

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

MAESTRIA EN HORTICULTURA

**MEJORAMIENTO GENETICO DE TOMATE
DE CASCARA (*Physalis ixocarpa*, Brot.):
SELECCION Y EVALUACION PARA
CONCENTRACION Y PRECOCIDAD
DE COSECHA**



DIRECCION ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES

TESIS PROFESIONAL

QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRIA EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA
PRESENTA:

MARIO PEREZ GRAJALES

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.

CHAPINGO, MEX. 1993

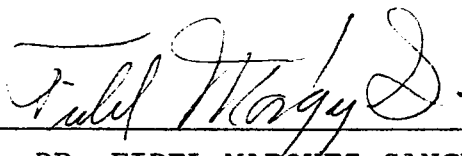


Esta tesis fue realizada bajo la dirección del comite asesor indicado y del M.C. Aureliano Peña Lomeli, ha sido revisada y aprobada por los mismos, como requisito parcial para la obtención del grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
ESPECIALISTA EN HORTICULTURA**

COMITE ASESOR

PRESIDENTE:



DR. FIDEL MARQUEZ SANCHEZ

ASESOR:



DR. JAIME SAHAGUN CASTELLANOS

ASESOR:



M.C. ROBERTO A. CRUZ GARZA

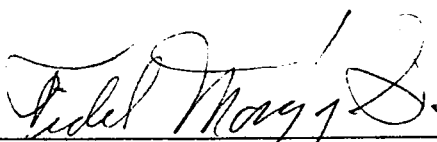
Chapingo, México, Febrero de 1994.

26 445

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.

El jurado del Examen de Grado de Maestría en Ciencias en
Horticultura estuvo constituido por:

PRESIDENTE:



DR. FIDEL MARQUEZ SANCHEZ

ASESOR:



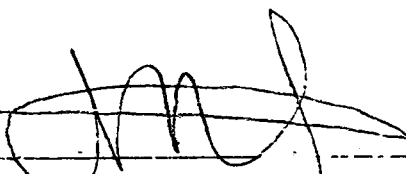
DR. JAIME SAHAGUN CASTELLANOS

ASESOR:



M.C. ROBERTO A. CRUZ GARZA

REPRESENTANTE DE LA CORDINACION
DE ESTUDIOS DE POSTGRADO EN
HORTICULTURA:



DR. FRANCO GERON XAVIER

REPRESENTANTE DE LA COORDINACION
DE ESTUDIOS DE POSTGRADO DE LA
UACH.:



DR. AQUILES CARBALLO CARBALLO

Cada uno de los cuales revisó y aprobó la tesis presentada.

Chapingo, México, a 4 de Febrero de 1994.

AGRADECIMIENTOS

- Al M.C. Aureliano Peña Lomelí, por su asesoría y dirección en en la realización del presente trabajo.
- Al Departamento de Fitotecnia y en especial a la subdirección administrativa a cargo de la Sra. Isabel Monroy por el apoyo otorgado en la parte operativa.
- Al Dr. Jaime Sahagún Castellanos por su ardua revisión del trabajo de tesis. Además, agradezco su empeño constante en la formación de recurso humano diciplinado y reconozco el gran ser humano y profesionista que es.
- Al Dr. Fidel Márquez Sánchez por sus comentarios y sugerencias en el trabajo. Y la amistad de varios años que se mantiene.
- A la Coordinación y maestros de postgrado en horticultura que formaron parte de mis estudios de maestría.
- A la Maestría en Horticultura, dado que alcancé los objetivos buscados en mis estudios de Postgrado.
- Al Sr. Gabriel y Eusebio, por el apoyo constante y admirable en la conducción de los experimentos en este trabajo de investigación. Y por la gran amistad generada.
- A la Sra. Dalila Solis por el apoyo en la realización de la parte práctica de este trabajo, gracias.
- A la Sra. Gloria García por la impresión de la tesis y amistad que se mantiene.

A MI ESTADO Y PAIS POR SER COMO SON.

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH.

DEDICATORIA

- **A MI MADRE:** Por su inagotable fuente de energía para continuar nuestra superación. Por el apoyo innegable y responsable. Por todo eso, GRACIAS MADRE.
- **A MI PADRE:** Porque siempre nos mantengamos muy unidos.
- **A MIS HERMANOS:** Tavi, Hildi, Tito (en paz descanse), Yoly y Jorgito, por el cariño fraterno que nos une y porque siempre mantengamos el espíritu de superación.
- **A LA SRA. DALILA SOLIS Y MI PEQUEÑA JHOSELYN:** El mayor fruto de la maestría es Jhoselyn, y por darme una hija tan hermosa doy gracias a tí, a Dios y a la vida por permitirme sentir nuevos sentimientos y realizarme como ser humano en esta etapa.
- **A LA FAMILIA HERNANDEZ GONZALEZ:** Por la gran amistad que nos une y porque siempre se conserve.
- **A LA FAMILIA GARCIA ALMARAZ:** Ser amigo de mi amigo ha logrado ser amigo de la familia, gracias.
- **A TODOS MIS COLEGAS DE MAESTRIA:** que aún no siendo muy jóvenes son jóvenes de corazón. En especial al Ing. Timoteo Valdéz a quien considero mi amigo y maestro.
- **A LA UACH:** con la cual siempre nos unirá la nostalgia de ser.

A MI ESTADO Y PAIS POR SER COMO SON

CONTENIDO

	Pág.
INDICE DE CUADROS	IV
INDICE DE FIGURAS	VII
INDICE DE GRAFICAS	IX
RESUMEN	X
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Importancia	4
2.2 Origen y distribución	4
2.3 Descripción botánica	5
2.4 Biología floral y Polinización	6
2.4.1 Biología floral.....	6
2.4.2 Polinización.....	9
2.5 Autoincompatibilidad	10
2.6 Citología	11
2.7 Mejoramiento por selección	12
2.8 Respuesta a la selección	12
2.9 Componentes de varianza	14
2.10 Comparación de la respuesta de la selección masal con la individual.....	15
2.11 Ambiente de selección.....	16
2.12 Densidad de población como ambiente de se- lección	17
2.13 Concentración y precocidad de cosecha en to- mate de cáscara	20
2.14 Mejoramiento genético de tomate de cáscara ..	21
2.14.1 Objetivos	21
2.14.2 Métodos	21
2.14.3 El mejoramiento genético de tomate de cáscara en México	24

	Pág.
2.14.3.1 El proceso de obtención del cultivar "Rendidora"	24
2.14.3.2 Características de la variedad Rendidora	25
2.14.3.3 Avances del programa de Mejo- ramiento de tomate de cáscara en la UACH	25
III. MATERIALES Y METODOS	27
3.1 Sitio experimental	27
3.2 Material genético	27
3.3 Ambiente de selección (densidades de pobla- ción	29
3.4 Presión de selección (PS)	29
3.5 Método de mejoramiento	29
3.5.1 Primer ciclo de selección	29
3.5.2 Segundo ciclo de selección y primer ciclo de evaluación	37
3.5.2.1 Segundo ciclo de selección ...	37
3.5.2.2 Primer ciclo de evaluacción ..	37
3.6 Almácigo, establecimiento y conducción del cultivo	42
3.6.1 Primer ciclo de selección	42
3.6.2 Segundo ciclo de selección y primer ciclo de evaluación	43
3.7 Caracteres cuantificados	48
3.7.1 En selección	48
3.7.2 En evaluación	49
3.8 Análisis estadístico	49
3.8.1 Ciclos de selección	49
3.9.2 Ciclo de evaluación	51

	Pág.
IV. RESULTADOS	55
4.1 Ciclos de selección	55
4.1.1 Primer ciclo de selección	55
4.1.2 Segundo ciclo de selección	60
4.2 Ciclo de evaluación	68
4.2.1 Análisis de varianza	68
4.2.1.1 Análisis de varianza de PFPL y NFPL	68
4.2.2. Comparaciones múltiples de PFPL y NFPL	69
V. DISCUSION	72
5.1 Ciclos de selección	72
5.1.1 Medias de PFPL, primer ciclo de sele- cción	72
5.1.2 Medias de NFPL, primer ciclo de sele- cción	72
5.1.3 Correlación entre PFPL y NFPL, primer ciclo de selección	73
5.1.4 Medias de PFPL, segundo ciclo de sele- cción	73
5.1.5 Medias de NFPL, segundo ciclo de sele- cción	74
5.1.6 Correlación entre NFPL y PFPL, segundo ciclo de selección	74
5.2 Ciclo de evaluación	78
5.2.1 Análisis de varianza de PFPL y NFPL	78
5.2.2 Comparaciones múltiples de PFPL y NFPL .	78
VI. CONCLUSIONES	81
VI. RECOMENDACIONES	82
VII. LITERATURA CITADA	83
VIII. APENDICE	87

	Pág.
IV. RESULTADOS	55
4.1 Ciclos de selección	55
4.1.1 Primer ciclo de selección	55
4.1.2 Segundo ciclo de selección	60
4.2 Ciclo de evaluación	68
4.2.1 Análisis de varianza	68
4.2.1.1 Análisis de varianza de PFPL y NFPL	68
4.2.2. Comparaciones múltiples de PFPL y NFPL	69
V. DISCUSION	72
5.1 Ciclos de selección	72
5.1.1 Medias de PFPL, primer ciclo de sele- cción	72
5.1.2 Medias de NFPL, primer ciclo de sele- cción	72
5.1.3 Correlación entre PFPL y NFPL, primer ciclo de selección	73
5.1.4 Medias de PFPL, segundo ciclo de sele- cción	73
5.1.5 Medias de NFPL, segundo ciclo de sele- cción	74
5.1.6 Correlación entre NFPL y PFPL, segundo ciclo de selección	74
5.2 Ciclo de evaluación	78
5.2.1 Análisis de varianza de PFPL y NFPL	78
5.2.2 Comparaciones múltiples de PFPL y NFPL .	78
VI. CONCLUSIONES	81
VII. RECOMENDACIONES	82
VIII. LITERATURA CITADA	83
IX. APENDICE	87

8	Comparación de correlaciones entre PFPL y NFPL en plantas seleccionadas en 1993 con intensidades de 1 y 5%	66
9	Comparación de correlaciones entre PFPL y NFPL en plantas seleccionadas en 1992 con las de 1993 con intensidades de 1 y 5%	68
10	Análisis de varianza para las variables PFPL y NFPL	69
11	Comparaciones de los dos niveles de densidad en presencia de cada uno de los materiales genéticos, para PFPL	69
12	Comparaciones de medias de PFPL en 10 materiales genéticos evaluados en la densidad de 50,000 plantas por hectárea	70
13	Comparaciones de medias de PFPL en 10 materiales genéticos evaluados en la densidad de 33,000 plantas por hectárea	71
14	Comparaciones múltiples (DMS) para NFPL	71

