento de fruto, número de fruto, precocidad a rendimiento y, precocidad a número de frutos fueron significativa y positivamente correlacionados, en tanto que altura de planta, cobertura de planta y número de ramificaciones secundarias fueron positivamente correlacionadas con rendimiento de fruto (Raju et al, 1985).

Análisis de coeficientes de sendero para rendimiento de fruto y 7 características componentes de rendimiento en un grupo de 40 genotipos indicaron que los caracteres número de frutos por planta, longitud de fruto y número de ramificaciones primarias por planta tuvieron efectos significativos, positivos y directos sobre rendimiento (Joshi y -- Singh, 1985).

III. MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se llevó a cabo durante el período de febrero de 1980 a abril de 1989 en el laboratorio e invernadero de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN) y en el Campo Experimental Sur de Tamaulipas (CESTAM) dependiente del Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Pánuco (CIFAP-Pánuco) del INIFAP.

Para el desarrollo de este estudio, el Programa de Hortalizas del CESTAM (INIFAP) proporcionó de su Banco de Germoplasma 59 líneas y tres variedades de chile serrano (Cuadro 1), mismas que presentan diferencias en características como rendimiento bajo riego y temporal, tolerancia a alta temperatura, altura de planta (baja, intermedia y alta), días a producción de fruto (precoces, intermedias y tardías) componentes de rendimiento tales como número de frutos por planta, tamaño y peso de frutos; además se incluyeron genotipos con diferente grado de aborción de flor y fruto pequeño y diferente color de fruto. Estos recursos genéticos de

diferentes características agronómicas constituyen material básico para tamizar e identificar variedades con resistencia a temperaturas altas, tanto a nivel plántula como planta adulta, y se evaluaron en los siguientes experimentos:

Experimento 1. Estudio de la variabilidad para rendimiento y características agronómicas en campo bajo temperaturas altas.

Experimento 2. Clasificación de líneas del banco de germoplasma de chile serrano, según su resistencia y susceptibilidad a temperaturas altas.

Cuadro 1 Material genético utilizado en el estudio de clasificación de variedades de chile serrano según su resistencia a temperaturas altas

<u>Línea</u>		<u>Línea</u>	
<u>No.</u>	<u>Genealogía</u>	<u>No.</u>	<u>Genealogía</u>
1.	CHISER-437-(8M)-2-3 (A)	21.	CHISER-378 (10M)-6-1
2.	CHISER-437-(8M)-9-1 (A)	22.	CHISER-437 (10M)-1
3.	CHISER-420-(8M)-13-9 (R)	23.	LINEA SERRANO-5-(7M)-1
4.	CHISER-375-(10M)-7 (R)	24.	CHISER-383-(10M)-16-1
5.	CHISER-420-(8M)-14-1-PG (R)	25.	CHISER-366-(10M)-6-3
6.	CHISER-304-(10M)-4 (MB)	26.	LINEA SERRANO-2-(7M)-3-1 (C)
7.	CHISER-304-(10M)-11	27.	CHISER-378-(10M)-6-2-3
8.	CHISER-366-(10M)-6-1 (R)	28.	CHISER-N-173-4-4-2
9.	CHISER-368-(10M)-5- (R)	29.	CHISER-437-(8M)-14-1 (R)
10.	CHISER-340-(10M)-11	30.	LINEA SERRANO-4
11.	CHISER-366-(10M)-4-6-1-2 (R)	31.	CHISER-375-(10M)-4
12.	CHISER-420-(8M)-13 (R)	32.	CHISER-250-(10M)-7
13.	CHISER-432-(8M)-4-1 (R)	33.	CHISER-368-(10M)-3
14.	CHISER-200-(10M)-6	34.	CHISER-415-(9M)-7
15.	CHISER-358-(10M)-15 (A)	35.	CHISER-364-(10M)-7 (P)
16.	CHISER-347-(10M)-7-1	36.	CHISER-428-(8M)-9
17.	CHISER-288-(10M)-4	37.	LINEA SERRANO-15-(7M)-4
18.	CHISER-423-(8M)-12	38.	CHISER-200-(10M)-9-3
19.	CHISER-304-(10M)-10	39.	CHISER-259-(10M)-14
20.	CHISER-245-(10M)-9	40.	CHISER-356-(10M)-1-3
		41.	CHISER-420-(8M)-9-6-2-(N)
		42.	CHISER-418-(9M)-4-6-2
		43.	CHISER-366-(10M)-4-3-2
		44.	TAMPIQUEÑO-LD 1984 Nor. Rend.
		45.	TAMPIQUEÑO-LD 84-85 (2 F/N)
		46.	TAMPIQUEÑO-LD (selección)
		47.	CHISER-245-(10M)-10-2
		48.	CHISER-358-(10M)-17- (A)
		49.	CHISER-358-(10M)-5 (A)
		50.	CHISER-387-(10M) (R)
		51.	CHISER-347-(10M)-4
		52.	CHISER-428-(8M)-7-1
		53.	CHISER-297-(10M)-1-5-1
		54.	CHISER-249-(10M)-1-3
		55.	CHISER-428-(8M)-7-2
		56.	CHISER-366-(10M)-7-3
		57.	CHISER-437-(8M)-10 (R)
		58.	CHISER-412-(8M)-1 (E)
		59.	CHISER-263-(10M)
		60.	ALTAMIRA
		61.	PANUCO
		62.	TAMPIQUEÑO-74

Experimento 1. Estudio de la variabilidad para rendimiento y características agronómicas en campo bajo temperaturas altas en Chile serrano.

Esta investigación se realizó en el CESTAM (INIFAP) localizado en Estación Cuauhtémoc, Tamaulipas situado a $22^{\circ} 19' 10''$ de latitud Norte y a $98^{\circ} 09' 2''$ de longitud Oeste, a una altitud de 15 msnm (Figura 2), durante el período comprendido entre los meses de mayo y diciembre de 1988.

El material genético utilizado lo constituyen 59 líneas las cuales se distribuyeron en tres grupos para formar así tres experimentos de campo para facilitar los análisis de datos, quedando de la siguiente manera: Exp. 1A de la línea 1 a la 20; Exp. 1B de la línea 21 a la 40 y el Exp. 1C de la 41 a la 59. A cada experimento se le agregaron las variedades testigo Altamira, Pánuco y Tampiqueño 74 con el fin de tener un punto de comparación.

Los suelos donde se desarrollaron los experimentos son de tipo arcilloso, con más de un 50 por ciento de partículas finas; esto los hace muy pesados, difíciles de trabajar y con problemas de drenaje. Las arcillas predominantes son montmoriloníticas de tipo expansivo, lo que ocasiona que se formen grietas al secarse. Tienen un pH superior al 8.0; los cationes dominantes son calcio y magnesio con alta capacidad de intercambio catiónico (Herrera, 1985).

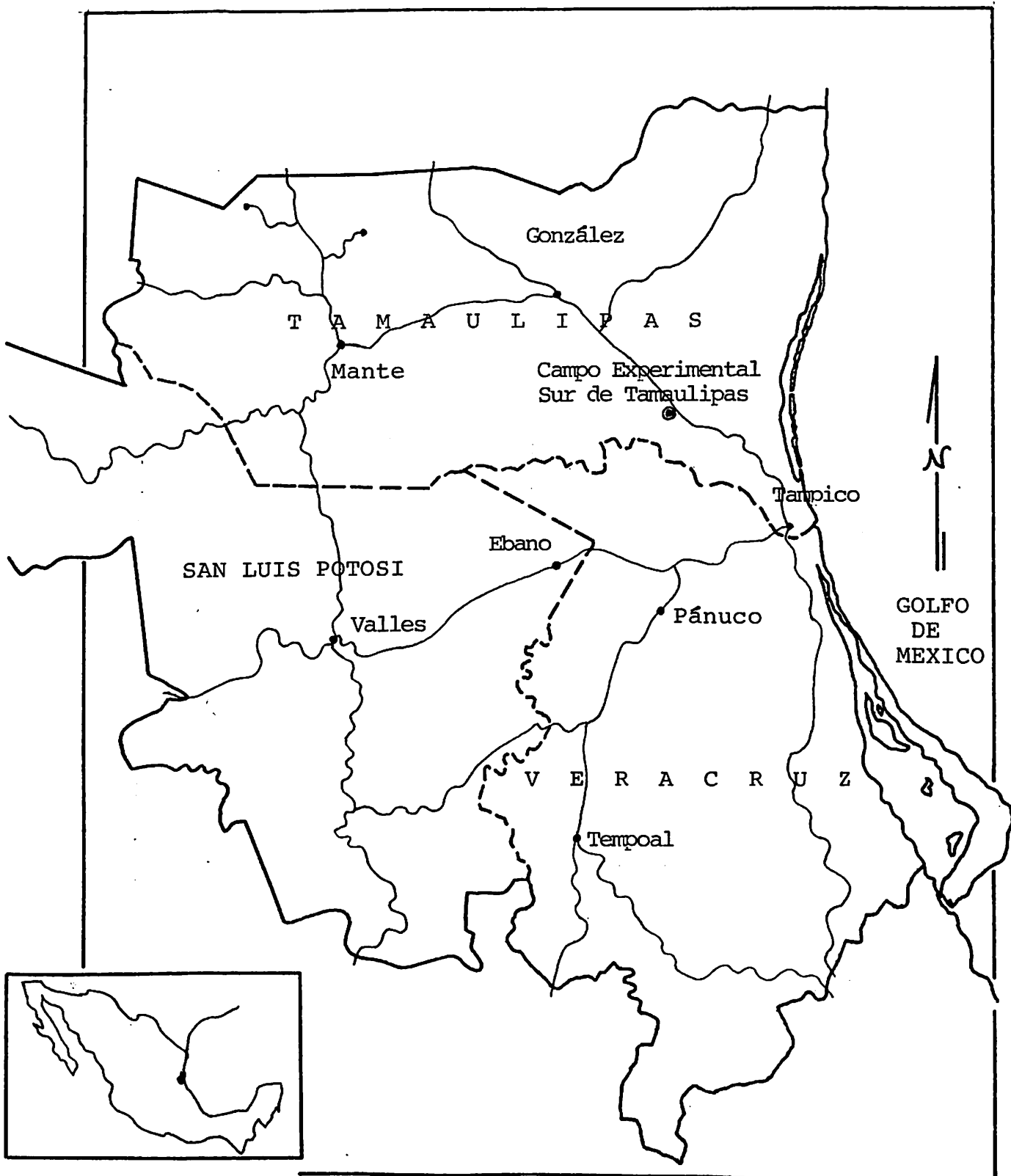


Fig. 2 Localización del Campo Experimental Sur de Tamaulipas en la Cuenca Baja del Río Pánuco.

Aproximadamente el 80 por ciento de las lluvias se presentan en la región de junio a octubre. Los promedios anuales de precipitación varían de 800 mm para las partes mas secas al norte del área, hasta los 1,300 mm en el sur y oeste de la Planicie Huasteca, donde empiezan las sierras. La temperatura media anual oscila entre los 23 y 25°C con máximas extremas de 43 y 45°C y mínimas de 0 a -7°C. De noviembre a marzo se presentan masas de aire frío continental denominadas "nortes" por efecto de los sistemas de baja presión; sin embargo, las heladas son poco comunes. Según la clasificación de Köpen el clima predominante en la Planicie Huasteca es el Awo, perteneciente al grupo de climas cálido húmedos (Herrera, 1985).