Cuadros del apéndice

	Pág.
1A	Datos obtenidos del experimento factorial con bloques al azar en parcelas divididas 87
2A	PFPL (en KG) en 10 materiales genéticos de tomate de cáscara bajo dos densidades de población 80

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
2.1	Rama de tomate (<i>Physalis ixocarpa</i> , Brot.) con flores solitarias 7
2.2	Estructura floral de tomates de cáscara. A) Vista de un corte vertical, B) Vista superior 8
2.3	Distribución de los valores fenotípicos de una población sujeta a selección. La presión, el diferencial y la respuesta a la selección 13
3.1	Lote experimental 32
3.2	Establecimiento de cuatro lotes experimentales, en dos lotes aislados, en el primer ciclo de selección 33

3.3	Composición del sublote	33
3.4	Frutos en bolsas de plástico, provenientes de un lote de selección listas para la extracción de semilla	34
3.5	Obtención de semilla de cada planta seleccionada, después del licuado de los frutos	35
3.6	Secado de semillas de cada una de las plantas seleccionadas	36
3.7	Siete lotes experimentales, en cuatro lotes aislados, en el segundo ciclo de selección	39
3.8	Esquema del experimento factorial con bloques al azar en parcelas divididas	41
3.9	Establecimiento del almácigo, con el uso de estructuras de protección a temperaturas bajas	44
3.10	Lote de selección recién establecido en terreno definitivo, por medio de trasplante y punta de riego	45
3.11	Cultivo a los 35 días después del trasplante. Arreglo topológico de 30 cm entre matas a una planta por mata y 1 m entre surcos	46
3.12	Lote de selección, 10 días antes de efectuar la selección para concentración y precocidad de cosecha	47
4.1	Planta seleccionada por su concentración y precocidad de cosecha, en un surco de 20 plantas con competencia completa	63
4.2	Planta que concentra su producción en el primer corte a los 70 días después del trasplante, con 40 frutos de color verde limón, de tamaño mediano ...	64

4.3	55 frutos comerciales con 2.250 kg de peso provenientes del primer corte de una planta sobresaliente del lote SBI200-93	65
5.1	Planta arquetipo para concentración y precocidad de cosecha, a los 70 días después del trasplante en el lote SBI200-93	76
5.2	Frutos con calidad de mercado obtenidos en lotes de selección	77

INDICE DE GRAFICAS

Gráficas		Pág.
1	Medias de PFPL en el primer ciclo	56
2	Medias de NFPL en el primer ciclo	57
3	Correlación entre PFPL y NFPL, en el primer ciclo 68	59
4	Medias de PFPL en el segundo ciclo	61
5	Medias de NFPL segundo ciclo	62
6	Correlación entre NFPL y PFPL en el segundo ciclo	67

RESUMEN

En el presente trabajo se efectuaron dos ciclos de selección y uno de evaluación para concentración y precocidad de cosecha en los materiales mejorados, por el programa de mejoramiento genético de la UACH, selección masal cuatro con presión de selección de 5% (SMIV-5) y selección masal cuatro con presión de selección de 1% (SMIV-1) de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*) formados por cuatro ciclos de selección masal visual estratificada (para rendimiento, hábito de crecimiento y características del fruto) a partir del cultivar Rendidora. Los objetivos planteados en este trabajo fueron los siguientes: 1) Estudiar la eficiencia de la selección, para concentración y precocidad de cosecha, en 33,000 y 50,000 plantas por hectárea utilizando presiones de selección de 1 y 5% y; 2) Generar materiales avanzados en precocidad y concentración de cosecha que sirvan de base para la liberación de una variedad mejorada con estas características. Las hipótesis formuladas fueron: 1) Existe variabilidad genética en SMIV-5 y SMIV-1 para concentración y precocidad de cosecha y; 2) Los materiales seleccionados, para esos caracteres, con alta presión de selección (1%) y baja densidad de población (33,000 plantas por hectárea) proporcionan expresiones y ganancias por selección superiores que las que se obtendrían con baja presión de selección (5%) y alta densidad de población (50,000 plantas por hectárea).

El trabajo se efectuó en los campos experimentales de la Universidad Autónoma Chapingo durante los ciclos de primavera-verano de 1992 y 1993, bajo condiciones de riego-temporal. Para la selección se utilizó la metodología de selección masal visual estratificada (SMVE) propuesta por Peña y Márquez (1990) y, para el ciclo de evaluación un experimento factorial con diseño de tratamiento de bloques al azar en parcelas divididas. Los caracteres de selección y evaluación fueron: hábito de crecimiento, concentración de cosecha (al menos 20 frutos comerciales por planta a los 70 días después del trasplante -precoces-), rendimiento (número y peso de frutos por planta), tamaño, color, forma y firmeza de frutos, así como sanidad de la planta. Los caracteres cuantificados fueron peso y número de frutos por planta.

De acuerdo a los resultados obtenidos se llegó a las siguientes conclusiones: 1) La selección para precocidad y concentración de cosecha fue efectiva al encontrar medias superiores (una con incremento significativo), en peso (PFPL) y número (NFPL) de frutos por planta, a partir de los materiales SMIV-5 y SMIV-1 derivados del cv. Rendidora, en ambiente de selección de 33,000 (baja densidad) y 50,000 (alta densidad) plantas por hectárea y presiones de selección de 1 y 5%; 2) Las mayores ganancias, medidas con base en las medias de PFPL y NFPL a los 70 días después del trasplante (precocidad), se obtuvieron en los materiales originados de SMIV-1 y, seleccionados en lotes con baja densidad de población y presión de selección de 1%; 3) De los siete materiales obtenidos en el segundo ciclo de selección, el material genético denominado SBI200-93, originado del SPI40-92 derivado a su vez del SMIV-1, presenta las medias más altas en número y peso de frutos por planta para los caracteres concentración y precocidad de cosecha y representa la consecución del segundo objetivo de este trabajo. Dicho material se caracteriza por presentar medias de 1.157 Kg y 33.62 para PFPL y NFPL, respectivamente, manteniendo las demás características agronómicas, como son: hábito de crecimiento semierecto a erecto, altura de planta pequeña a mediana (30-50 cm), color del fruto verde limón, de gran consistencia, y plantas que al menos en las condiciones en que fueron seleccionadas y evaluadas no presentan daños por plagas y enfermedades; 4) Los coeficientes de correlación entre PFPL y NFPL para los siete materiales seleccionados fueron superiores a 0.8 y, particularmente, el del material SBI40-93 fue de 0.89, cercano al valor de 0.9 donde se considera se tiene el arquetipo buscado con 1.5 y 35 PFPL y NFPL, respectivamente.

I. INTRODUCCION.

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot.) es un especie hortícola que ha adquirido gran importancia en México. En los últimos 15 años ha tenido un incremento considerable en la superficie cultivada; en 1980 se establecieron aproximadamente 18,814 ha y 24,954 en 1990 (SARH, 1992). Esto ubica al cultivo en el 7º lugar de las hortalizas cultivadas en México. Las áreas agrícolas donde se le cultiva también se han incrementado y, además, desde 1990 se inició su exportación tanto en fresco como después de sufrir un proceso industrial (salsas verdes).

La dinámica agrícola del cultivo de tomate de cáscara demanda la generación de cultivares mejorados que se ajusten a las necesidades actuales del mercado nacional e internacional. Dentro de las características a mejorar destacan el rendimiento, hábito de crecimiento y distribución de la producción, así como el color, forma y tamaño del fruto. **El concentrar la producción en un tiempo reducido que permita pocos cortes (dos) debe ser uno de los objetivos del mejoramiento genético de esta especie, al menos en regiones en donde las bajas temperaturas son limitantes para su siembra, ya que esto, junto con precocidad, permitiría llegar al mercado más pronto y reduciría los costos de recolección** (Peña y Márquez, 1990).

Las variedades criollas más utilizadas son: Rendidora (Morelos, Puebla, Edo. de México, Hidalgo y Guanajuato), Salamanca (Guanajuato y Michoacán) y Tamazula (Jalisco y Nayarit). De estas variedades, sólo Rendidora es producto de la evaluación de una colecta amplia de tomate de cáscara, realizada en Zacatepec, Morelos (Saray, 1977).

El programa de mejoramiento genético de tomate de cáscara del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) se inició en 1985 con la finalidad, entre otros objetivos, de generar materiales mejorados a partir de Rendidora. Este cultivar presenta las características de desuniformidad en el

hábito de crecimiento, tamaño y color del fruto, así como un largo período de cosecha, características todas éstas susceptibles de mejorarse. No obstante, sus desventajas, el cv. Rendidora es el más aceptado en el mercado, sobre todo en la zona centro del país.

Entre las estrategias genotécnicas factibles de ser utilizadas en el proceso de mejoramiento genético de tomate de cáscara se encuentran: selección masal (SM), selección familiar de medios hermanos (SFMH) y selección combinada de medios hermanos (SCMH), dado que es una alógama obligada y el tipo de familia que se genera en forma natural es medios hermanos maternos (Peña y Márquez, 1990).

Dentro de los avances obtenidos en el programa de mejoramiento de la UACH (del cual forma parte el presente trabajo) se encuentran los materiales avanzados selección masal cuatro con presión de selección de 5% (SMIV-5)) y selección masal cuatro con presión de selección de 1% (SMIV-1%), ambos, con cuatro ciclos de selección masal para rendimiento, hábito de crecimiento, color y tamaño del fruto.

Por otra parte, en el proceso de mejoramiento genético de la especie no se tiene claridad sobre qué densidad de población y presión de selección son las más adecuadas para maximizar las ganancias por ciclo de selección. Esta situación indica la necesidad de la generación de información de este tipo, específicamente para el caso de concentración y precocidad de cosecha. De ahí que en el presente trabajo se plantean los objetivos e hipótesis siguientes.

1.1 OBJETIVOS

a) Estudiar la eficiencia de la selección masal, para concentración y precocidad de cosecha en tomate de cáscara, en densidades de 33,000 y 50,000 plantas por hectárea utilizando presiones de selección de 1 y 5%.

b) Generar materiales avanzados en precocidad y concentración de cosecha que sirvan de base para la liberación de una variedad mejorada con estas características.

1.2 HIPOTESIS.

1) Existe variabilidad genética en SMIV-5 y SMIV-1 para concentración y precocidad de cosecha y,

2) Los materiales seleccionados, para esos caracteres, con alta presión de selección (1%) y baja densidad de población (33,000 plantas por hectárea) proporcionan expresiones y ganancias por selección superiores a las que se obtendrían con baja presión de selección (5%) y alta densidad de población (50,000 plantas por hectárea)

II. REVISION DE LITERATURA.

2.1 Importancia.

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot.), es un cultivo cuyo fruto se utiliza en la preparación de un creciente número de platillos regionales. En México, ha adquirido gran importancia en los últimos 15 años; ocasionado por un incremento en el consumo per capita y volúmenes de producción destinados a la exportación. Antes de la década de los 80's era un cultivo casi exclusivo de la zona centro del país (Puebla, Morelos, Edo. de México, Hidalgo y Guanajuato) y se caracterizaba por el uso de materiales criollos, sobresaliendo el cv. Rendidora.

En la actualidad, otras entidades federativas se han sumado a la producción de esta hortaliza, entre ellas destacan los estados de Michoacán, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas.

Además del incremento en su participación como producto industrial (salsas verdes), que se ha dado en los últimos 3 años, existe un avance considerable en la técnica de producción y generación de conocimientos sobre este cultivo, basados en trabajos de investigación que se han y se están desarrollando en nuestro país.

2.2 Origen y Distribución.

La palabra tomate proviene del vocablo nahuatl "ayacachtomatl" cuyas etimologías: ayacach (tly) = sonaja, cascabel y tomatl = tomate. Así mismo, su nombre genérico en el idioma Maya hace suponer que es originaria de América y muy probablemente de México. Además, se tienen evidencias de que crece en forma silvestre en la vertiente del pacífico (Cantú, 1983), que va desde Guatemala hasta California (Cárdenas, 1981).

Dentro del género *Physalis*, se ha estimado que existen alrededor de 80 especies. Confinados en su gran mayoría en zonas templadas y tropicales de América, y muy pocas especies en el

Este de Asia, India, Australia, Europa y Africa Tropical (Menzel, 1951).

De todas las especies, son muy pocas las que se cultivan por sus frutos. Por ejemplo: *Physalis peruviana* en Perú, Haití, Costa Rica, en partes de Australia, Sur de Africa, India y Nueva Zelanda; *Physalis pruinosa*, se encuentra en América; *Physalis ixocarpa* en México y Centroamérica, etc., otras son consideradas como malas hierbas o como ornamentales debido a que presentan el cáliz del fruto muy vistoso (Kamla, 1957).

En México se han reportado las especies *lagascae*, *foetens*, *Mollis* e *ixocarpa*; de éstas, sólo la última se cultiva comercialmente (García, 1976).

2.3 Descripción botánica.

Planta herbácea, anual, de 40 a 120 cm de altura ó más, dependiendo de los hábitos de crecimiento.

Raíz. Típica o columnar, presenta ramificaciones secundarias que pueden profundizar hasta 60 cm ó más (Saray, 1977). Cuando se establece por trasplante, el sistema radical sufre una modificación transformándose en fibrosa de poca penetración en el suelo (Cartujano, 1984).

Hábito de crecimiento. Presenta tres tipos de hábitos de crecimiento: rastrero, erecto y semierecto, principalmente en variedades criollas. El hábito rastrero se caracteriza porque generalmente crece en forma erecta solo hasta 40 cm y conforme se desarrolla la planta los tallos se extienden sobre la superficie del suelo. El tipo erecto se identifica por el aspecto arbustivo que presenta la planta, originado por un crecimiento casi vertical de los tallos. Estos presentan la desventaja que se doblan o se raja con el peso de los frutos (Cartujano, 1984).

Tallo. El tallo es estriado, herbáceo o ligeramente leñoso en la base; ramas primarias de 8 a 13 mm de diámetro; en los primeros días de vida se presentan pelos esparcidos en el tallo, hojas y

ramas, los cuales se pierden a medida que van creciendo (Saray, 1977).

Hojas. Compuestas, erectas, alternadas, de forma ovada de 5 a 10 cm de largo por 4 a 6 cm de ancho; base atenuada, ápice agudo, con márgenes irregulares dentados, pero por lo general presentan 6 dientes por cada lado, son hojas pecioladas cuyo peciolo es de 4 a 6.5 cm de largo.

Flor. Las flores son bisexuales, perfectas o hermafroditas; éstas son solitarias y salen de la dicotomía de las ramas (Fig. 2.1; Pérez-Grajales, 1990); son pequeñas, pentámeras, con bordes de color amarillo brillante; las anteras son azules o azul-verde; la corola mide de 1 a 2.69 cm de diámetro; su color es amarillo aunque algunas veces es púrpura y descolorida en el centro; acampanulada o circular; lobulos plegados; estambres insertados en la base de la corola; el estigma presenta dos hendiduras, casi bilobulado (Saray, 1977) (Fig. 2.2; Pérez-Grajales, 1990).

Fruto. Baya amarilla o verduzca, de tamaño variable, de 1 a 6 cm de diámetro, de sabor ácido o dulce. El cáliz mide de 1.8 a 4.3 cm de largo por 2.5 a 6 cm de ancho, con 10 costillas (nervaduras) que en algunos casos son de color morado, pero en general son del mismo color del fruto; los peciolos miden de 0.6 a 1.0 cm de largo.

2.4 Biología floral y Polinización.

2.4.1 Biología floral.

La diferenciación de las primeras yemas florales se lleva a cabo entre los 17 y 20 días después de la siembra, apareciendo las primeras flores entre los 28 y 30 días, la planta continúa floreciendo hasta su muerte. A los 30 días cuenta con 6 flores, después hay una etapa con gran producción de éstas, a los 52 días se tiene cerca de 125 flores, y posteriormente disminuyen en forma considerable.

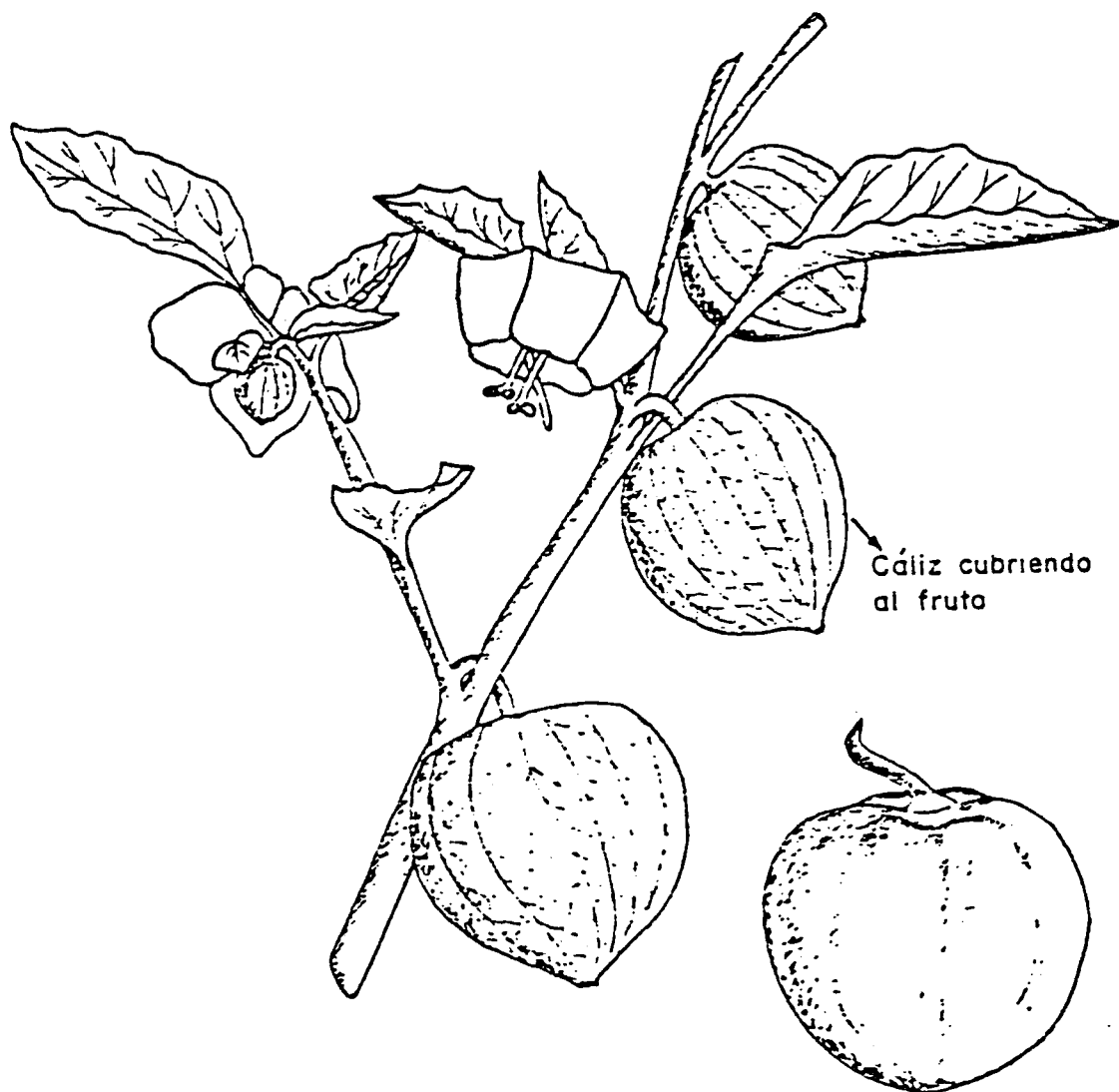


Figura 2:1 Rama de tomate (Physalis ixocarpa, Brot.) con flores solitarias.