Se efectuaron las labores de preparación de barbecho, rastra, cruza y nivelación. El surcado se realizó a 80 cm. La siembra se hizo en los invernaderos del Campo Experimental el 28 de junio, utilizando sustrato y charolas de poliestireno para facilitar el manejo y lograr un buen vigor y crecimiento de las plántulas. El trasplante se realizó el 16 de agosto en forma manual, a una separación de 30 cm entre plantas dentro del surco. La parcela experimental de cada tratamiento (genotipo) la formó un surco de 3 m de longitud con 10 plantas, utilizando un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones en los 3 experimentos de campo. Se aplicaron 180 kg N/ha de los cuales 50 por ciento se proporcionaron antes del trasplante y el resto al inicio de floración, para

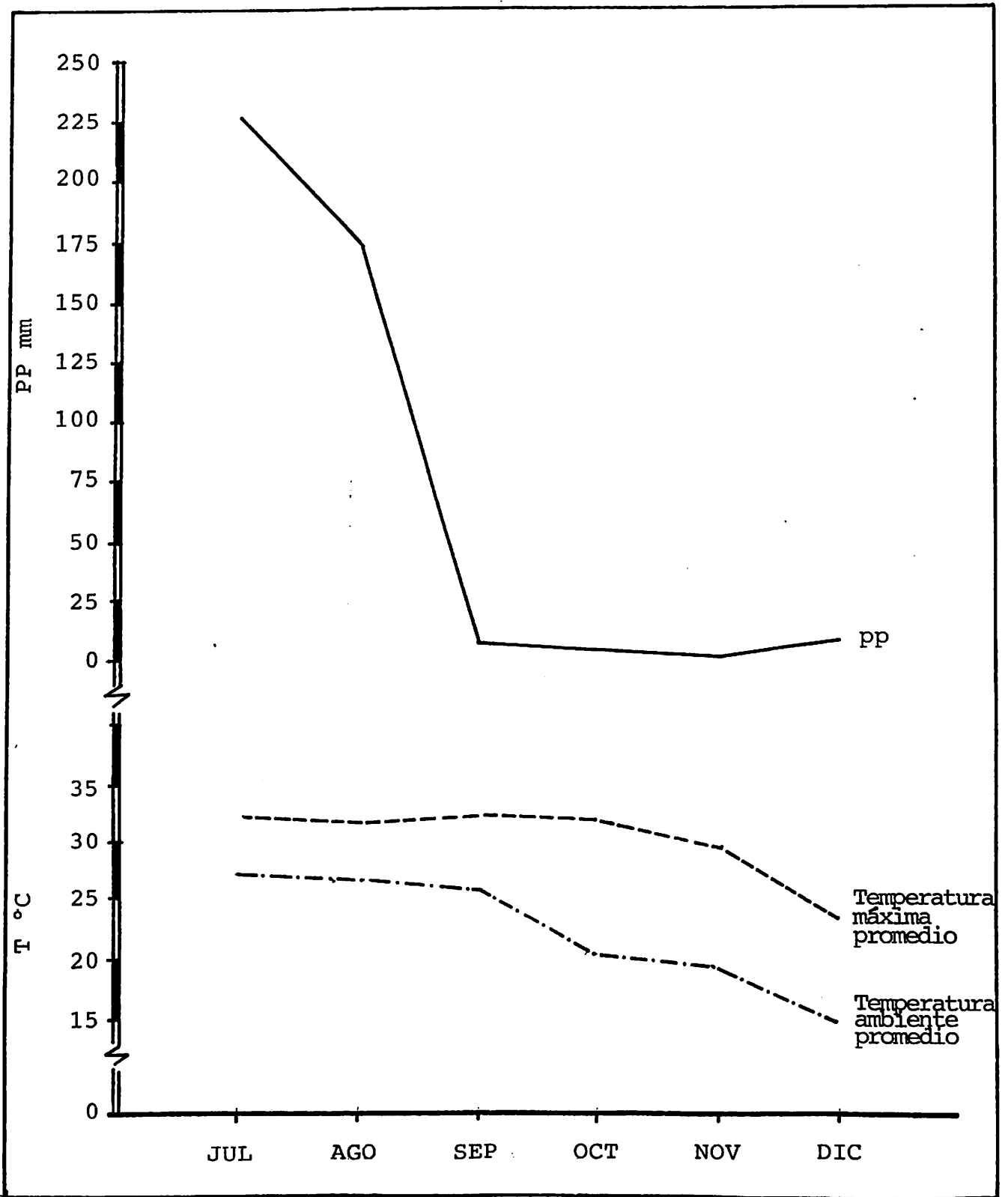


Fig. 3 Precipitación, temperatura máxima promedio y temperatura ambiente promedio registradas de Julio a Diciembre de 1988 en el CESTAM, Est. Cuauhtémoc, Tam.

- Rendimiento por planta por cosecha. Producción de fruto por planta individual en cada una de las cosechas.
- Número total de frutos por planta. Cuantificación del total de frutos durante los dos meses de cosecha.
- Número de frutos por planta por cosecha. Cuantificación del número de frutos producidos por planta en cada una de las cosechas.
- Peso de 20 frutos. Peso de 20 frutos tomadas al azar de la producción en las tres repeticiones.
- Longitud de fruto (mm). Promedio de 10 frutos tomados al azar, utilizando para la medición un vernier.
- Diámetro de fruto (mm). Promedio de 10 frutos tomados al azar, utilizando para la medición un vernier.
- Número de ramas secundarias. Promedio de 5 plantas por parcela tomadas al azar.
- Altura de la planta (cm). Promedio de 5 plantas por parcela tomadas al azar

- Cobertura (cm). Promedio del ancho o cobertura de las plantas tomadas al azar por parcela.
- Días a floración. Cuando mas del 50 por ciento de las plantas de la parcela presentaba por lo menos una flor abierta.

Para el peso de 20 frutos no se hizo el análisis de varianza debido a que la muestra se tomó al azar de las 3 repeticiones.

Los promedios de las diferentes características agrónomas se utilizaron para calcular análisis de varianza, parámetros genéticos y correlaciones en los experimentos 1A, 1B y 1C.

El modelo estadístico del diseño de bloques al azar utilizado es el siguiente:

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

en donde:

- μ = Media general
- α_i = Efecto del i-ésimo tratamiento
- β_j = Efecto de la j-ésima repetición
- ϵ_{ij} = Error experimental

Se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) para llevar a cabo la comparación de medias:

$$DMS = t \sqrt{\frac{2S^2}{r}}$$

en donde:

t = Valor tabulado para los grados de libertad

S^2 = Cuadrado medio del error

r = Número de repeticiones

Se calculó el coeficiente de variación (C.V.) para ver la confiabilidad de los resultados:

$$C.V. = \frac{\sqrt{S^2}}{\bar{X}} \times 100$$

en donde:

S^2 = Cuadrado medio del error

\bar{X} = Media general

Se estimaron diferentes parámetros genéticos:

Varianza genotípica (σ_g^2)

$$\sigma_g^2 = \sigma_p^2 - \sigma_e^2$$

Como M_1 se considera el error común del cuadrado medio para probar la significancia entre tratamientos (M_2), - la estimación del valor de la varianza genética para cada - caracter se obtuvo de la siguiente manera:

$$\sigma_g^2 = \frac{M_2 - M_1}{r}$$

donde:

M_2 = Cuadrado medio de tratamientos

M_1 = Cuadrado medio del error

r = Número de repeticiones

La varianza fenotípica se estimó de la siguiente manera:

$$\sigma_p^2 = \frac{\sigma_e^2}{r} + \sigma_g^2$$

Heredabilidad

El porcentaje de heredabilidad en sentido amplio para cada carácter se estimó según la siguiente fórmula:

$$H^2 = \frac{\sigma_g^2}{\sigma_p^2} \times 100$$

Correlaciones

Las correlaciones genotípicas entre diferentes pares de caracteres se calcularon con una computadora H-P del centro de cómputo de la UAAAN, y la significancia de éstas se obtuvo según la tabla de Snedecor

Experimento 2. Clasificación de líneas del banco de germoplasma de chile serrano, según su resistencia y susceptibilidad a temperaturas altas.

Para este experimento se utilizaron las mismas 59 líneas y tres variedades de chile serrano proporcionadas por el Programa de Hortalizas del CESTAM (Cuadro 1), las cuales fueron sembradas en un invernadero de la UAAAN. La siembra se realizó en botes de cartón con medidas 16 x 7 x 7 cm, los cuales se llenaron aproximadamente con 1.2 kg de una mezcla de suelo y arena debidamente cribada, fumigada y compactada. La desinfección de la mezcla se hizo utilizando Bromuro de metilo a razón de 1 lb por 10 m². Se sembraron cinco semillas por bote y después de la germinación se dejaron solo las dos plántulas mas vigorosas. Se aplicaron riegos constantes para favorecer el desarrollo inicial de las plántulas. Se mantuvieron seis botes con dos plantas cada uno por genotipo de las cuales dos botes fueron tomados como unidad experimental. Cuando las plantas produjeron entre cuatro y cinco hojas se suspendieron los riegos y después de -

15 días fueron llevados al Laboratorio de Recursos Naturales de la UAAAN, con el fin de someterlas al estrés de alta temperatura. Antes de esto, se tomaron datos de altura y número de hojas.

Se utilizó un horno de convección mecánica*, con medidas externas de 142 cm de ancho, 94 cm de profundidad y 208 cm de alto, y medidas internas de 91 cm de ancho, 61 cm de profundidad y 122 cm de alto, con una capacidad de 677 220 cm³.

Se realizaron diferentes pruebas preliminares con el fin de determinar el tiempo y temperaturas óptimas para la clasificación de líneas, para esto se exploró un rango de temperaturas de 45 a 60°C con tiempos de exposición de 15 min hasta 5 horas y se localizó la zona dentro del horno que mantuviera una temperatura estable durante el estudio. Se determinó que una temperatura de 50°C durante 30 minutos era el tratamiento óptimo, así como colocar en el casillero intermedio del horno solamente 20 botes para mantener la temperatura estable durante el período de castigo.

Después de ser tratadas las plantas con alta temperatura, se trasladaron al invernadero y después de un enfriamiento de 2 horas se les dió el riego; de esta forma se trató a los 62 genotipos.

* Horno Blue M Industrial de convección mecánica Modelo PDM 246F.

Se evaluó visualmente el comportamiento de las plántulas 40 horas después del castigo, así como a los 15, 30 y 54 días posteriores, proporcionando condiciones óptimas de manejo como riegos y aplicación de agroquímicos para favorecer su recuperación. El porcentaje final de mortalidad fue calculado a los 45 días en cada una de las líneas, en relación a las plantas que sobrevivieron produciendo rebrote y crecimiento; se tomaron también datos visuales del daño a las hojas. De acuerdo a lo anterior se consideraron cuatro grupos: altamente resistentes (mas del 61 por ciento de sus plantas, con recuperación), resistentes (41 a 60 por ciento), susceptibles (21 a 40 por ciento) y altamente susceptibles (menos del 20 por ciento de recuperación).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Experimento 1

El Experimento 1 se desarrolló bajo condiciones de campo y la Figura 3 muestra que siempre tuvo la presencia de alta temperatura, con un promedio de máximas de 32°C de julio a noviembre; si se considera que la cosecha inició en noviembre y terminó en diciembre, y tomando en cuenta que el tiempo que se lleva para que se transforme un primordio floral a fruto es de 20 a 25 días (Angel, 1984), entonces se puede aseverar que hubo un efecto sobre el rendimiento de los genotipos evaluados. El análisis de varianza para rendimiento y número de frutos por cosecha y producción total de chile serrano, se presentan en el Cuadro 2 para los tres experimentos de campo (1A, 1B y 1C), indicando diferencias significativas para rendimiento en la primera, segunda y cosecha total en los experimentos 1A y 1B, y en la primera cosecha en el experimento 1C. Para número de frutos por planta se detectaron diferencias significativas en la primera, tercera y cosecha total en los primeros dos experimentos, en tanto que en el experimento 1C solo hubo significancia en

Cuadro 2 Análisis de varianza para rendimiento y número de frutos por planta por cosecha y producción total en tres experimentos de chile serrano