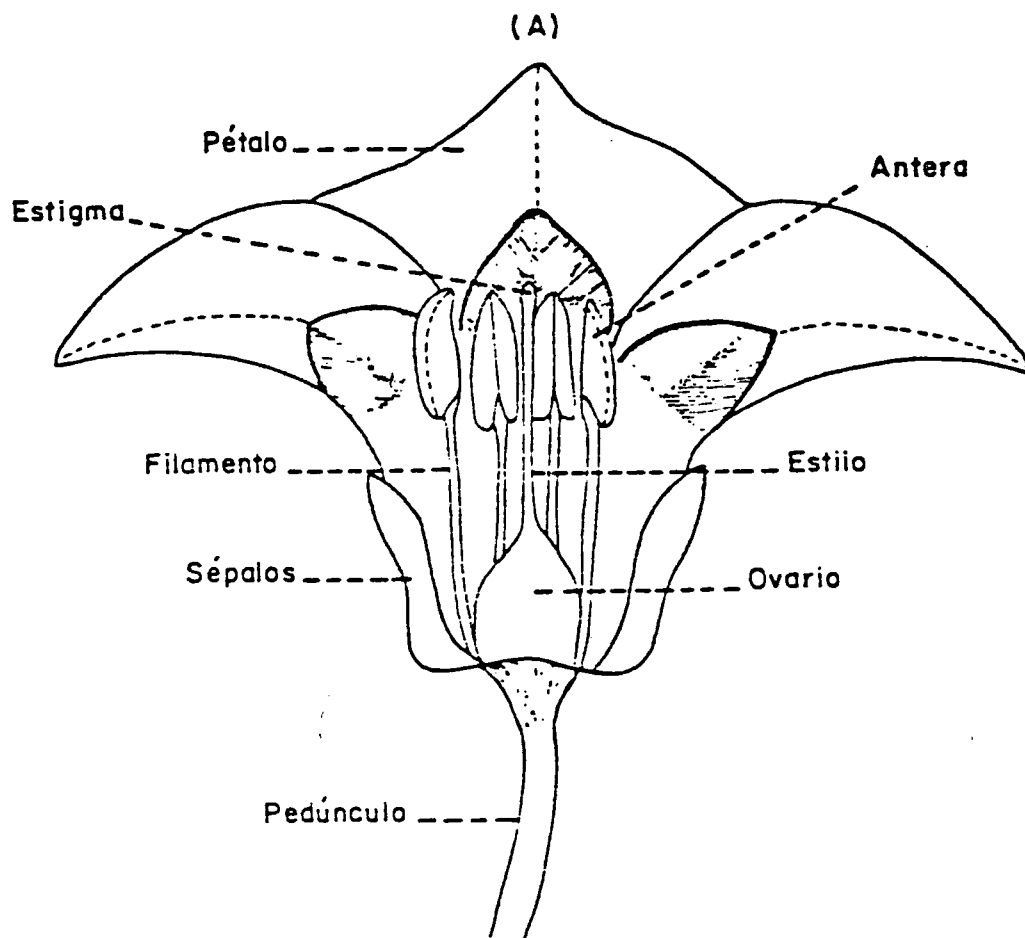
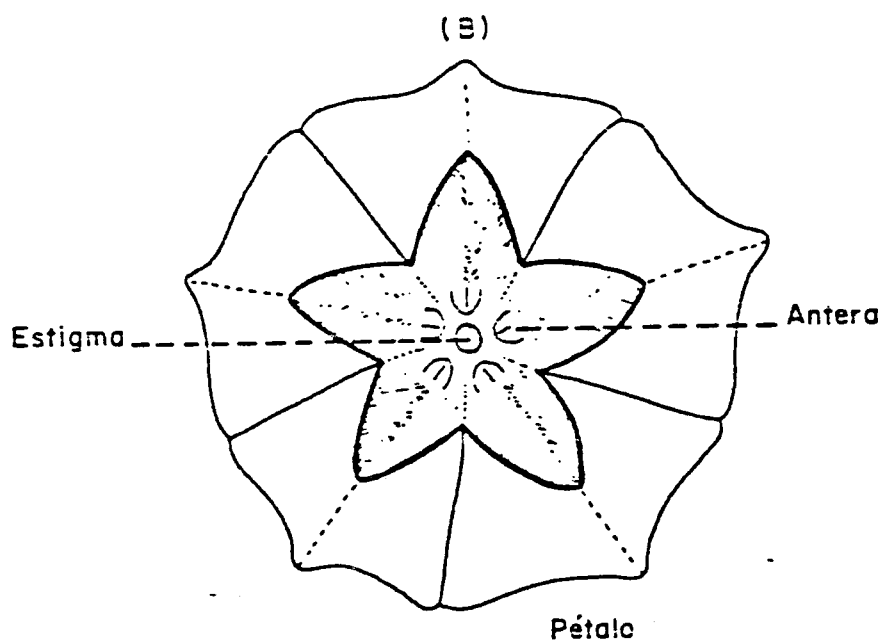


Figura 2.2. Estructura floral de tomate de cáscara.

A) Vista de un corte vertical, B) Vista superior.



En el cultivar Rendidora las primeras flores duran de 8 a 10 días para desarrollarse de un botón floral pequeño hasta una flor abierta por completo (Saray, 1977).

Las flores por lo general abren antes de que ocurra la dehiscencia, entre las 8 y 12 horas del día. Poco antes de la dehiscencia de las flores, los filamentos se elongan hasta llegar cerca del estigma. La dehiscencia de las anteras ocurre gradualmente de la punta a la base; las paredes se enroscan hacia atrás para liberar el polen. Las anteras de color amarillo verdoso-crema o blanco, no abren uniformemente si no que duran de 2 a 4 días entre la dehiscencia de la primera a la quinta antera (Verdejo, 1987). Después de que éstas han liberado el polen, la corola, estambres, estilos y estigmas permanecen alrededor de una semana para después caer. En forma inmediata el ovario y el cáliz comienzan a elongarse, éste último comienza a envolver el fruto joven, agrandándose a su próximo tamaño antes de que el fruto madure, la baya crece lentamente y pronto adquiere su forma característica, algunos frutos pueden llenar por completo la bolsa que los cubre o inclusive las rompen.

Del total de flores (alrededor de 124), solo el 40% son polinizadas e inician la elongación del cáliz y ovario, pero de éstos a su vez solo el 28 o 30% llegan a cosecharse en madurez, de tal manera que de 50 frutos cuajados sólo 14 ó 15 son cosechados (Saray, 1977).

2.4.2 Polinización.

Debido a la autoincompatibilidad gametofítica del tomate, se comporta como una planta alógama obligada.

Polinización natural.

La polinización natural es llevada a cabo principalmente por insectos, siendo las abejas la que más realizan esta labor. Una vez que la flor ha sido polinizada se cierra y no vuelve a abrirse, inmediatamente comienza a marchitarse para enseguida caer.

Polinización artificial.

a) **Manual.** La polinización manual es muy laboriosa, pero se utiliza cuando se realizan pocas cruza y bajo condiciones de invernadero. La descripción del procedimiento fue realizada por Pérez-Grajales (1990). Se recomienda evitar lo más posible el contacto de las personas con las plantas, ya que éstas dejan caer con suma facilidad a los frutos. Otra recomendación es realizar, de preferencia, los cruzamientos en las flores que salgan del cuarto al décimo entrenudo de las plantas. Con lo anterior se favorece un mejor amarre y desarrollo de los frutos (Pérez-Grajales, 1990).

b) **Con abejas.** La polinización con el uso de abejas es más eficiente que la manual (se obtiene menos del 10% de éxito de los cruzamientos). Se ahorra más mano de obra y es más económica.

Para efectuar la polinización se construyen jaulas pequeñas de alambrón, cubiertas con manta de cielo. Dentro de ellas se colocan las plantas y abejas para que se lleve a cabo la polinización.

Cuando se quiere realizar cruzamientos a gran escala, se utiliza un compuesto balanceado del material que se encuentra en proceso de mejoramiento, éste actuará como macho y las familias como hembras, en tal caso, se colocan de 1 a 2 cajas de abejas por hectárea para que efectúen la polinización.

2.5 Autoincompatibilidad.

La especie *Physalis ixocarpa*, Brot. está considerada como una planta alógama, Pandey (1957) encontró un sistema de autoincompatibilidad homomórfica con control gametofítico y epistásis y que son dos genes, cada uno con alelos múltiples, los que ejercen dicho control. La fisiología genética del estilo corresponde a una acción individual y epistática. Dicho sistema de autoincompatibilidad se describe a continuación.

El polen es incompatible cuando uno o más alelos están presentes tanto en el grano de polen como en el estilo. La incompatibilidad es una imposibilidad fisiológica controlada genéticamente para producir frutos por autofecundación. Este proceso puede operar en cualquier estado entre la polinización y la fecundación. El polen generalmente no llega a germinar, y si lo hace, el tubo polínico no puede penetrar a través del estigma. Pero se ha encontrado que algunas veces el polen incompatible puede germinar y el tubo polínico crece a lo largo del estilo, pero lo hace tan lentamente que raras veces alcanza el tiempo para efectuar la fecundación. La velocidad de crecimiento de los tubos polínicos incompatibles puede ser influida por el genotipo en el que el gen (o genes) que controla la incompatibilidad opera.

2.6 Citología.

Menzel (1951) reporta que las principales especies de tomate presentan un número cromosómico de $2n = 24$, aunque también se encuentran otros de menor importancia con $2n = 48$.

Patil (1967) señala que en *Physalis ixocarpa*, Brot. se tiene la presencia de un cromosoma accesorio en adición al complemento normal, que es mucho más pequeño que los otros cromosomas de esta planta y que puede ser observado durante mitosis y meiosis.

En México, García (1976) reporta que los conteos cromosómicos indican que es una especie diploide con $2n = 24$, con cromosomas de 3-4 micras de longitud, sin diferencias visibles entre los cromosomas de la forma cultivada y la forma silvestre.

Raja (1979) en un estudio sobre la morfología de los cromosomas del paquiteno de *Physalis ixocarpa*, Brot. ($n = 12$) encontró que se caracterizan por la presencia de cromatina, segmentos cromáticos y centromeros distintos.

2.7 Mejoramiento por selección.

Márquez (1985) menciona que en la selección se aprovechan los efectos aditivos tanto intra locus como inter loci para mejorar las poblaciones. El mismo autor señala que el procedimiento general consiste en: 1) Selección de los mejores individuos de la población; 2) Utilización de los individuos seleccionados como progenitores de la siguiente generación; 3) Iniciación de un ciclo de selección en la población proveniente del apareamiento de los individuos seleccionados, y; 4) realización de varios ciclos adicionales hasta el agotamiento de la varianza aditiva.

Por otra parte, Falconer (1986) señala que el efecto básico de la selección es cambiar el arreglo de las frecuencias génicas de la población, no obstante, esos cambios se encuentran casi completamente escondidos porque no podemos trabajar con los loci individuales involucrados en un carácter métrico. En este grupo de caracteres el rendimiento es un prototipo (Sahagún, 1992). Por lo tanto, señala Falconer (1981), los efectos de la selección que pueden observarse están restringidos principalmente a cambios en la media de la población y éstos se constituyen en la respuesta a la selección (R).

2.8 Respuesta a la selección (R).

Márquez (1985) establece que la respuesta a la selección (R) es la desviación entre la media fenotípica de la población original (μ_f) y la media de la progenie (μ_H) de los individuos seleccionados. Y la desviación entre la media de la población original y la de individuos seleccionados (μ_s) es precisamente el diferencial de selección (D) (Fig. 2.3). Además, señala, que por la influencia de los efectos genéticos no aditivos y del medio ambiente, generalmente $R < D$.