Fuente de variación	No. experim.	Grados de libertad	Cuadros medios																																													
			Rendimiento por planta						No. de frutos por planta																																							
			Cosecha 1		Cosecha 2		Cosecha 3		Cosecha 4		Cosecha 1		Cosecha 2		Cosecha 3		Cosecha 4		Total																													
Repeticiones	1A	2	1246.36	626.26	296.22	979.71	7499.14	121.06	589.75	3.58	48.80	1575.70	1A	2	1246.36	626.26	296.22	979.71	7499.14	121.06	589.75	3.58	48.80	1575.70	1B	2	1485.52	312.56	4253.75	3593.84	10084.87	122.19	116.91	390.49	18.13	1601.78	1C	2	3821.92	1083.20	8112.47	463.27	11487.01	323.32	119.74	116.01	163.68	1628.29
Tratamientos	1A	22	2840.27**	1363.17**	2750.76NS	1030.04NS	12113.47**	250.85**	179.91NS	244.20*	89.90NS	1451.19**	1A	22	2901.48**	4436.81*	2522.84NS	1204.91NS	16344.00**	171.29**	298.75NS	279.69*	123.21NS	1399.35**	1B	22	2886.74**	1313.56NS	3209.72NS	958.24NS	9912.12NS	276.79**	105.00NS	164.82*	100.91NS	1047.51NS	1C	21	2840.27**	1363.17**	2750.76NS	1030.04NS	12113.47**	250.85**	179.91NS	244.20*	89.90NS	1451.19**
Error	1A	44	684.95	155.18	2093.37	678.19	3573.65	52.86	126.87	125.40	79.04	413.13	1A	44	616.45	2173.88	1621.57	687.02	4926.67	47.32	184.00	114.08	99.58	450.66	1B	44	831.73	1351.96	3187.20	1361.30	6658.86	62.19	120.73	91.28	161.87	629.72	1C	42	831.73	1351.96	3187.20	1361.30	6658.86	62.19	120.73	91.28	161.87	629.72
C.V. %	1A	-	-	-	-	-	22.2	-	-	-	-	20.8	1A	-	-	-	-	20.4	-	-	-	-	22.0	1B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.2	1C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.2

** Significativo al nivel del 1%
 * Significativo al nivel del 5%
 NS No significativo
 C.V. Coeficiente de variación

las cosechas primera y tercera revelando una amplia gama de variabilidad para estas características entre los genotipos incluidos. El análisis de varianza para diferentes características agronómicas tales como longitud de fruto, diámetro de fruto, altura de planta y días a floración (Cuadro 3), indicó diferencias altamente significativas en los tres experimentos, sugiriendo que estos recursos genéticos son promisorios para incluirse en el mejoramiento genético de Chile para obtener un avance substancial por simple selección. - Mora (1974), partió de 100 colectas para la formación de las variedades Tampiqueño 74 y Huasteco 74 y Pozo (1981) menciona que debido a la alta variabilidad se obtuvieron buenos resultados en muy corto tiempo.

El coeficiente de variación en esta investigación registró un 22.2, 20.4 y 27.7 por ciento para rendimiento por planta, y 20.8, 22.0 y 28.2 por ciento para número de frutos por planta en los experimentos 1A, 1B y 1C respectivamente (Cuadro 2). El C.V. para diferentes características agronómicas varió de 1.6 a 13.6; 1.6 a 16.5 y 1.7 a 18.8 por ciento en los experimentos 1A, 1B y 1C respectivamente (Cuadro 3) Estos valores son considerados como óptimos y aceptables para la mayoría de las características evaluadas en todos los experimentos, revelando que la conducción y los resultados fueron altamente confiables; sin embargo, el coeficiente de variación se detectó ligeramente alta en el experimento 1C - debido posiblemente a que algunas líneas no presentaron un -

Cuadro 3 Análisis de varianza para diferentes características agronómicas en Chile serrano

Fuente de variación	No. de experim	Grados de libertad	C u a d r a d o s m e d i o s						
			Longitud de fruto	Diámetro de fruto	No. ramas secundarias	Altura	Cobertura	Días a floración	
Repetición	1A	2	7.71	0.62	6.22	36.62	7.61	2.91	
	1B	2	7.41	0.71	27.41	98.97	106.97	2.13	
	1C	2	18.74	0.24	8.47	130.14	220.20	1.92	
Tratamientos	1A	22	61.18**	1.57**	15.62 NS	113.03**	104.96 NS	43.05**	
	1B	22	22.71**	2.32**	21.16 NS	69.43**	124.57 NS	31.77**	
	1C	21	23.77**	1.31**	30.95 NS	124.31**	128.47 NS	44.62**	
Error	1A	44	11.60	0.64	9.62	37.83	59.76	1.50	
	1B	44	9.54	0.47	13.50	27.49	73.52	1.63	
	1C	42	5.50	0.43	20.99	43.93	76.16	2.00	
C.V. (%)	1A	-	7.0	7.6	13.6	11.7	12.9	1.6	
	1B	-	6.5	5.4	16.5	9.7	13.3	1.6	
	1C	-	5.1	5.4	18.8	12.6	13.8	1.7	

** Significativo al nivel de 1% NS No significativo

* Significativo al nivel de 5% C.V. Coeficiente de variación

alto grado de homocigocidad, aunado a una posible interacción genotipo ambiente. En plantas autógamas como chile serrano puede haber un porcentaje de polinización cruzada como lo demostraron Pozo y Garay (1979), quienes encontraron que el mayor grado de cruzamiento está relacionado con el ambiente e inversamente con la distancia entre plantas, ya que en el Campo Experimental "Las Huastecas", a distancias menores de 2 m en el porcentaje de polinización cruzada fue alrededor del 22 por ciento, mientras que en Santiago Ixcuintla, Nayarit, fue mayor al 40 por ciento, en cambio, la mínima polinización cruzada se obtuvo a más de 5 m entre líneas en "Las Huastecas" (1.77 por ciento) y a 10 m en Santiago Ixcuintla (10.32 por ciento).

El promedio de rendimiento y número de frutos por planta por cosecha y producción total en chile serrano en los experimentos 1A, 1B y 1C se presentan en los cuadros 4, 5 y 6 respectivamente. La parte económicamente más importante en chile serrano la representa el rendimiento de fruto verde para consumo en fresco o en conserva (Laborde y Pozo, 1984). El rendimiento es un carácter muy complejo controlado por poligenes del núcleo y citogenes además de la interacción del genotipo con el ambiente (Kuruvadi y Cortinas, 1986). En esta investigación se realizaron cuatro cosechas de fruto en un período de dos meses en los tres experimentos. Se observó una diferencia muy marcada para la producción promedio por cosecha en cada experimento (Figura 4), esta

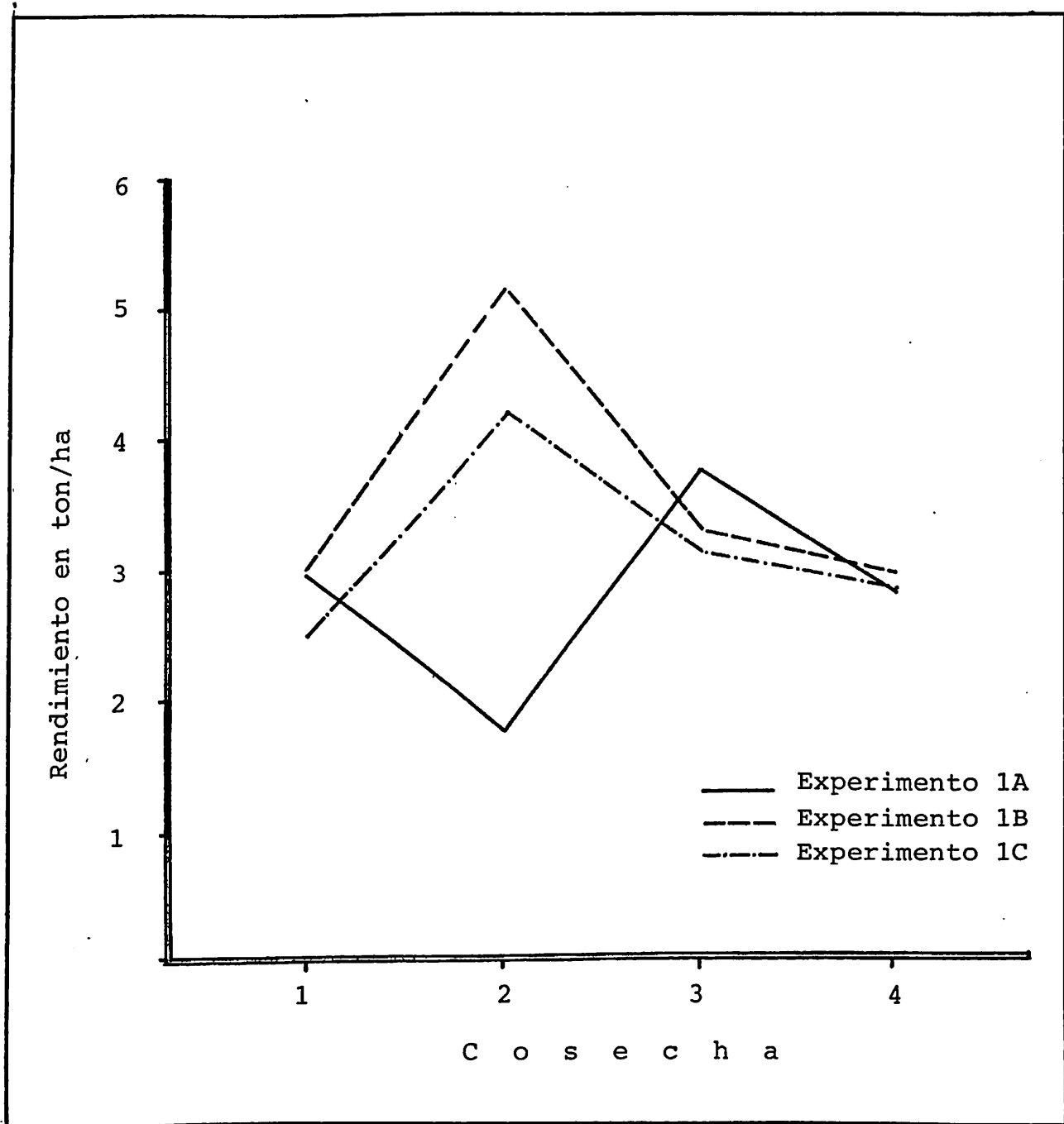


Fig. 4 Rendimiento promedio por experimento en ton/ha a través de las diferentes cosechas realizadas.

diferencia pudo ser debida a la variación entre el tiempo - que tarden unas líneas para pasar de primordio floral al fruto el cual no terminaba de complementarse entre una cosecha y - otra. En el Experimento 1A la tercera cosecha registró los máximos rendimientos (32.71 por ciento del total), mientras que la 1a, 2a y 4a cosecha produjeron 26.68, 15.78 y 25.18 por - ciento de la producción total respectivamente. En tanto, en los experimentos 1B y 1C, la segunda cosecha obtuvo el máxi- mo rendimiento respectivamente alrededor del 35 por ciento - de la producción total, y el resto de las cosechas en los - tres experimentos manifestaron mas o menos igual rendimiento. Las tendencias de los rendimientos en las cuatro cosechas en los experimentos se puede observar en la Figura 4.