Por otra parte, con el objeto de comparar las respuestas obtenidas en varios ciclos o diferentes sistemas de selección entre sí, la presión de selección frecuentemente se expresa como

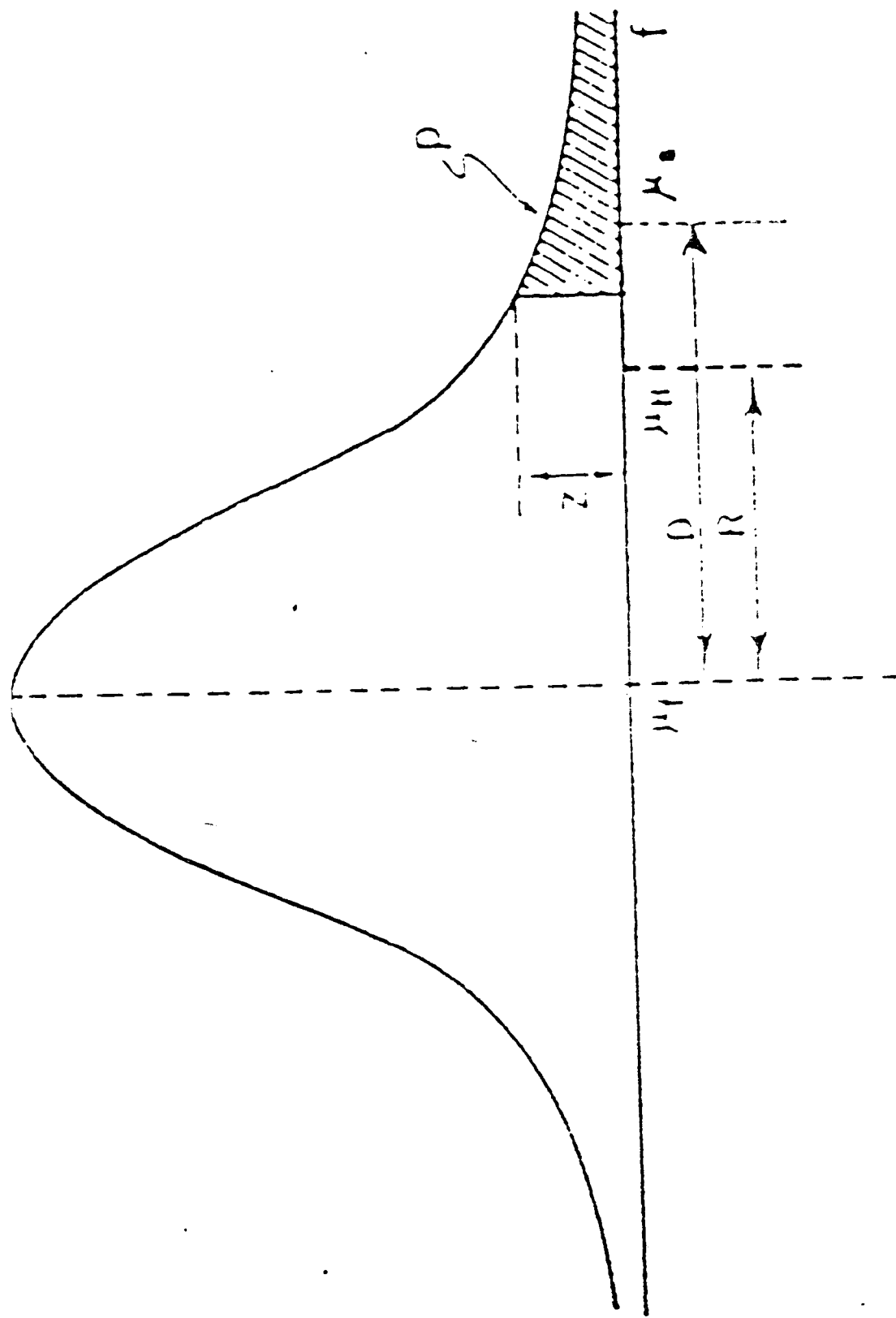


Figura 2.3. Distribución de los valores fenotípicos de una población sujeta a selección. μ = media, σ = desviación estándar, p = probabilidad de selección, f = frecuencia de selección. Márquez (1985)

intensidad de selección (i). Esta se puede calcular directamente como el diferencial de selección estandarizado:

$$i = \frac{D}{\sigma f}$$

2.9 Componentes de varianza.

Falconer (1981) señala que la genética de un carácter métrico gira alrededor del estudio de su variación y la idea básica del estudio de ésta es su partición en componentes atribuibles a diferentes causas y, la magnitud relativa de ellas determina las propiedades genéticas de la población. Por su parte Márquez (1985) señala que la variación fenotípica ($\sigma^2 f$) se explica por:

$$\sigma^2 f = \sigma^2_A + \sigma^2_D + \sigma^2_I + \sigma^2_E + \sigma^2_{GE}$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_{\sigma^2_g}$

Donde: σ^2_A = Varianza aditiva.

σ^2_D = Varianza de dominancia.

σ^2_I = Varianza de interacción o epistática.

σ^2_E = Varianza ambiental.

σ^2_{GE} = Varianza de la interacción génico-ambiental.

σ^2_g = Varianza genética.

Por otra parte Falconer (1981) señala que la partición de la varianza(σ^2_f) en componentes nos permite estimar la importancia relativa de los determinantes del fenotipo, en particular el papel de la herencia. La importancia relativa de la herencia en determinar los valores fenotípicos es la *heredabilidad* del carácter. Sin embargo, existen dos significados diferentes de la "herencia" y heredabilidad, de acuerdo a si ellos se refieren a los valores genotípicos o a los reproductivos. El mismo autor señala que el cociente σ^2_g / σ^2_f expresa el grado en el cual los fenotipos del individuo son determinados por sus genotipos y le llama *heredabilidad en sentido amplio o grado de determinación genética*. El cociente σ^2_A / σ^2_f expresa el grado en el cual los fenotipos son determinados por los genes transmitidos por los progenitores y le llama *heredabilidad en sentido estrecho o simplemente heredabilidad*.

2.10 Comparación de la respuesta de selección masal (SM) con la individual (SI).

Tanto la selección individual como la selección masal son, indudablemente, los métodos de mejoramiento de plantas más antiguos (Márquez, 1985). En la selección individual hay oportunidad de seleccionar ambos progenitores, mientras que en la selección masal sólo se selecciona uno, el femenino. Por esta razón, en las plantas alógamas, para realizar la selección individual es necesario llevar a cabo cruzamientos artificiales o controlados. Y la respuesta de la selección masal (RSM) es la mitad de la respuesta de la selección individual (RSI), tal como se indica a continuación:

$$RSI = \frac{i \sigma^2_A}{\sigma^2_f} \quad y,$$

$$RSM = \frac{i \frac{1}{2} \sigma^2_A}{\sigma^2 f}$$

esta última es la respuesta esperada en la selección masal para tomate de cáscara.

Por otra parte, el límite teórico de la selección es el agotamiento de la varianza genética aditiva (σ^2_A). Como ésta interviene como factor en todas las fórmulas de predicción de la respuesta, cuando valga cero ésta también será cero (Márquez, 1985).

2.11 Ambiente de selección.

Fasoulas (1981) señala que, en términos generales, algunos autores sugieren que los ambientes más productivos son los mejores para la evaluación de los genotipos puesto que, sostienen, estos magnifican las diferencias de las expresiones de los genotipos lo cual significa una gran ventaja para que el fitomejorador realice su tarea de selección en forma fácil.

Sahagún (1992) menciona que el supuesto en que se basa esta corriente es que los genotipos que resulten ser superiores en un ambiente óptimo, manifestarán su superioridad en cualquier otro ambiente. Otra escuela sostiene que los genotipos que manifiesten superioridad al desarrollarse en condiciones ambientales adversas sostendrán su supremacía cuando se sometan a cultivo en un ambiente que presente aspectos menos desfavorables. El mismo autor señala que el concepto de ambiente óptimo, desde el punto de vista de la eficiencia de la selección, es relativo. Este depende estrechamente de los objetivos del mejorador; un ambiente óptimo para seleccionar por resistencia a una particular adversidad ambiental, es aquél en el cual el genotipo potencialmente más útil puede manifestar su superioridad.

Por su parte "Vela-Cárdenas y Frey (1972) sugirieron que tal ambiente debe ser tal que la heredabilidad y las ganancias genéticas sean las mayores". Fasoulas (1981) también señala que Allen et al. (1981), "basados en argumentos teóricos, propusieron que el mejor ambiente para la evaluación preliminar de genotipos fuera el que maximizara el producto de la correlación de los rendimientos medios de los genotipos en la localidad en cuestión con los rendimientos medios de tales genotipos en todas las localidades y la raíz cuadrada de la heredabilidad en sentido amplio, calculada en esa localidad".

2.12 Densidad de población, como ambiente de selección.

Fasoulas (1981) señala que, en experimentos conducidos en varias especies cultivadas por períodos largos, han mostrado que la maximización del rendimiento por unidad de área de tierra es acompañado por una densidad de siembra, donde la competencia entre plantas se mantiene considerablemente fuerte. Este hecho bien establecido ha llevado a los fitomejoradores a concluir que si los cultivares son destinados para que crezcan en alta densidad de población, también la selección debería practicarse bajo condiciones similares. En la metodología del fitomejoramiento convencional, el comportamiento del rendimiento individual es evaluado con la observación directa en condiciones de competencia entre plantas. Bajo competencia porque este es un medio que el productor involucra en el proceso técnico de producción, y con observación directa o visual porque el rendimiento va acompañado de otras características deseables en los individuos seleccionados que, en contraste, con la evaluación por peso, serían descartados. Sin embargo, el hecho de que cada planta tiene una constitución genética propia excluye pruebas idénticas y, de aquí, la importancia del control sobre los efectos ocultos de la heterogeneidad del suelo.

La eficiencia de la selección bajo densidad y competición es marcadamente alterada en dos formas: La primera es por la reducción

en la expresión genotípica y diferenciación. La segunda es causada por la asignación de categoría incorrecta de acuerdo al potencial de rendimiento del genotipo (Fasoulas, 1981).

Fasoulas (1978) usando criterios objetivos de evaluación probó la eficiencia de la selección para heredabilidad de alto rendimiento bajo competencia en la F_2 de dos cruza de trigo. Las plantas F_2 fueron espaciadas a 30 cm para permitir competencia entre plantas, y 90 cm para excluir competencia. Los resultados revelaron claramente que: 1) la selección para rendimiento en la presencia de competencia entre plantas (30 cm) es azarosa y por lo tanto ineficiente; 2) la selección en la ausencia de competencia (90 cm) fue extremadamente efectiva en la F_2 .