En el experimento 1B los rendimientos de fruto fueron incrementados de la primera a segunda cosecha notablemente, declinando ligeramente en la tercera y cuarta cosecha. Mien- tras que el rendimiento de fruto para el experimento 1A y 1C aumentó en la primera cosecha, disminuyó en la segundo cose- cha, volvió a aumentar nuevamente en la tercera cosecha para posteriormente reducirse en la última. El experimento 1B - expresó 19.5 por ciento mas rendimiento de fruto en relación al experimento 1A, demostrando que la mayor parte de los ge- notipos incluídos en éste, fueron superiores. En el experi- mento 1A, el rendimiento varió de 5.4 a 15.9 ton/ha, con un promedio de 11.1 ton/ha, mientras que la variación fue de - 7.4 a 19.1 ton/ha con un promedio de 14.3 ton/ha en el - -

experimento 1B (Cuadros 4 y 5). La variedad comercial Pánuco produjo el máximo rendimiento de 15.9 ton/ha, seguida de las líneas 15 (15.5 ton), 11 (14.4 ton), 8 (13.7 ton) y 3 (13.2 ton) que fueron estadísticamente iguales en el experimento 1A. En cuanto al experimento 1B, la línea 30 manifestó el máximo de rendimiento con 19.1 ton/ha, superando con un 20 por ciento a Pánuco, la cual manifestó mayor rendimiento entre los testigos. Las líneas del banco de germoplasma 30, 27, 38, 32, 28, 24, Pánuco, 29 y 34 en orden descendente, mostraron rendimientos estadísticamente iguales en el experimento 1B. En el experimento 1C, aunque no hubo diferencia significativa entre líneas, cabe destacar a los genotipos 54, Pánuco, 57, 41, 48, 55, 45 y 46 por sus sobresalientes rendimientos (Cuadro 6).

Uno de los testigos que mejor se comportó en cuanto a rendimiento lo fue el cultivar Pánuco que superó a 54 de los 61 genotipos en los tres experimentos incluyendo a los testigos, mientras que Tampiqueño 74 solamente superó a dos de las líneas (17 y 18) junto con las cuales presentó los rendimientos más bajos de fruto.

La producción potencial del rendimiento de una variedad depende de su constitución genética, fechas de siembra, condiciones climatológicas, resistencia a enfermedades e insectos, características del suelo, y una interacción con el medio ambiente, además del manejo agronómico llevado a cabo

Cuadro 4 Promedios de rendimiento y número de frutos por planta por cosecha y producción total en Chile serrano (Experimento 1A)

Genotipo	Rendimiento/planta/cosecha g				Ton/ha	Número de frutos/planta/cosecha				Total	
	1	2	3	4		1	2	3	4		
1	84	30	40	48	202	8.42	21	14	30	21	86
2	76	40	77	80	273	11.37	23	15	33	20	91
3	67	32	130	80	317	13.21	21	36	32	27	116
4	61	39	103	56	262	10.92	17	29	39	22	107
5	27	28	63	92	209	8.71	6	15	28	27	73
6	41	19	66	92	220	9.17	10	15	19	28	67
7	89	35	92	77	292	12.17	23	31	41	22	117
8	94	40	109	85	328	13.67	17	27	40	32	116
9	89	40	110	58	298	12.42	25	29	40	19	113
10	99	41	82	65	291	12.12	26	20	45	18	109
11	111	38	138	58	346	14.42	33	41	38	20	125
12	119	29	97	58	303	12.62	38	30	29	24	121
13	102	43	68	45	257	10.71	31	27	43	16	117
14	57	39	117	53	267	11.12	15	36	39	21	111
15	100	33	127	113	373	15.54	26	31	33	38	128
16	104	36	77	48	267	11.12	24	18	36	17	96
17	35	30	51	53	169	7.04	10	14	30	19	72
18	28	26	33	43	130	5.42	7	10	26	16	59
19	60	41	77	67	211	8.79	16	22	41	20	98
20	79	31	75	57	242	10.08	21	23	31	19	93
̄ X Líneas	76	34	86	67	263	10.96	20	24	35	22	101
Altamira	27	115	79	80	301	12.54	6	21	30	26	82
Pánuco	76	90	137	78	381	15.87	15	39	21	28	104
Tampiqueño	74	62	56	48	178	7.25	3	15	16	18	51
̄ X testigo	38	89	91	69	287	11.96	8	25	22	24	79
̄ X General	71	42	87	67	266	11.08	19	24	33	22	98
DMS 5%	-	-	-	-	98.30	3.74	-	-	-	-	33.42

Cuadro 5 Promedios de rendimiento y número de frutos por planta en diferentes cosechas y producción total en Chile serrano (Experimento 1B)

Genotipo	Rendimiento/planta/cosecha g				Ton/ha	Número de frutos/planta/cosecha				Total
	1	2	3	4		1	2	3	4	
21	32	86	95	60	11.42	10	14	30	22	86
22	59	102	33	82	11.50	16	24	9	21	70
23	84	131	79	58	15.37	22	29	21	22	94
24	111	168	39	80	16.54	27	35	8	21	90
25	69	141	77	58	14.33	18	32	19	18	86
26	145	123	39	67	15.17	23	20	6	22	71
27	115	182	93	65	18.96	34	50	27	24	134
28	90	154	99	60	16.79	20	38	27	21	107
29	89	124	88	78	15.79	27	32	23	22	104
30	78	224	50	105	19.04	20	61	15	35	131
31	95	131	88	57	15.42	22	34	24	18	98
32	94	134	81	100	17.04	28	37	22	32	119
33	42	88	129	77	13.96	13	29	43	30	115
34	38	127	93	120	15.75	10	29	21	40	100
35	56	81	41	50	9.50	19	26	13	18	77
36	85	120	68	43	13.17	24	34	19	16	94
37	46	52	38	67	8.42	12	27	9	19	66
38	76	146	107	87	17.33	23	45	33	29	130
39	72	116	89	62	14.12	25	39	27	21	112
40	61	127	105	40	13.83	22	31	28	14	94
\bar{X} líneas	77	128	77	70	14.67	21	34	21	23	99
Altamira	27	115	79	80	12.54	6	30	21	26	82
Pánuco	76	90	136	78	15.87	15	21	39	28	104
Tampiqueño	12	62	56	48	7.42	3	16	15	18	51
\bar{X} testigo	38	89	91	69	11.96	8	22	25	24	79
\bar{X} General	72	123	78	70	14.29	19	32	22	23	96
DMS 5%	-	-	-	-	115.42	4.85	-	-	-	34.91

Cuadro 6 Promedio de rendimiento y número de frutos por planta en diferentes cosechas y producción total en Chile serrano (Experimento 1C)

Genotipo	Rendimiento de fruto/planta/cosecha g				Total	Ton/ha	Número de frutos/planta/cosecha				Total
	1	2	3	4			1	2	3	4	
	41	125	132	54			48	359	12.96	32	
42	40	77	29	65	210	8.75	12	21	7	21	62
43	59	96	45	57	256	10.67	10	26	13	24	73
44	26	125	45	97	274	11.42	6	38	14	28	87
45	22	104	97	102	325	13.54	8	29	28	34	106
46	16	107	112	83	318	13.25	4	28	30	31	93
47	18	68	60	62	208	8.67	5	21	16	22	64
48	77	91	99	87	353	14.71	28	29	32	33	123
49	77	80	67	77	301	12.54	23	23	23	23	92
50	92	97	76	45	310	12.92	29	28	21	17	95
51	70	97	76	47	292	12.17	20	26	25	16	87
52	52	108	171	68	299	12.46	13	25	17	19	74
53	69	101	52	30	252	10.50	23	31	16	13	83
54	96	132	82	77	388	16.17	32	39	27	28	126
55	98	118	66	58	340	14.17	30	33	18	21	102
56	54	101	62	78	296	12.33	15	33	19	30	97
57	87	132	63	77	360	15.00	19	33	20	27	99
58	60	81	47	59	246	10.25	21	32	16	25	93
59	48	71	57	62	238	9.92	12	20	14	20	66
̄Xlíneas	62	101	72	67	296	12.33	20	29	19	24	90
Altamira	27	115	79	80	301	12.54	6	30	21	26	82
Pánuco	76	90	137	78	381	15.87	15	21	39	28	104
Tampiqueño	12	62	56	48	178	7.42	3	16	15	18	51
̄X testigo	38	89	91	69	287	11.95	8	22	25	24	79
̄X General	59	99	74	67	294	12.25	16	27	20	24	89
DMS 5%	-	-	-	-	134.65	5.64	-	-	-	-	41.41

en el cultivo (riego, aplicación de agroquímicos, labores culturales, etc.) Los genotipos antes citados expresaron rendimientos altos o iguales cuando se sembraron en terreno con las mismas características, ambiente y humedad, por lo tanto, las diferencias en rendimiento pueden ser atribuidas a su potencial genético. En México, la variabilidad disponible en el banco de germoplasma de chile serrano, aún no ha sido completamente explotada y en un cultivo que no ha sido mejorado se pueden identificar genotipos superiores con mas facilidad mediante simple selección lográndose avances rápidamente, además de que los recursos genéticos disponibles en el banco de germoplasma son material potencial para la identificación de alto rendimiento.

En esta investigación se identificaron 6 líneas (30, 27, 38, 32, 28 y 54) las cuales sobresalieron en rendimiento, superando de un 2 a un 20 por ciento a la variedad Pánuco. La semilla de estas líneas se multiplicará para planear a futuro ensayos de rendimiento preliminares en varias localidades con diferentes ambientes con el objetivo de identificar genotipos sobresalientes específicamente para cada localidad y simultáneamente para todas las localidades.

El rendimiento es producto de los procesos fisiológicos y bioquímicos; existen diferentes criterios para detectar variedades resistentes o susceptibles para temperaturas altas. Levitt (1972) indica que es muy importante en zonas

con este problema, que los cultivos posean cierto grado de tolerancia a temperaturas altas durante el período de estrés para producir rendimientos óptimos. En base a lo anterior y utilizando el potencial de rendimiento de los genotipos en un lugar como Cuauhtémoc, Tamaulipas, donde se presentan con normalidad temperaturas altas hasta el mes de octubre - - (Figura 3), se considera un medio apropiado para cribar variedades resistentes a calor. Considerando rendimiento como criterio de selección, se considera que los genotipos 30, 27, 38, 32, 28, 54 y Pánuco, mostraron tolerancia a temperaturas altas. Varios investigadores también han utilizado el carácter rendimiento como indicativo de resistencia a temperaturas altas: Stevens y Rudich (1978) y López (1978), en tomate; Halterlein et al (1980) en frijol; Martineau et al (1979) en soya; Mendóza y Estrada (1979) en papa y - - Coffman (1957) en avena, entre otros.

La variedad Pánuco, utilizada como testigo, según Pozo (1981) es una planta de tipo semicompacto de 50 a 60 cm de altura, con frutos de buena calidad, precoz con rendimiento medio en temporal de 11.1 toneladas y 22 toneladas por hectárea bajo riego, superando a Tampiqueño 74 con un 49 y 27 por ciento en ambas condiciones de manejo respectivamente. En la presente investigación fue el mejor genotipo de los testigos y superó a la gran mayoría de las líneas evaluadas en los tres experimentos de campo (Cuadros 4,5 y 6).

El rendimiento por si mismo no es el mejor criterio de selección debido a la baja heredabilidad en la mayoría de los casos y su alta interacción con el medio ambiente, encontrándose en ocasiones correlaciones negativas entre rendimiento y sus componentes; por lo tanto, el rendimiento se debe de mejorar a través de sus componentes (Kuruvadi y Cortinas, 1986). Entre los componentes de rendimiento a considerar en el cultivo de chile están número de frutos por planta, tamaño y peso de fruto (Nair et al, 1983). El número de frutos por planta es un componente visible muy importante y decisivo en la determinación del rendimiento. La mayoría de los fitomejoradores de chile están utilizando este caracter para la selección visual en campo con el fin de identificar genotipos sobresalientes (Singh y Singh, -- 1976; Gopalakrishnan, 1986). En este estudio se cuantificó el número de frutos en todas las cosechas; la segunda cosecha presentó mayor número de frutos en comparación al resto de las cosechas en los experimentos 1A, 1B y 1C, con 33, 32 y 27 frutos por planta respectivamente. Mientras que el resto de las cosechas tuvieron una variación de 16 a 24 frutos por planta considerando los tres experimentos. En el experimento 1A, 11 líneas expresaron mayor número de frutos por planta siendo estadísticamente iguales; en el experimento 1B 6 líneas, en tanto que en el experimento 1C, 7 líneas fueron superiores al promedio general (Cuadros 4, 5 y 6). Aunque la gran mayoría de los genotipos resultaron ser estadísticamente iguales, cabe hacer notar que las líneas 11, 12, 15, -

27, 30, 38, 48 y 54 se deben tomar en cuenta como progenitores en la formación de nuevos recursos genéticos en los programas de hibridación, considerando el carácter número de frutos. Cabe hacer notar que aún cuando el carácter de un solo fruto por nudo es un rasgo característico de Capsicum annuum (Greenleaf, 1986), para tratar de mejorar el componente de rendimiento, número de frutos por planta, Subramanya (1983) transfirió genes de C. chinense a C. annuum, con lo que logró aumentar hasta a cinco frutos por nudo, solo que también sobrevino una disminución en la calidad de fruto. Algo similar se podría hacer con chile serrano utilizando genotipos superiores en rendimiento y calidad en las hibridaciones, aunque se debe considerar que aún la variabilidad natural no se ha agotado y dentro de los recursos genéticos disponibles se podría localizar alguna fuente para el carácter de flores múltiples por nudo.

El peso y tamaño de fruto del chile serrano está determinado por la longitud y diámetro del fruto. En el Experimento 1A se tuvo un rango para longitud de fruto entre genotipos que fue de 35 a 57 mm con un promedio de 48 mm; la línea 5 produjo la máxima longitud de fruto en este experimento con 57 mm, seguida de la variedad Pánuco con 52 mm. En el Experimento 1B la variación entre genotipos para longitud de fruto fue de 40 a 52 mm, con una media general de 47 mm, sobresaliendo la variedad Pánuco y las líneas 31, 25, 60 y 34. En lo referente al Experimento 1C, la longitud de

fruto varió de 41 a 53 mm, con un promedio de 46, destacando las líneas 51, Pánuco y 47 las cuales fueron estadísticamente iguales. Como se puede observar el cultivar Pánuco - presenta buena longitud de fruto en relación a las líneas - evaluadas, confirmando lo mencionado por Pozo (1981) en lo referente a calidad de fruto de este cultivar.

Considerando diámetro de fruto, las líneas 26, 4 y - 24 manifestaron los valores superiores en comparación a los testigos y al resto de los 62 genotipos. En los genotipos probados no se encontró ninguna línea con valores máximos - de longitud y diámetro de fruto a la vez, por consiguiente es recomendable utilizar las líneas con los mayores valores para longitud y diámetro para recombinar estas características en la progenie. Laborde y Pozo (1984), mencionan que - las características de calidad del fruto en chile serrano - están dadas por su apariencia (longitud de fruto de 6 a 8 cm de largo, rectos y de epidermis lisa) firmeza y pungencia, y aunque en el mercado no se considera mucho el aspecto de longitud y diámetro de fruto, cuando hay abundancia del producto se da preferencia al de mas calidad lo que se refleja en mayores beneficios económicos.

El número de ramas secundarias por planta es una característica muy importante para contribuir al rendimiento total de la planta según lo afirman Singh y Singh (1976), - Raju et al (1985) y Joshi y Singh (1985). Las líneas con -

Cuadro 7 Promedios para diferentes características agronómicas en chile serrano (Experimento 1A)

Genotipo	Long. de fruto (mm)	Diám. de fruto (mm)	Peso de 20 frutos (g)	No. ramas secundarias	Altura (cm)	Cobertura (cm)	Días a floración
1	50	11	74	20	44	54	73
2	50	12	85	20	51	67	74
3	49	13	77	25	60	67	76
4	35	14	69	22	51	59	75
5	57	11	87	26	56	74	76
6	50	13	88	21	52	59	76
7	50	12	77	21	48	64	75
8	49	13	97	23	52	71	74
9	50	12	77	21	53	64	71
10	49	12	82	27	67	67	79
11	49	12	78	21	51	62	75
12	42	12	70	21	46	49	74
13	45	12	71	22	64	60	76
14	47	13	78	24	47	56	73
15	52	12	86	26	48	58	80
16	47	13	90	21	43	59	75
17	50	11	75	25	52	63	79
18	43	12	72	23	51	56	80
19	52	12	76	26	57	71	82
20	46	13	79	21	58	65	80
20	48	12	79	23	52	62	76
Altamira	46	13	77	23	64	63	81
Pánuco	52	13	82	20	46	57	78
Tampiqueño74	47	13	82	24	57	58	88
XTestigo	48	13	80	23	56	59	82
\bar{X} General	48	12	80	23	53	62	77
DMS 5%	5.60	1.31	-	5.10	10.11	12.71	2.01

Cuadro 8 Promedios para diferentes características agronómicas en Chile serrano (Experimento 1B)

Genotipo	Long. de fruto (mm)	Diám. de fruto (mm)	Peso de 20 frutos (g)	No. ramas secundarias	Altura (cm)	Cobertura (cm)	Días a floración
21	40	12	61	24	57	65	83
22	47	13	82	23	61	73	82
23	47	12	82	22	50	59	81
24	46	14	92	23	51	58	73
25	50	13	85	18	46	56	75
26	46	16	113	18	54	52	75
27	48	12	76	22	57	72	74
28	50	13	89	19	69	64	77
29	49	12	76	25	60	70	77
30	47	12	74	26	56	74	79
31	50	12	82	26	53	65	78
32	46	12	79	22	55	66	78
33	52	12	75	25	52	76	79
34	51	13	84	19	52	63	79
35	45	12	64	21	56	66	78
36	44	12	69	27	57	66	77
37	44	13	83	21	49	63	81
38	44	12	72	21	55	73	77
39	47	12	63	18	51	58	76
40	48	13	80	23	49	66	79
41	41	13	79	29	54	65	77
Altamira	46	13	77	23	64	63	81
Pánuco	52	13	82	22	46	57	78
Tampiqueño ⁷⁴	47	13	82	24	57	58	88
X Testigo	48	13	80	23	56	59	82
X Teneral	47	13	79	22	54	64	78
DMS 5%	5.07	1.12	-	6.04	8.62	14.10	2.10

Cuadro 9 Promedios para diferentes características agronómicas en Chile serrano (Experimento 1C)

Genotipo	Long. de fruto (mm)	Diám. de fruto (mm)	Peso de 20 frutos (g)	No. ramas secundarias	Altura (cm)	Cobertura (cm)	Días a floración
41	41	13	80	30	56	66	84
42	44	13	73	22	42	51	86
43	43	12	64	22	62	59	84
44	47	12	71	23	58	74	86
45	47	11	61	28	58	70	86
46	46	13	80	29	60	76	88
47	50	12	81	21	49	60	80
48	44	12	67	27	47	67	77
49	43	12	60	29	43	58	77
50	47	12	71	21	49	63	74
51	53	11	78	27	45	60	81
52	48	12	89	30	60	72	80
53	45	12	68	20	58	61	79
54	45	11	66	23	51	64	78
55	46	12	72	22	52	68	77
56	45	12	75	22	50	68	79
57	49	13	90	23	51	61	80
58	47	11	62	26	46	54	79
59	47	12	84	20	50	56	80
59	46	12	74	24	52	64	81
Altamira	46	13	77	23	64	63	81
Pánuco	52	13	82	22	46	57	78
Tampiqueño74	47	13	82	24	57	58	88
X Testigo	48	13	80	23	56	59	82
X General	46	12	75	24	52	63	81
DMS 5%	3.87	1.08	-	7.56	10.94	14.40	2.33

mayor cantidad de ramificaciones producen mayor número de flores, y por cada ramificación o bifurcación hay potencialmente un fruto. Aunque en este estudio no se encontró diferencia significativa entre los genotipos en los 3 experimentos, se detectaron algunas diferencias numéricas de 20 a 27, 18 a 27 y 21 a 30 ramas secundarias en los experimentos 1A, 1B y 1C respectivamente. (Cuadros 7, 8 y 9).

La altura de la planta es una característica cuantitativa que contribuye indirectamente al rendimiento; en los tres experimentos se encontró diferencia significativa para este rasgo. En el Experimento 1A sobresalió la línea 10 que junto con Altamira y la 3, alcanzaron los máximos valores con 67, 64 y 60 cm respectivamente, siendo estadísticamente iguales. En el Experimento 1B la altura varió de 46 a 64 cm, siendo estadísticamente iguales los genotipos Altamira, 22, 28 y 29 los cuales fueron superiores al resto de los materiales. En el Experimento 1C se registraron alturas de planta de 43 a 64 cm detectándose a los genotipos Altamira, 43, 46, 52, 44, 45 y 53 como genotipos sobresalientes y estadísticamente iguales (Cuadros 7, 8 y 9). Cabe señalar que la línea 10 superó a todos los genotipos evaluados, incluyendo al testigo Altamira, en relación al cual expresó un 4.7 por ciento mas altura.

En el mejoramiento de Chile los investigadores están dando mucha importancia a la altura de la planta, número de ramificaciones y cobertura. En esta investigación no se encontró diferencia significativa entre genotipos para cobertura en ninguno de los tres experimentos, aunque cabe señalar que 33 líneas superaron al mejor de los testigos en este carácter que fue la variedad Altamira. Se considera que a mayor cobertura se tendrá una mayor captación de energía solar lo que puede incrementar la eficiencia fotosintética del genotipo y repercutir en rendimiento

La característica de días a floración también influye indirectamente al rendimiento en Chile serrano. Por lo general las líneas precoces producen rendimientos más bajos - en relación a las tardías considerando producción total, sin embargo, en lo referente al primer período de producción sus rendimientos superan considerablemente a las tardías lo que se puede reflejar en oportunidad de mercado. En el Experimento 1A sobresalió la línea 9 por su precocidad ya que a los 71 días tenía más del 50 por ciento de floración, seguida por las líneas 1 y 14; en el Experimento 1B, sobresalieron por su precocidad las líneas 24 y 27 y por último en el Experimento 1C solo la línea 50 destacó en este aspecto. Cabe mencionar que el más precoz de los testigos fue la variedad Pánuco (78 días) seguida de Altamira (81 días) y al final Tampiqueño 74 (88 días). Este último genotipo fue uno de los más tardíos de los 62 evaluados, junto con las líneas

21, 22, 41, 42, 43, 44, 45 y 46 que mostraron la misma tendencia (Cuadros 7, 8 y 9). Para la región de "Las Huastecas" es muy importante que los cultivares comerciales presenten precocidad a producción lo cual está relacionado directamente con la floración temprana de los genotipos, esta característica permitirá que la zona aproveche la escasa competencia con otras áreas productoras (Figura 1) durante los meses de octubre y noviembre, además de asegurar el auto financiamiento del cultivo en menor tiempo. Desafortunadamente no solo es necesaria una floración temprana para que haya precocidad a producción, ya que la flor y el fruto pequeño son eliminados debido a una reacción de la planta a las altas temperaturas en los genotipos susceptibles; por lo tanto, se debe buscar la obtención de variedades que presenten la característica de producción temprana pero que además tengan tolerancia a temperatura alta.

Considerando simultáneamente de componentes de rendimiento y otras características agronómicas se identificaron los genotipos superiores para cada rasgo, siendo las líneas 30, 27, 38, 32, 28 y 54 para rendimiento; las líneas 11, 12, 15, 27, 30, 38, 48 y 54 para mayor número de frutos; 5, Pánuco, 25, 31, 34, 47 y 51 para longitud de fruto; para diámetro de fruto; 4, 24 y 26; para mayor número de ramas secundarias 33 líneas superaron a los testigos; para mayor altura de planta la línea 10, Altamira, 3, 22, 28, 29, 43, 44, 45, 46, 52, 53; precocidad a floración: líneas 1, 9, 14, 24,

27, 50, mientras que para floración tardía los genotipos -
Tampiqueño 74, 21, 22, 41, 42, 43, 44, 45 y 46.