Fasoulas (1981) también menciona que, los resultados obtenidos por Halluer y Sears (1969) en Maíz y Bos (1981) en Triticale, confirma indirectamente que la selección masal para rendimiento en la presencia de competencia entre plantas es inefectiva, porque no mantiene la eficiencia del esquema de selección aplicado.

Ventajas de la selección sin competencia entre plantas (Fasoulas, 1981):

- 1) Disminuye los efectos enmascarantes de la alocompetencia y hace posible que las plantas individuales sean la unidad de evaluación y selección.
- 2) La expresión genotípica y diferenciación son maximizados y eso tiene dos beneficios importantes: a) la heredabilidad es mejor reflejada en el fenotipo, y b) los efectos enmascarantes de la heterogeneidad del suelo es considerablemente menor.
- 3) El avance genético a través de la selección ($i h^2 \sigma_f$) es maximizado porque los factores sobre el cual progresa es basado, en intensidad de selección (i), heredabilidad (h^2) y desviación estandar fenotípica (σ_f), y éstos alcanzan valores máximos.

Fasoulas (1981) resume los efectos enmascarantes de la alocompetencia de la siguiente manera:

1. La alta densidad de población, aunque indispensable para la maximización del rendimiento comercial por unidad de área de tierra, limita la expresión genotípica y diferenciación por ausencia de inducción para varios factores de crecimiento, e interfiere con la evaluación genotípica por causa de dos efectos: alocompetencia e isocompetencia.

2. La alocompetencia es la participación desigual de los recursos ambientales entre genotipos no idénticos en respuesta a la ausencia de densidad inducida. La alocompetencia limita la maximización del rendimiento por unidad de área e interfiere con la evaluación genotípica al provocar la clasificación incorrecta de genotipos de acuerdo a su potencial de rendimiento. Consecuentemente, la selección para rendimiento bajo alocompetencia es azarosa e inefectiva.

3. La isocompetencia es la participación igual de los recursos ambientales entre genotipos idénticos en respuesta a la ausencia de densidad inducida. La isocompetencia aunque responsable para la maximización del rendimiento por unidad de área de tierra y clasificación correcta de genotipos de acuerdo a su potencial de rendimiento, limita la expresión genotípica y diferenciación.

4. La condición buena para la expresión genotípica óptima y que maximice el avance a través de selección, es la ausencia de competencia. Esta puede ser eliminada por los espacios entre plantas (arreglos topológicos).

2.12 Densidad de población en tomate de cáscara

Por otra parte, en tomate de cáscara, Castillo (1990) menciona que el mayor rendimiento y calidad de fruto se logró en la densidad de 50,000 plantas/ha a una planta por mata con separación de 20 cm y surcos de 1 m.

Saray y Loya (1978) reportan que para producción comercial el mejor ancho de surco es 1 m y la mejor distancia entre plantas es 0.5 m, con 2 a 4 plantas por sitio. En el estado de Morelos esta recomendación es muy utilizada; sin embargo en importantes estados productores, como Guanajuato, Jalisco y Michoacán, se usan surcos de 1.4 m de ancho y 0.7 m entre plantas, aunque se dejan 3 a 4 por sitio.

Pérez-Grajales (1990) menciona que en la selección masal visual estratificada en tomate de cáscara la distancia entre plantas debe ser de 40-50 cm y 1 m entre surcos. Sin embargo, Peña y Márquez (1990) mencionan que para fines de mejoramiento y con el objetivo de facilitar condiciones de competencia completa, además de mantener las condiciones de cultivo similares a la producción comercial, la condición de varios lotes de selección en el programa de mejoramiento de la UACH, ha demostrado que surcos de 1 m de ancho y 6.3 m de largo con una distancia de 0.3 m entre plantas (una por sitio) es una distribución espacial adecuada para lotes de selección.

2.13 Concentración y precocidad de cosecha en tomate de cáscara.

Saray (1985) menciona que las variedades Morelos-26, Morelos-37 y Rendidora superaron tanto en rendimiento comercial como en rendimiento de frutos de tamaño grande, a las variedades criollas del valle de México. De seis cortes que se realizaron, el mayor número de frutos comerciales producido por las plantas se concentraron en el 4º y 6º corte.

Dentro del programa de mejoramiento genético de la UACH, se han encontrado en SMIV-5 y SMIV-1 genotipos que rinden 2 kg/planta con 50 frutos en el primer corte. La variabilidad genética y la característica de alto rendimiento en el primer corte representa la posibilidad de hacer selección para concentración y precocidad de cosecha (Peña, 1992)¹.

¹ PEÑA L., A 1992. Comunicación personal. Profesor investigador del Departamento de Fitotecnia, UACH. Chapingo, México.

Por otra parte, existe la necesidad de los productores, de contar con materiales que sean precoces y que concentren el período de tiempo de cosecha (concentración de cosecha). Esto reduce el costo de la misma que normalmente se hace en 5-6 cortes por ciclo y representa hasta un 50% del costo de cultivo; ajustarse a un ambiente de producción donde existe limitación en el período de cultivo y/o intensificar el uso del suelo; oportunidad de llegar más rápido al mercado, aspecto básico en la producción hortícola. Paralelamente es necesaria la selección para uniformidad en el hábito de crecimiento, calidad del fruto y mayor rendimiento por unidad de área. Características que en un futuro serían deseables también para la cosecha mecanizada. Sobre todo si pensamos en la industrialización que se esta dando en este cultivo.

2.14 Mejoramiento genético de tomate de cáscara.

2.14.1 Objetivos.

De acuerdo con Márquez (1988) y Pérez-Grajales (1990) los objetivos del mejoramiento genético en tomate de cáscara deberían ser los siguientes:

1. Incrementar rendimiento de fruto.
2. Uniformizar color, tamaño y firmeza del fruto.
3. Uniformizar los hábitos de crecimiento. Hacia tipo erecto y hacia tipo rastrero.
4. Precocidad y concentración de la producción.
5. Incorporar resistencia a plagas y enfermedades.

Enfermedades: enfermedad virosa "chino del tomate", y cenicilla (*Oidium spp.*).

Plagas: Mayate o catarinita del tomate de cáscara (*Lema trilliniata daturaphila* Kogan y Goeden), Pulga saltona (*Epitrix sp.*), Picudo del toloache (*Trichobaris mucorea*, Leconte) y el gusano del fruto (*Heliothis spp.*).

2.14.2 Métodos.

La metodología utilizada en el programa de mejoramiento genético de

tomate de cáscara de la UACH es la propuesta por Peña y Márquez (1990), ellos mencionan que, como la especie es una alógama obligada, el tipo de familia que se genera en forma natural es medios hermanos maternos y los esquemas factibles de ser usados en el mejoramiento genético son: selección masal visual estratificada (SMVE), selección familiar de medios hermanos (SFMH) y selección combinada de medios hermanos (SCMH). Cabe señalar también que, hasta el momento, sólo se ha empleado la SMVE. A continuación se describe este método de acuerdo a la propuesta de Peña y Márquez (1990).

- Selección masal visual estratificada (SMVE).

El tomate de cáscara es una especie de floración y frutificación continua, lo que dificulta realizar la selección masal estratificada con ajuste de datos; sin embargo, la selección masal visual estratificada es un método sencillo y práctico, el cual en forma general consiste en lo siguiente: 1) obtener 1 Kg de material a mejorar (variedad Rendidora, Tamazula o Salamanca); 2) sembrar 10 m² de almácigo; 3) establecer un lote de selección a los 25 días de sembrado el almácigo, constituido por 50 sublotes de 5 surcos de 1 m de ancho y 6.3 m de largo cada uno, trasplantándose una planta cada 0.3 m y replantar fallas 5 días después; 4) seleccionar las cinco mejores plantas de cada sublote con base en el primer corte, tomando como criterios de selección el número de frutos totales y maduros por planta (cosechar al menos 10 frutos maduros y extraer su semilla), sanidad, forma, tamaño y color del fruto, hábito de crecimiento y estructura y vigor de la planta. Con estos criterios son seleccionadas las plantas más precoces, aunque presenta la desventaja de no permitir evaluar el potencial productivo de las plantas a través de todo su ciclo.

Por otra parte, Peña y Márquez (1990) señalan que, de los tres métodos el más sencillo y práctico es el de selección masal visual estratificada, por lo que en la primera fase del mejoramiento de una población sería el más recomendable, realizándose dos o tres ciclos; luego, con las plantas seleccionadas, manejadas como

familias, realizar ya sea selección familiar de medios hermanos o selección combinada de medios hermanos. También mencionan que la SMVE no sería muy recomendable en ciclos avanzados debido a que se dificultaría reconocer visualmente a las plantas más rendidoras, a menos que se realizara ajustes de datos (lo que implica cosecharse cuatro o cinco veces cada planta), situación que dificulta el método, por lo que se prefiere hacer un manejo de familias, lo que además de permitir repetibilidad facilita la toma de datos.

La respuesta teórica a la selección es mayor en SCMH que en SFMH (Márquez, 1985), lo cual indica que el mejor método de mejoramiento de tomate de cáscara es realizar SCMH en el ciclo primavera-verano, (en localidades de los estados de Gto., Hgo., Jal., Pue., y Méx.) y de nuevo SCMH o SMVE en el ciclo de otoño-invierno (Morelos).

Además, de los tres métodos señalados anteriormente, Márquez (1988) señala que los sintéticos debe ser el método de mejoramiento más común en tomate de cáscara.

La formación de cvs. sintéticos consiste en lo siguiente: 1) Se mezclan semillas de varias plantas lo más homogéneas que se pueda; 2) Se hacen de 6-8 grupos de plantas homogéneas. Estas actuarán como líneas para formar la variedad sintética; 3) Se cosecha la F_1 y se vuelve a sembrar; se obtiene la F_2 y ésta será la variedad sintética. Es de polinización libre, salvando así el problema de la autoincompatibilidad gametofítica que presenta la especie.

Por otra parte, Márquez (1988) señala que, es claro que no es posible la formación de híbridos mediante los métodos convencionales dado que no se puede crear las líneas para ello debido a la autoincompatibilidad de la especie. Sin embargo, hay una remota posibilidad de lograrlo a través del cultivo de anteras (cultivo *in vitro*).

2.14.3 El mejoramiento genético de tomate de cáscara en México.

2.14.3.1 El proceso de obtención del cultivar Rendidora.

El mejoramiento genético de tomate de cáscara se inició con una investigación realizada en el Campo Agrícola Experimental de Zacatepec, Morelos, en 1972. La finalidad fue obtener un cultivar de altos rendimientos. Después de cuatro años de evaluación se seleccionó una colecta cuyo promedio de rendimiento fue superior al resto de las colectas y se le llamó "Rendidora". Su promedio de rendimiento fue de 21.2 ton/ha, muy superior a la criolla que rinde un promedio de 13.8 ton/ha.