Generalmente todas las características deseables no se encuentran en un solo genotipo, pero estos rasgos fueron distribuidos en las diferentes líneas del banco de germoplasma, por lo tanto los genotipos superiores para cada una de las características antes mencionadas, pueden utilizarse como progenitores en los programas de hibridación empleando dialélicos, cruza simples, dobles y retrocruzamientos para obtener recombinaciones superiores.

El chile serrano es un cultivo autógeno y los métodos de mejoramiento como pedigrí, generaciones tempranas, descendencia de una semilla, selecciones individuales y masales, autofecundaciones, etc., son eficientes para la formación de variedades alto rendidoras; sin embargo, Singh y Singh - - (1976) recomiendan el método de selección recurrente para desarrollar poblaciones superiores con alta frecuencia de genes deseables para mantener una variabilidad considerable y para obtener mayor ganancia genética para el carácter bajo consideración.

Heredabilidad es el término que se ha usado para indicar el grado en que el fenotipo refleja al genotipo para un carácter particular en una población de plantas. El conocimiento de la heredabilidad de un carácter nos permite - -

predecir el grado de progreso que se espera al seleccionar progenitores en una población (Reyes, 1985).

En esta investigación se estimó heredabilidad en sentido amplio (H^2) para diferentes características biométricas en los tres experimentos de campo (Cuadro 10). Por lo general se consideran rasgos de baja H^2 a los que van de 0 a 30 por ciento; de H^2 intermedia a los que tienen entre 31 y 60 por ciento y de alta H^2 a los que presentan valores mayores al 60 por ciento. Los resultados nos indican que hubo diferente grado de heredabilidad para la totalidad de los caracteres evaluados, y los máximos valores fueron obtenidos para días a floración que registró un rango de 95.5 a 96.5 por ciento de H^2 , seguido de longitud de fruto (57.9 a 81.0 por ciento), rendimiento (69.9 a 70.5 por ciento), número de frutos por planta (67.8 a 71.5 por ciento) altura de la planta (60.4 a 66.5 por ciento) y diámetro de fruto (59.4 a 79.4 por ciento), como se observa en el Cuadro 10. Todos los anteriores rasgos presentaron valores altos de H^2 y se considera que la selección para estos caracteres será efectiva en los programas de mejoramiento.

Es importante considerar que tanto rendimiento como número de frutos por planta y longitud y diámetro de fruto que son tres de sus componentes principales, tuvieron alta H^2 dentro del grupo de líneas de chile serrano evaluadas, y esto es alentador, puesto que se tendrán muchas posibilidades

Cuadro 10 Varianza genética (Vg), varianza fenotípica (Vf) y heredabilidad en sentido amplio (h^2) para rendimiento y otras características agronómicas en chile serrano

Características	Experimento	Vg	Vf	h^2 (%)
Rendimiento	1A	2846.61	4037.82	70.50
	1B	3805.77	5447.99	69.86
	1C	1084.42	3304.04	32.82
No. frutos/planta	1A	346.02	483.73	71.53
	1B	316.23	446.45	67.79
	1C	139.26	349.17	39.88
Longitud del fruto	1A	16.52	20.39	81.03
	1B	4.39	7.51	57.98
	1C	6.09	7.92	76.86
Diámetro del fruto	1A	0.31	0.52	59.44
	1B	0.62	0.77	79.83
	1C	0.29	0.44	67.17
No. ramas secundarias	1A	2.00	5.21	38.40
	1B	2.56	7.05	36.23
	1C	3.32	10.32	32.18
Altura de planta	1A	25.06	37.67	66.52
	1B	13.98	23.14	60.41
	1C	26.79	41.44	64.66
Cobertura de planta	1A	15.07	34.99	43.06
	1B	17.02	41.52	40.98
	1C	17.44	42.82	40.72
Días a floración	1A	13.85	14.35	96.52
	1B	10.04	10.59	94.85
	1C	14.21	14.87	95.52

de lograr progresos rápidos en el mejoramiento de tales caracteres. Otra característica de importancia lo es días a floración cuyos altos valores de H^2 son indicativos de que la selección para este rasgo será efectiva en el programa de mejoramiento; en algunas regiones productoras se pretende utilizar genotipos precoces a producción lo cual está muy ligado a días a floración. Resultados similares fueron obtenidos por Gopalakrishnan (1986) que encontró un 62.98 por ciento de H^2 para rendimiento y 98.1 por ciento para diámetro de fruto; Nair et al (1983) detectó valores altos de H^2 para los caracteres rendimiento (98 por ciento), longitud del fruto (91 por ciento), diámetro de fruto (99 por ciento), número de frutos por planta (99 por ciento), número de días a floración (98 por ciento) y altura de planta (95 por ciento), y menciona que estos caracteres fueron poco afectados por los factores ambientales, o sea que los genotipos evaluados fueron capaces de expresarse con altos valores con respecto al fenotipo; lo mismo se puede considerar en la presente investigación.

Los valores de heredabilidad para los caracteres cobertura de planta y número de ramas secundarias fueron de 40.7 a 43.01 y de 32.2 a 38.4 por ciento respectivamente (Cuadro 10) los que se pueden considerar como intermedios para heredabilidad por lo que será mas difícil lograr avances substanciales de mejoramiento en ellos, estos valores no concuerdan con los obtenidos por Nair et al (1983) que fueron

de 93 por ciento para cobertura de planta y 94 por ciento de heredabilidad para ramas secundarias. Las diferencias se pueden deber al tipo de germoplasma utilizado en ambas investigaciones; en el caso de la presente prueba, como se puede observar en el Cuadro 1, se utilizaron líneas de chile serrano con muy pocos ciclos de selección, y la heterogeneidad que presentan aún dentro de ellas mismas pudo afectar los resultados.

Es conveniente considerar que para rendimiento también se puede hacer selección a través de sus componentes, entre los que destacan número de frutos por planta, longitud y diámetro de fruto entre otros, los cuales presentan altos valores de heredabilidad.

El estudio de las correlaciones genotípicas entre diferentes pares de caracteres es útil en la clasificación de las características importantes y no importantes en los programas de selección (Kuruvadi, 1986). En esta investigación se encontraron correlaciones positivas y significativas para rendimiento con número de frutos por planta en los tres experimentos (Cuadro 11); además también se observó asociación positiva y significativa para rendimiento con cobertura en el Experimento 1C. El rendimiento es una característica muy compleja que no se puede observar fácilmente en el campo, por lo tanto el fitomejorador debe utilizar algunas características morfológicas para seleccionar en forma indirecta -

Cuadro 11. Correlaciones fenotípicas entre diferentes pares de caracteres en chile serrano

	No. frutos	Peso fruto	Long. fruto	Diám. fruto	No. ramas secundarias	Altura	Cobertura	Días a floración
Crecimiento	1A	0.819**	0.137**	0.290**	-0.162**	-0.007	0.006	-0.291**
	1B	0.841**	0.342**	-0.002	-0.005	-0.067	0.207**	-0.667**
	1C	0.879**	-0.002	-0.003	0.298**	-0.002	0.423**	0.377**
No. de frutos	1A	-	-0.005	0.009*	-0.120**	-0.172**	0.003	-0.510**
	1B	-	0.233**	-0.441**	0.008	-0.003	0.515**	-0.509**
	1C	-	-0.009	-0.330**	0.231**	-0.169**	0.381**	-0.444**
No. de hojas	1A	-	0.536**	0.133**	0.082	-0.001	0.391**	-0.001
	1B	-	0.314**	0.888**	-0.347**	-0.174**	-0.484**	-0.219**
	1C	-	0.410**	0.589**	0.003	0.006*	0.003	0.009
No. de flores	1A	-	-	-0.535**	0.264**	0.005	0.480**	0.002
	1B	-	-	0.150**	-0.138**	-0.319**	-0.003	-0.223**
	1C	-	-	-0.150**	-0.165**	-0.204**	-0.092	-0.115**
Cobertura	1A	-	-	-	-0.160**	0.008	-0.143**	0.114*
	1B	-	-	-	-0.416**	-0.009**	-0.585**	-0.228**
	1C	-	-	-	-0.007	0.194**	-0.005	0.308**
Días a floración	1A	-	-	-	-	0.393**	0.403**	0.457**
	1B	-	-	-	-	0.308**	0.522**	0.311**
	1C	-	-	-	-	0.009	0.403**	0.248
Cobertura	1A	-	-	-	-	-	0.564**	0.473**
	1B	-	-	-	-	-	0.427**	0.246**
	1C	-	-	-	-	-	0.553	0.459**

** Significativo al 1%

*

Significativo al 5%

genotipos superiores. Este estudio destaca que número de frutos por planta y por entrenudo es una característica fuertemente relacionada con la producción potencial del rendimiento del genotipo, por consiguiente este rasgo puede utilizarse como índice de selección indirecta para identificar genotipos sobresalientes en el campo. Prácticamente los fitomejoradores (Singh y Singh, 1976; Nair et al, 1983; Gopalakrishnan, 1986) han utilizado este atributo para seleccionar genotipos en el campo. En diferentes estudios también se encontró una fuerte correlación entre rendimiento y frutos por planta en Chile, indicando la importancia de este carácter. Gopalakrishnan (1986) encontró una relación positiva y significativa entre rendimiento con longitud de fruto y número de frutos por planta; Raju et al (1985), detectó una fuerte asociación positiva y significativa entre rendimiento de Chile con número de fruto y precocidad, en tanto Joshi y Singh (1985) indicaron que número de frutos, longitud de fruto y número de ramificaciones tuvieron un efecto significativo, positivo y directo sobre rendimiento de Chile.

En la presente investigación también se encontraron otras correlaciones de importancia; se presentó una correlación positiva entre peso de fruto con longitud y diámetro de fruto (Cuadro 11), lo que es lógico, ya que a mayor longitud y diámetro (incluyendo grosor de pericarpio) se debe de obtener mayor peso de fruto; estos resultados concuerdan con los obtenidos por Nair et al (1983) en Chile.

floración, y altamente significativa en los tres experimentos, lo cual indica que entre más tardío a floración sea un genotipo, menos posibilidad se tendrá de obtener buen rendimiento en la época de cosecha temprana; también se observó una correlación negativa (aunque no significativa) con altura de planta y dá idea de que no necesariamente se tendrán que seleccionar las plantas de mayor altura para lograr una mejor producción de fruto. Otra correlación negativa y significativa que se detectó fue entre número de frutos por planta con días a floración, y al igual que para rendimiento nos indica que entre más tardío a floración sea una línea, tendrá escasa producción temprana de frutos, -que para el caso de algunas regiones productoras como la de "Las Huastecas" sería perjudicial. De todo lo anterior se debe considerar que existen caracteres que en una forma directa o indirecta afectan al rendimiento positiva o negativamente, mismos que se deben considerar con el fin de tener éxito en los programas de mejoramiento de chile serrano.

Experimento 2

El desarrollo de las plántulas fue normal desde la siembra hasta el estrés artificial de alta temperatura; después de éste, los genotipos mostraron secamiento de todas sus hojas, peciolo y parte superior del tallo principal, excepto en las líneas 5, 40, 44, 45, 48, 49, 54 y 55, las cuales conservaron una o dos hojas verdes. Se encontró una

variabilidad considerable para resistencia a temperaturas - altas en los recursos genéticos probados. Algunas líneas - susceptibles mostraron tanto secamiento de la parte aérea de la plántula como de su sistema radical; mientras que las que tuvieron cierto grado de resistencia se recuperaron y produjeron rebrote completo de hojas y ramas. El porcentaje de mortalidad en muchas de las líneas fue de un 100 por ciento, mientras que en otras se encontró una variación de un 8 a un 60 por ciento de plántulas con recuperación (Cuadro 12)

Las líneas 1, 31, 45, 54 y 58 mostraron un alto porcentaje de recuperación que fue de un 41 a 60 por ciento produciendo nuevas partes vegetativas, por lo tanto, estos materiales pueden clasificarse como resistentes para el castigo artificial de calor. Estos genotipos probablemente posean genes resistentes para temperaturas altas a nivel de plántula y podrían adaptarse mejor que otros en áreas con este problema. Diez líneas (2, 5, 8, 11, 12, 21, 44, 50, 53 y 57) - expresaron una recuperación de 21 a 40 por ciento del total de sus plántulas y fueron clasificadas como susceptibles, - además, 47 líneas registraron un porcentaje de mortalidad - que fue del 80 al 100 por ciento, y debido a ello fueron consideradas como altamente susceptibles; de éstas, 17 líneas (4, 7, 9, 13, 19, 23, 25, 26, 28, 29, 30, 37, 41, 46, 51, - 59 y 60) presentaron una mortalidad de un 100 por ciento por lo que se considera que no poseen genes para resistencia al calor a nivel de plántula.

Cuadro 12. Clasificación del grado de resistencia y susceptibilidad en chile serrano a temperaturas altas basado en el porcentaje de mortalidad de plántulas

No. total de líneas	Porcentaje de plántulas recuperadas	Clase de resistencia	Identidad de líneas del Banco de Germoplasma
5	40 - 60 %	Resistente	1, 31, 45, 54, 58
10	21 - 40 %	Susceptibles	2, 5, 8, 11, 12, 21, 44 50, 53, 57
47	0 - 20 %	Altamente susceptible	3, 4, 6, 7, 9, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 46, 47, 48, 49, 51, 52, 55, 56, 59, 60, 61, 62.

Esta investigación identificó entre los 62 genotipos probados, a las líneas 1, 31, 45, 54 y 58 por su mayor grado de resistencia al calor, y se considera que pueden utilizarse como progenitores en los programas de hibridación para incorporar resistencia. Los resultados también sugieren que el tratamiento del calor a nivel de plántula y la utilización del porcentaje de mortalidad es un eficiente criterio para tamizar líneas del banco de germoplasma para localizar material resistente.

Los mismos 62 genotipos utilizados en el Experimento 2, se utilizaron en el Experimento 1 con el objetivo de identificar líneas resistentes con criterio de rendimiento de fruto en el campo. Las cinco líneas identificadas en invernadero como resistentes, produjeron rendimientos estadísticamente iguales a la variedad Pánuco, misma que fue la mejor dentro de los testigos. Halterlein et al (1980), Levitt (1972) y Mendoza y Estrada (1979), indican que se han detectado líneas altamente resistentes con castigo de temperaturas altas en laboratorio y éstas han presentado alto rendimiento en el campo en diversos cultivos.

La técnica de castigo de plántulas a alta temperatura es muy eficiente, rápida, económica y no necesita mucha infraestructura, además de que puede detectar a nivel plántula la resistencia y eliminar material susceptible en corto tiempo.

Algunas líneas sobresalieron en la producción de frto en el campo, pero no fueron detectadas como altamente resistentes a temperaturas altas en este experimento, por lo tanto, se puede concluir que la resistencia a temperaturas altas puede variar en diferentes etapas fenológicas en los cultivos.

RESUMEN

En esta investigación se evaluaron 59 líneas y 3 variedades (testigos) de chile serrano provenientes del Banco de germoplasma del INIFAP, distribuidas en 3 experimentos (Línea 1-20, 21-40, 41-59, mas los testigos) en el Campo Agrícola Experimental Sur de Tamaulipas, utilizando un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones en cada experimento. El objetivo fue identificar variedades de alto rendimiento y con resistencia a temperaturas altas; estos mismos 62 genotipos se evaluaron a nivel laboratorio e invernadero, sometiénolos a nivel plántula a temperaturas de 50°C por un tiempo de 30 minutos, con el objetivo de clasificar líneas resistentes y susceptibles.

El análisis de varianza indicó diferencia significativa para los caracteres rendimiento total (Experimento 1A y 1B), longitud de fruto, diámetro de fruto, altura de planta y días a floración; los rendimientos de fruto en campo variaron de 130 a 457 g por planta (5.4 a 19.1 ton/ha) y se identificó a las líneas 30, 27, 38, 32, 28 y 54 que superaron con

un 2 a 20 por ciento el rendimiento de la variedad Pánuco - que fue el mejor de los testigos. Estas líneas son promisorias para el Programa de Mejoramiento.

Se identificaron 7 líneas superiores para longitud de fruto, 3 para peso de fruto, 3 para diámetro de fruto, 12 para planta alta, 7 para planta de porte bajo, 6 líneas precoces y 9 tardías.

Para los caracteres días a floración, longitud de fruto, número de frutos por planta, rendimiento, altura de planta y diámetro de fruto, los valores de heredabilidad en sentido amplio se consideran altos, por lo tanto, estos rasgos son muy efectivos en los programas de selección.

Se encontró correlación positiva y significativa entre rendimiento y número de frutos por planta; en solo un experimento se encontró para rendimiento y días a floración en forma negativa y significativa; también se observaron relaciones positivas y significativas entre importantes pares de características como número de frutos con días a floración; longitud del fruto con número de ramas y cobertura con días a floración.

En el caso del experimento realizado en la U.A.A.A.N. se sembraron los 62 genotipos en botes de cartón en invernadero. Se mantuvieron los botes con dos plantas cada uno por

repetición, y cuando las plántulas tuvieron entre 4 y 5 hojas se suspendieron los riegos para posteriormente someterlas a temperatura alta a 50°C durante 30 minutos. El porcentaje final de mortalidad fue calculado a los 45 días después del castigo en cada una de las líneas como criterio para juzgar su grado de resistencia o susceptibilidad. Se identificó a las líneas 1, 31, 45, 54 y 58 como resistentes a temperaturas altas, con un porcentaje de supervivencia entre 40 y 60 por ciento en sus plantas, mismas que se recuperaron y produjeron rebrote.

CONCLUSIONES

1. Existe una variabilidad considerable para rendimiento, sus componentes y características agronómicas entre los recursos genéticos estudiados.
2. Se identificaron las líneas 30, 27, 38, 32, 28 y 54 para alto rendimiento de fruto y en base a esto se clasificaron como resistentes a calor en el campo. Se incrementará la semilla de estas líneas para planear ensayos preliminares en diferentes localidades, específicamente en regiones con promedio de temperaturas máximas mayor a 32°C.
3. Las líneas 27, 30 y 15 para número de frutos por planta; 5, 61, 31 y 51 para longitud de fruto; 26, 24 y 4 para diámetro de fruto y 26, 8 y 24 para peso de fruto, sobresalieron para los componentes de rendimiento. Estos componentes así como las características agronómicas se distribuyeron en diferentes genotipos, por lo tanto, se recomienda su uso como progenitores

en los programas de hibridación para obtener recombinantes superiores.

4. Se detectaron 12 líneas para mayor altura, 7 para menor altura, 6 para precocidad y 9 para ciclo tardío - en el banco de germoplasma de chile serrano del INIFAP.
5. Los caracteres días a floración, longitud de fruto, - número de frutos por planta y rendimiento presentaron altos valores de heredabilidad en sentido amplio, por lo tanto, son efectivos en los programas de selección.
6. Se observó una asociación positiva y significativa entre rendimiento con número de frutos por planta. Esta característica se puede utilizar como índice de selección indirecta para identificar material superior en el campo.
7. Las líneas 1, 31, 45, 54 y 58 se clasificaron como resistentes a temperaturas altas a nivel de plántula.
8. La literatura revisada no proporcionó referencias específicamente sobre resistencia y susceptibilidad de chile serrano a temperaturas altas, a nivel de plántula y planta adulta.

9. Los resultados preliminares obtenidos en el presente estudio serán los primeros en servir de base para la formación de un programa de mejoramiento encaminado a resolver los problemas de producción en las zonas de altas temperaturas donde se siembra este cultivo; para esto, será necesario continuar este trabajo con el fin de obtener logros a futuro.

VII. LITERATURA CITADA

Ahamadi Al, A.B. and M.A. Stevens. 1979. Reproductive responses of heat-tolerant tomatoes to high temperatures. J. Amer. Sco. Hort. Sci. 104: 686-691.

Ali, A.M. and W.C. Kelly. 1982. Effect of the early growing temperature on the fruit size and shape of sweet peppers (Capsicum annuum L.). Horticultural Abstracts 52(12): 774.

Angel S., R. del. 1984. Fenología del chile serrano Capsicum annuum L. en el Sur de Tamaulipas. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Facultad de Agronomía. Cd. Mante, Tamaulipas, México. 68 p.

Babushkin, L.N. 1975. Transpiration method of measuring heat resistance in Plant. Abstr. 45(11): 750.

U.A.A.A.N.

00780

- Bar-Tsur, A., J. Rudich and B. Bravdo. 1985. Photosynthesis, Transpiration and stomatal resistance to gas exchange in tomato plants under high temperature. *J. Hort. - Sci.* 60(3): 504-410.
- Batal, K.M. and D.M. Granberry. 1982. Effects of growth regulators on ripening and abscission of pimento and paprika peppers. *Hort Science* 17(6): 944-946.
- Berry, S.Z. and M. Rafique Uddin. 1988. Effect of high temperature on fruit set in tomato cultivars and selected germoplasm. *Hort Science* 23(3): 606-608.
- Brauer, H.O. 1983. *Fitogenética Aplicada*. Edit. Limusa. México. p. 115-126.
- Chen, H., Z. Shen and P.H. Li. 1982. Adaptability of crop plants to high temperature stress. *Crop Sci.* 22(4): 719-725.
- Coffman, F.A. 1957. Factors influencing heat resistance in oats. *Agr. Journ.* 49(7): 368-373.
- El-Sharkawy, M.A. and J.D. Hesketh. 1964. Effects to temperature and water deficit on leaf photosynthetic rates of different species. *Crop. Sci.* 4(6): 514-518.

- Fi, J., R. Cristobal y M. Aldazabal. 1984. Temperatura interna de distintos órganos de plantas de tomate. Reporte de investigación No. 19 del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. - Academia de Ciencias de Cuba. 10 p.
- Gopalakrishnan, T.R. 1986. Studies on yield attributes in chilli. Pl. Breed. Abstr. 56(7): 673.
- Greenleaf, W.H. 1986. Pepper breeding in Basset, J. (Ed.), Breeding Vegetable Crops. AVI Publishing Co. Inc. - U.S.A.: 67-134.
- Halterlein, A.J., C.D. Clayberg and D. Teare. 1980. Influence of high temperature on pollen grain viability and pollen tube growth in the styles of Phaseolus vulgaris L. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105(1): 12-14.
- Hanna Y., H. and T.P. Hernández. 1982. Response of six tomato genotypes under summer and spring weather conditions in Louisiana. Hort Science 17(5): 758-759.
- Hanna Y., H., T.P. Hernández and K.L. Koonce. 1982. Combining ability for fruit set, flower drop, and underdeveloped ovaries in some heat-tolerant tomatoes. Hort Science 17(5): 760-761.

1983

- Heitholt, J.J., D.B. Egli and J.E. Leggett. 1986. Characteristics of reproductive abortion in soybean. Crop Sci. 26(3): 589-595.
- Heitholt, J.J., D.B. Egli, J.E. Leggett and C.T. McKown. 1986. Role of assimilate and Carbon-14 photosynthate partitioning in soybean reproductive abortion. Crop. Sci. 26(5): 999-1002.
- Herrera G., R. 1985. Rendimiento y estabilidad de ocho cultivares e híbridos de tomate (Lycopersicon esculentum Mill) en Las Huastecas. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". México. 105p.
- Higuera, C., P. 1979. Fenología de la floración en tres tipos de chile ancho, mulato y pasilla (Capsicum annum L.) subespecie grosum y longum bajo condiciones de invernadero. Tesis Licenciatura. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey-Unidad Querétato, Escuela de Agricultura y Ganadería. México. 79p.
- Ivakin, A.P. 1975. A study of heat resistance in vegetable crops by measuring the electrical resistance of the leaf tissues. Pl. Breed Abs. 45(6): 391.