En 1975 se inició la etapa de mejoramiento para tratar de uniformizar el hábito de crecimiento de la planta. Esto se practicó primero sobre la colección Morelos 35 (Rendidora). La misma metodología se practicó en 1976 y se observó que realmente se avanzaba muy poco y se tardaría mucho en uniformizar los caracteres de las plantas. La secuencia de obtención del cultivar rendidora se resume en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Secuencia de obtención del cultivar Rendidora.

Año	Ciclo
1972	Colección de 49 materiales criollos de Morelos. Primera evaluación en verano, Zacatepec. Selección de 11 materiales de 49 colectas.
1973	Evaluación de 11 colecciones sobresalientes. Segunda evaluación de verano, Zacatepec.
1974	Evaluación de 11 colecciones. Tercera evaluación de verano en Zacatepec y evaluación de verano en Actopan, Hidalgo.
1975	Evaluación de 11 colecciones. Primera evaluación de invierno en Zacatepec y evaluación de verano en Actopan, Hidalgo. Selección de 1 material de las 11 colectas.
1976	Demostración del nuevo cultivar: "Rendidora"

(Saray, 1977b).

2.14.3.2 Características de la variedad Rendidora.

Saray (1977a) señala que esta variedad tiene mezclados diferentes hábitos de crecimiento (erecto, rastrero e intermedio). La uniformidad de este carácter es uno de los principales problemas a resolver por parte de los fitomejoradores.

Por otra parte, un 35% de su fruto es grande (mayores de 4.5 cm de diámetro); aproximadamente un 85% de la producción corresponde a frutos que llenan completamente la bolsa (cáliz); el color del fruto es verde limón, lo cual lo hace muy preferido en el mercado; la firmeza del fruto es buena, cualidad deseable durante el transporte; es agridulce y preferido en la preparación de salsas. Los frutos comienzan a madurar de los 60 a los 65 días después del trasplante (Saray, 1977b);

2.14.3.3 Avances del programa de mejoramiento de tomate de cáscara en la UACH.

En 1985 se inicia el programa de mejoramiento genético de tomate de cáscara con la finalidad de generar materiales mejorados a partir de Rendidora (el presente trabajo forma parte de este programa).

Dentro de los avances se tiene la obtención de los materiales

- 1) Selección Masal cuarto con presión de selección de 5% (SMIV-5), que presenta las características siguientes: color del fruto verde limón, tamaño mediano a grande (4 a 6 cm); siembra a primera cosecha 95 días, siembra a trasplante 25 días.
- 2) Selección Masal cuatro con presión de selección de 1% (SMIV-1), obtenido por la selección de las cuarenta mejores familias de SM4 (Peña, 1992). A partir de agosto de 1993 se inició el proceso de registro del material mejorado producto de este programa de mejoramiento, la cuál llevará el nombre de CH-1 (Chapingo 1).

Por otra parte, se ha realizado una colecta amplia de materiales silvestres y cultivados de tomate de cáscara en 11

estados de la República Mexicana con los objetivos de: a) poner bajo resguardo el germoplasma de la especie, b) tratar de encontrar fuentes de resistencia genética, sobre todo al virus del chino y c) contar con variabilidad genética que pudiera ser la base de un programa amplio de mejoramiento (Peña, 1992). Actualmente se cuenta con 111 materiales en el Banco de Germoplasma "Ing. Gilberto Palacios de la Rosa" de la Universidad Autónoma Chapingo; parte de los cuales fueron evaluados en 1991, detectándose 10 sobresalientes por su rendimiento (Santiaguillo et al., 1992).

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1 Sitio experimental.

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo. Este se localiza a los 19° 29' latitud norte y 98° 53' longitud oeste con altitud de 2240 msnm. Presenta un clima C(w₁)(w₂)b(i')g que corresponde al más seco de los templados subhúmedos, con lluvias en verano, de 5 a 10.2% de lluvia anual durante el invierno, verano fresco y largo, con una temperatura media anual de 15 °C, que varía entre 12 y 18 °C, y una precipitación promedio anual de 644 mm (García, 1986).

Los suelos pertenecen a la serie Xaltepa, los cuales se caracterizan por ser profundos, con horizonte A de color negro y horizonte B de textura franca, de color pardo-grisáceo muy oscuro, tienen una capacidad media de retención de humedad, son ricos en materia orgánica y Ph neutro. De acuerdo a su capacidad de uso se clasifican como I-1 y según sus aptitud de riego como clase I (Cachón et al., 1976).

En el campo experimental se utilizaron diferentes lotes aislados, denominados de acuerdo con los nombres que poseen las tablas experimentales del campo. En el ciclo de 1992 se utilizaron las tablas experimentales San Juan y San Pedro; en 1993 a las tablas San Pedro, San Martín, San Bartolo y la H-1 las cuales fueron utilizados como lotes de selección y la X-10 como lote de evaluación.

3.2 Material genético.

Para llevar a cabo la selección de los caracteres, precocidad y concentración de cosecha, se partió de los materiales avanzados denominados Selección Masal 4 (SM4) y Compuesto Mecánico de Selección Masal 4 (CM-SM4). El procedimiento de obtención de los materiales fue el siguiente:

1) Selección Masal 4. En el programa de mejoramiento genético de tomate de cáscara, del Departamento de Fitotecnia

inició con el cv. Rendidora que, no obstante ser la de mayor rendimiento y cultivada en la parte centro del país, presenta desuniformidad en hábitos de crecimiento, color, tamaño y firmeza del fruto, así como un período de cosecha relativamente largo. En dicho cultivar se practicó la selección masal visual estratificada (SMVE) de acuerdo con la propuesta de Peña y Márquez (1990) durante cuatro ciclos consecutivos, en el campo experimental de la UACH. Los caracteres de selección fueron color, tamaño y firmeza del fruto, hábito de crecimiento y con menos énfasis en precocidad de cosecha.

Como resultado de los cuatro ciclos de selección, en 1991 se obtuvo el material SMIV-5 que presenta las siguientes características: siembra a primera cosecha 95 días, siembra a trasplante 25 días, color del fruto verde limón, tamaño del fruto mediano a grande (4-6 cm).

Peña (1992) señala que en el material SMIV-5 existen genotipos que rinden hasta 2 Kg/planta con 50 frutos en el primer corte; es decir, son precoces y concentran su producción. La selección de estos genotipos precisamente tiene que ver estrictamente con el objetivo del presente trabajo.

2) SMIV-1. Este material fue obtenido en el ciclo de 1991 por la selección de las 40 mejores plantas (para los mismos caracteres con que se seleccionó SMIV-5) del lote de SMIV-5; es decir, el SMIV-1 es derivado de SMIV-5.

Al iniciar los ciclos de selección para concentración y precocidad de cosecha los materiales SM4 y CM-SM4 obtenidos por Peña (1992) fueron utilizados para formar un compuesto balanceado de semilla en cada material. El compuesto consistió en mezclar 1 gramo de semilla de cada planta o familia; 200 plantas o familias para el caso de SM4 y 40 para el CM-SM4.

Así obtenidos los compuestos de SM4 y CM-SM4 se convirtieron

en el punto de partida para realizar los ciclos de SMVE para concentración y precocidad de cosecha del presente trabajo.

3.3 Ambiente de selección (densidades de población).

Se utilizaron dos densidades de población:

- 1) Densidad baja: 33,000 plantas/ha. El arreglo espacial consiste de una planta por mata, 30 cm entre mata y mata y 1 m entre surcos. Esta densidad es muy común en la producción comercial.
- 2) Densidad alta: 50,000 plantas/ha. Con una planta por mata, 20 cm entre mata y mata y 1 m entre surcos. De acuerdo con Castillo (1990), en tomate de cáscara, la densidad de población de 50,000 plantas/ha alcanza los mayores rendimientos por unidad de superficie.

3.4 Presión de selección (PS).

Se utilizaron dos presiones de selección. En cada lote de selección masal visual estratificada se aplicó una presión de selección de 1 y 5%. En SMVE, propuesto por Peña y Márquez (1990), se recomienda aplicar una presión de selección de 5%. En el presente trabajo también se utilizó 1% para investigar los efectos de ésta en las ganancias por selección.

3.5 Método de mejoramiento.

3.5.1 Primer ciclo de selección.

- El primer ciclo de selección se llevó a cabo en primavera-verano de 1992. El método de mejoramiento empleado fue el de **selección masal visual estratificada (SMVE)**, de acuerdo con la propuesta de Peña y Márquez (1990), con modificaciones en el número de sublotos por lote y presión de selección; es decir, se utilizaron 40 sublotos por lote en lugar de 50 y, dos presiones de selección (1 y 5%) (Fig. 3.1).

En el primer ciclo de selección se utilizaron dos lotes en el campo experimental de la UACH, denominados San Juan y San Pedro (Fig. 3.2). Estos nombres sirvieron para la identificación de los materiales que ahí fueron seleccionados.

- Caracteres y criterios de selección.

. Caracteres.

1. Precocidad y concentración de cosecha (plantas que a los 70 días después del trasplante presentan al menos 20 frutos comerciales).
2. Rendimiento (número y peso de frutos).
3. Tamaño, color, forma y firmeza de frutos.
4. Hábito de crecimiento.
5. Sanidad de la planta.

. Criterios.

En cada sublote de 100 plantas con competencia completa fueron seleccionadas cinco, una por surco (PS del 5%) (Fig. 3.3). De estas cinco, se identificó una, la mejor en número y tamaño de fruto, para tener una presión de selección del 1% en el mismo sublote. Al momento de extraer la semilla de las plantas seleccionadas con PS de 1% la mitad de ésta se utilizó para pertenecer, paralelamente, al sublote de PS de 5%.

Las plantas seleccionadas se caracterizaban porque en el primer corte, a los 70 días después del trasplante, presentaban:

- 1) veinte ó más frutos maduros, y en casos excepcionales que tuviesen 10 ó más frutos grandes;
- 3) fruto mediano a grande (4-6 ó más cm de diámetro). Excepcionalmente fueron seleccionadas las plantas que contenían frutos chicos (2-3 cm de diámetro) pero con gran número (de 40 ó más frutos/planta);
- 4) frutos de color verde limón y cáliz verde. Fueron desechadas las plantas que presentaban un cáliz con nervaduras de color morado, ya que éste es característico del cv. Tamazula y no es atractivo en el mercado de la zona centro del país;
- 5) hábito erecto ó semierecto, aunque fueron seleccionadas algunas plantas que presentaban hábito rastrero pero de extraordinario rendimiento (mayor o igual a 40 frutos medianos o grandes/planta);
- 6) ausencia de daños por plagas y/o enfermedades;

- Por otra parte, en la selección visual participaron tres personas previamente entrenadas, además del autor del presente escrito. De tal manera que, la selección de los materiales se llevó a cabo en la misma fecha para los dos lotes aislados. Esta actividad se efectuó a los 70 días después del trasplante.