- Joshi, S. and B. Singh. 1985. Genotypic and phenotypic - paths to fruit yield in sweet pepper (C. annuum L.) Pl. Breed. Abstr. 55(7): 627.
- Knight, J.N. and A.D. Webster. 1986. Traslocation of gibberellic acid and of fruit setting/retaining stimuli - in Conference pear, Victoria plum, and Early Rivers cherry. J. Hort. Sci. 61(2): 191-200.
- Kozhushko, N.N. 1973. Methods of determining heat tolerance in seedlings of bread wheat. Pl. Breed. Abstr. 43 (9): 551,
- Kuruvadi, S. 1986. Utilidad de correlaciones en el mejoramiento genético de los cultivos. COMUNNA. 129: 10-11.
- Kuruvadi, S. y H.M. Cortinas E. 1986. Papel de componentes de rendimiento en el mejoramiento genético del frijol común. COMUNNA-UAAAN. 123: 9.
- Laborde, C.A. y O. Pozo C. 1984. Presente y pasado del chile en México, 2° Ed. SARH, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México. 80 p.
- Levitt, J. 1972. Responses of plants to environmental - - stresses. Academic Press. New York. p. 1-17, 229-321.

- Lieberman, S.J., J.G. Valdovinos and T.E. Jensen. 1982. Ultrastructural localization of cellulase in abscission cells of tobacco flower pedicels. *Bot. Gaz.* 143(1): 32-40.
- Lippert, L.F. 1975. Heterosis and combining ability in chilli peppers by diallel analysis. *Crop Sci.* 15(3): 323-329.
- López L., F. 1978. Avances de investigación del Programa de Hortalizas del Campo Agrícola Experimental Valle de Culiacán. CIAPAN-INIA-SARH. México.
- Martín O., V. and L.F. Lippert. 1975. Combining ability of anatomical components of the dry fruit in chilli pepper. *Crop Sci.* 15(3): 326-329.
- Martineau, J.R., J.H. Williams and J.E. Specht. 1979. Temperature tolerance in soybeans. II. Evaluation of segregating populations for membrane thermostability. *Crop Sci.* 19(1): 79-81.
- Martineau, J.R., J.E. Specht, J.H. Williams and C.Y. Sullivan. 1979. Temperature tolerance in soybeans. I. - Evaluation of a technique for assessing cellular membrane thermostability. *Crop Sci.* 19(1): 75-78.

- Marrero, L.P. 1983. Estudio del comportamiento de cuatro - variedades de tomate en invierno y verano, en condiciones naturales. I. Número de flores formadas y - abortos producidos. Agrotecnia de Cuba 15(1): 71-78.
- _____ 1984a. Estudio del Comportamiento de cuatro va riedades de tomate en invierno y en verano, en condi- ciones naturales. II. Influencia de la temperatura so bre el número de abortos. Agrotecnia de Cuba 16(2): 13-16.
- _____ 1984b. Estudio del comportameinto de cuatro va riedades de tomate en invierno y en verano, en condi- ciones naturales. III. El rendimiento y sus componentes. Agrotecnia de Cuba 16(2): 17-20.
- Maurya, K.R. and B.K. Singh. 1983. Chilli cultivation in - Bihar. Indian Cocoa, Arecanut and Spices J. 7(4): 110- 111.
- Mendoza, H.A. and R.N. Estrada. 1979. Breeding potatoes for tolerance to stress: heat and frost; in "Stress phy- siology in crop plants". H. Mussel and R.C. Staples (Eds.), John Wiley and Sons Inc. New York. p. 227- 262.

- Mora, P.C. 1974. El chile serrano (Capsicum annuum) y su -
mejoramiento genético en la República Mexicana. Sepa
rata 400. Campo Experimental Sur de Tamaulipas. Tampi
co, México. 7 p.
- Mote, U.N., A.V. Patil and K.V. Wavhal. 1976. Effect of NAA
(Planofix) sprays on flower drop and yield in impor-
tant varieties in chillies (Capsicum annuum, Linn.).
Pl. Breed. Abstr. 46(10): 790-791.
- Nair, P. Nanikantan, M.K. George and V. Gopinathan. N. 1983.
Estimation of variability and genetic parameters in -
chillies. Indian Cocoa Arecanut and Spices Journal.
7(4): 115-117.
- Niederberger, C. 1978. Historia de México. Vol. I. Inicio
de la vida aldeana en la América Media. Salvat ed.,
México. p. 74-78.
- Nilwik, H.J.M. 1981. Growth analysis of sweet pepper (Cap-
sicum annuum L.). I. The influence of irradiance and
temperature under glasshouse conditions in winter. -
Annals of Botany 48(2): 129-136.
- Onwueme, I.C. 1979. Rapid, plant-conserving estimation of -
heat tolerance in plants. J.Agric. Sci. Camb. 92:
527-536.

- Palta, J.P., H.H. Chen and R.H. Li. 1981. Relationship between heat and frost resistance of tuber-bearing *Solanum* species: effect of cold acclimation on heat resistance. *Bot. Gaz.* 142(3): 311-315.
- Papadopoulos, A.P. and H. Tiessen. 1983. Root and air temperature effects on the flowering and yield of tomato. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(5): 805-809.
- Perepadya, Yu. G. and A.P. Ivakin. 1977. Electrolytic method of evaluating vegetable crops for heat hardiness. - *Hort. abstr.* 47(11): 866.
- Pharis, R.P. and R.W. King. 1985. Gibberellins and reproductive development in seed plants. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 36: 517-568.
- Pimienta, E. and V.S. Polito. 1982. Ovule abortion in "Nonpareil" almond (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb). - *Amer. J. Bot.* 69(6): 913-920.
- Polowick, P.L. and V.K. Sawhney. 1985. Temperature effects on male fertility and flower and fruit development in *Capsicum annuum* L. *Scientia Horticulturae* 25(2): 117-127.

- Popescu, V. 1984. Investigation of some physiological and biochemical process in sweet peppers growing in the greenhouse, with a view to establishing the causes - of flower abortion. Pl. Breed. Abst. 54(12): 936.
- Pozo, C.O. 1981. Descripción de tipos y cultivares de chile (Capsicum spp) en México. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Folleto Técnico No. 77. México. 40 p.
- Pozo, C.O., R. Bujanos M. y C. Mora P. 1979. Referencia y - problemática del cultivo de chile en "Las Huastecas". SARH-INIA, Centro de Investigaciones Agrícolas del - Golfo Norte, C.A.E. Las Huastecas. México. 72 p.
- Pozo, O., y R. Garay A. 1979. Determinación del porcentaje de polinización cruzada natural de chile serrano - (Capsicum annuum L.). Resúmenes de ponencias del - INIA en el XXVII Congreso de la Sociedad Americana de Ciencias Hortícolas. SARH. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México, D.F. 23 p.
- Quinby, J.R. 1973. Genetic control of flowering and growth in sorghum. Adv. in Agron. 25: 136-139.

- Raju, D.N.N., D.P. Singh and C.S. Pathak. 1985. Biometrical studies in Capsicum (C. annum L. var. grossum Sendt.) I. Heritability and correlations. Pl. Breed. Abstr. 55(5): 444.
- Ramaseshaiah, B., J.G. Patel and R.M. Patel. 1982. Studies on pollen viability of two chilli varieties (Capsicum annum L.). Hort Abstr. 52(12): 774.
- Reyes C., P. 1985. Fitogenotecnia básica y aplicada. AGT Editor, S.A. México. p. 141-148.
- Rudich, J., E. Zamski and Y. Regev. 1977. Genotypic variation for sensitivity to high temperature in the tomato: Pollination and fruit set. Bot. Gaz 138(4): 448-452.
- Rylski, I. 1973. Effect of night temperature on shape and size of sweet pepper (Capsicum annum L.). J. Amer. Soc. Hort Sci. 98(2): 149-152.
- Rylski, I. and M. Spigelman. 1986. Effect of shading on plant development, yield and fruit quality of sweet pepper grown under conditions of high temperature and relation. Scientia Horticulturae 29(1-2): 31-35.

- Salazar S., R.P. 1980. Fenología del chile (Capsicum annuum L.). Seminario de investigación del área de graduados de la Facultad de Agronomía de la UANL. Monterrey, N.L. México. 22 p.
- Santarius, K.A. and M. Müller. 1979. Investigations on heat resistance of spinach leaves. *Planta* 146: 529-538.
- Sawahata, K., K. Onuma and C. Saruta. 1980. Investigations on the formation of anormally-shaped fruit and on premature fruit drop in Capsicum annuum grown under semi-forcing conditions. *Bulletin of Ibaraki-ken Horticultural Experiment Station No. 8*: 1-18.
- Serrano, C.Z. 1978. Tomate, pimiento y berenjena en invernadero. Colección Agrícola Práctica No. 27. Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid. p. 161-174.
- Sestak, Z., J. Catsky and P.G. Jarvis. 1971. Plant photosynthetic production manual of methods. W. Junk, N.V. - Publishers, La Haya. 818 p.
- Shakya, S.M. and J.W. Scott. 1983. Influence of flower maturity and environment on hybrid and selfed seed production of several tomato genotypes. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 108(5): 875-878.

Shen, Z.Y. and P.H. Li. 1982. Heat adaptability of the -
tomato. Hort Science 17(6): 924-925.

Shifriss, C. and A. Guri. 1979. Variation in stability of
cytoplasmic-genic male sterility in Capsicum annum L.
J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104(1): 94-96.

Singh, A. and H.N. Singh. 1976. Component of variance and
degree of dominance for yield-contributing traits in
chilli. Ind. J. Agr. Sci. 46(8): 376-381.

Stevens, M.A. and J. Rudich. 1978. Genetic potential of -
overcoming physiological limitations on adaptability,
yield and quality on the tomato. Hort Science 13(6):
673-678.

Subramanya, R. 1983. Transfer of genes for multiple flowers
from Capsicum chinense to Capsicum annum. Hort -
Science 18(5): 747-749.

Sullivan, C.Y. and W.M. Ross. 1979. Selecting for drought -
and heat resistance in grain sorghum. In: Mussel, -
H. and R.C. Staples (Eds.). Stress physiology in -
crop plants. John Wiley and Sons Inc. New York. p.
263-281.

- Supleimanov, I.G., L.P. Khoklova and V.K. Bezuglov. 1974. Methods of evaluating plant resistance to unfavorable environmental conditions. Pl. Breed. Abs. 44(8): 408.
- Tarakanov, G.I. and E.N. Andreeva. 1985. Effect of high - temperature on pollen viability in tomato. Pl. Breed. Abstr. 55(7): 621.
- Trudel, M.J. and A. Gosselin. 1982. Influence of soil temperature in greenhouse tomato production. Hort Science 17(6): 928-929.
- Uffelen, J.A.M. Van. 1985. Research of night temperature for capsicums. Hort Abstr. 55(6): 457.
- Weaver, M.L. and H. Timm. 1988. Influence of temperature and plant water status on pollen viability in beans. J. Amer. Soc. Hort Sci. 113(1): 31-35.
- Webster, B.D., M.E. Craig and C.L. Tucker. 1975. Effects of ethephon on abscission of vegetative and reproductive structures of Phaseolus vulgaris L. Hort Science 10 (2): 154-155.

Wien, H.C., K.E. Trip, R. Hernández-Armenta, A.D. Turner and Z. Yiping. 1988. Conferencia Nacional de Chiles 1988 en los Estados Unidos, I. Parte. Caída de Flor en Chile Bell: Causas y medidas de control. Agromundo 1(2): 4-9.

Yakir, D. 1984. Effect of high temperature on quality of processing tomatoes of various genotypes ripened off the vine. *Sci. Horticulturae* 23(4): 323-330.