Los frutos de cada planta seleccionada fueron colocados en bolsas de polietileno calibre 600 de 30 X 40 cm de ancho y largo, respectivamente. Una vez identificado los materiales (por número de surco) se procedió a cuantificar el número y peso de frutos por planta.

El material seleccionado se dejó almacenado en las bolsas de plástico, durante 15 días para permitir la madurez fisiológica de la semilla y facilitar su extracción (Fig. 3.4).

La extracción de la semilla se realizó en forma individual (planta por planta Fig.3.5) con el uso de una licuadora doméstica. Se licuaron los frutos (en proceso de fermentación y fermentados), y la pulpa y semilla extraída se depositó en recipientes con agua en donde, por decantación y sedimentación, las semillas fueron separadas. Las semillas extraídas se expusieron al sol por un período de 2-4 horas, para su secado (Fig. 3.6).

Las semillas de las plantas que habían alcanzado un porcentaje de humedad aproximado al 11% se empaquetaron, identificaron y almacenaron en un cuarto cerrado con baja humedad relativa. Después de este proceso las semillas estuvieron disponibles para el siguiente ciclo de selección.

F A J A S

	1	2	3	4	5
P					
1					
A					
2					
R					
3					
C					
4					
E					
5					
L					
6					
A					
7					
S					Y_{ij}
8					

Donde Y_{ij} = Sublote i,j

i = 1,2,...,5 fajas .

j = 1,2,...,8 parcelas.

Figura 3.1. Lote experimental.

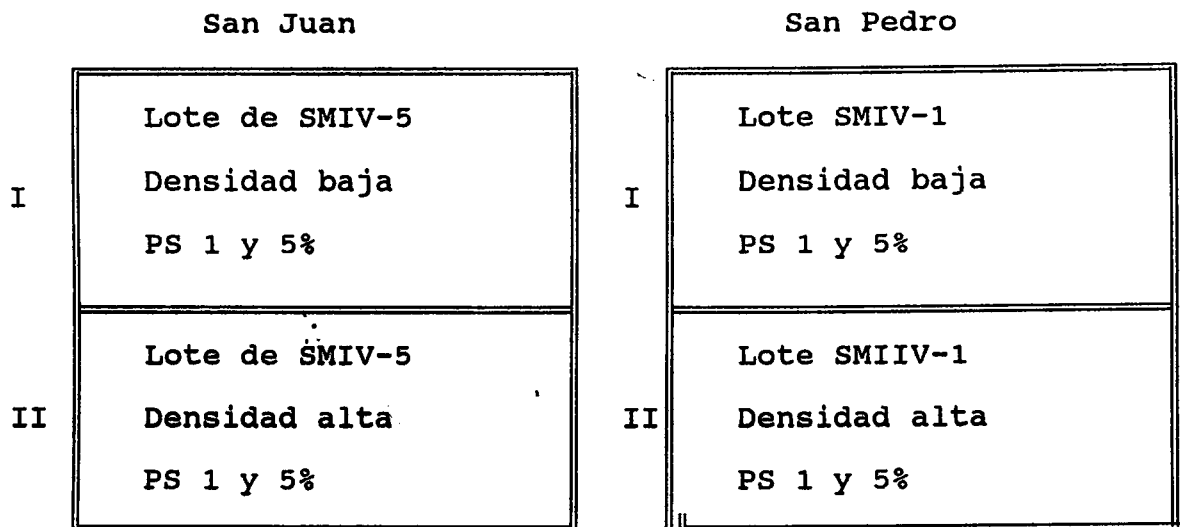
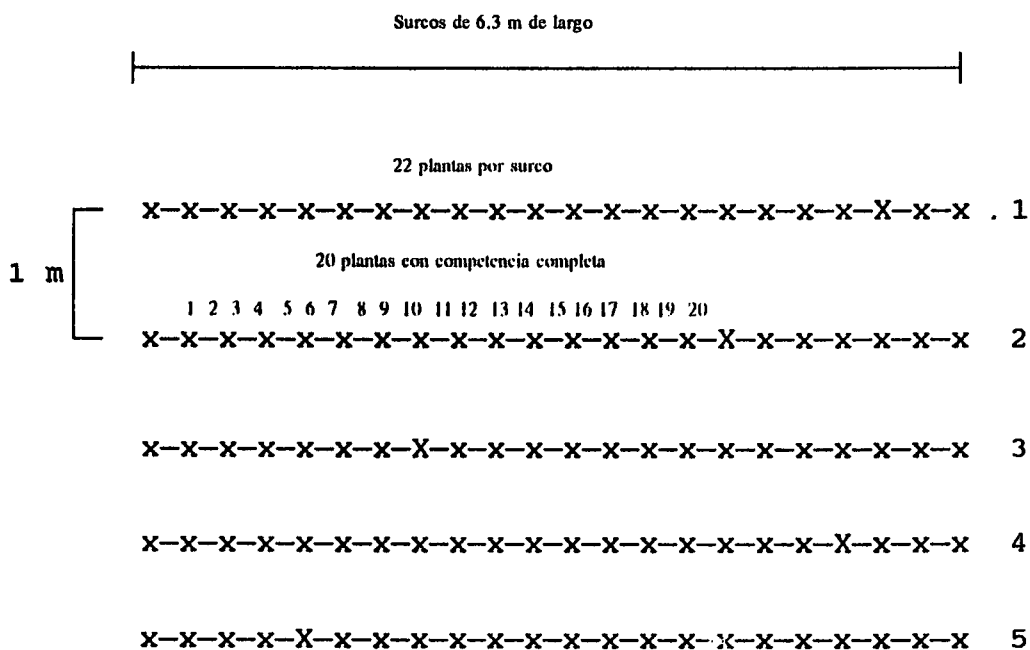


Figura 3.2. Establecimiento de cuatro lotes experimentales, en dos lotes aislados, en el primer ciclo de selección.



Donde: x = Plantas.

X = Plantas seleccionadas.

Figura 3.3. Composición del sublote.



Fig.3.4- FRUTOS EN BOLSAS DE PLASTICO, PROVENIENTES DE UN LOTE DE SELECCION LISTAS PARA LA EXTRACCION

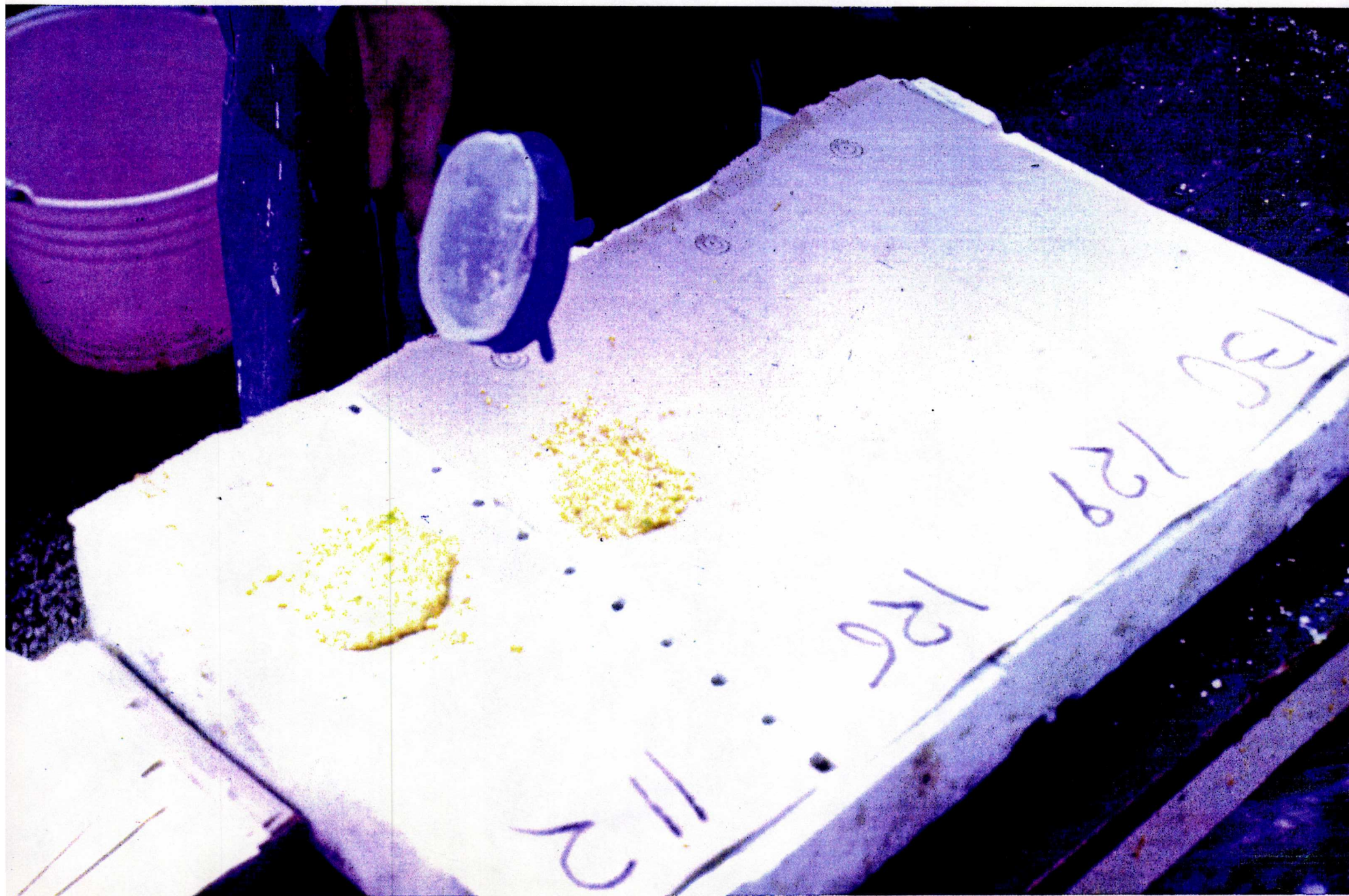


Fig. 3.5.- OBTENCION DE SEMILLA DE CADA PLANTA SELECCIONADA, DESPUES DEL LICUADO DE LOS FRUTOS.....

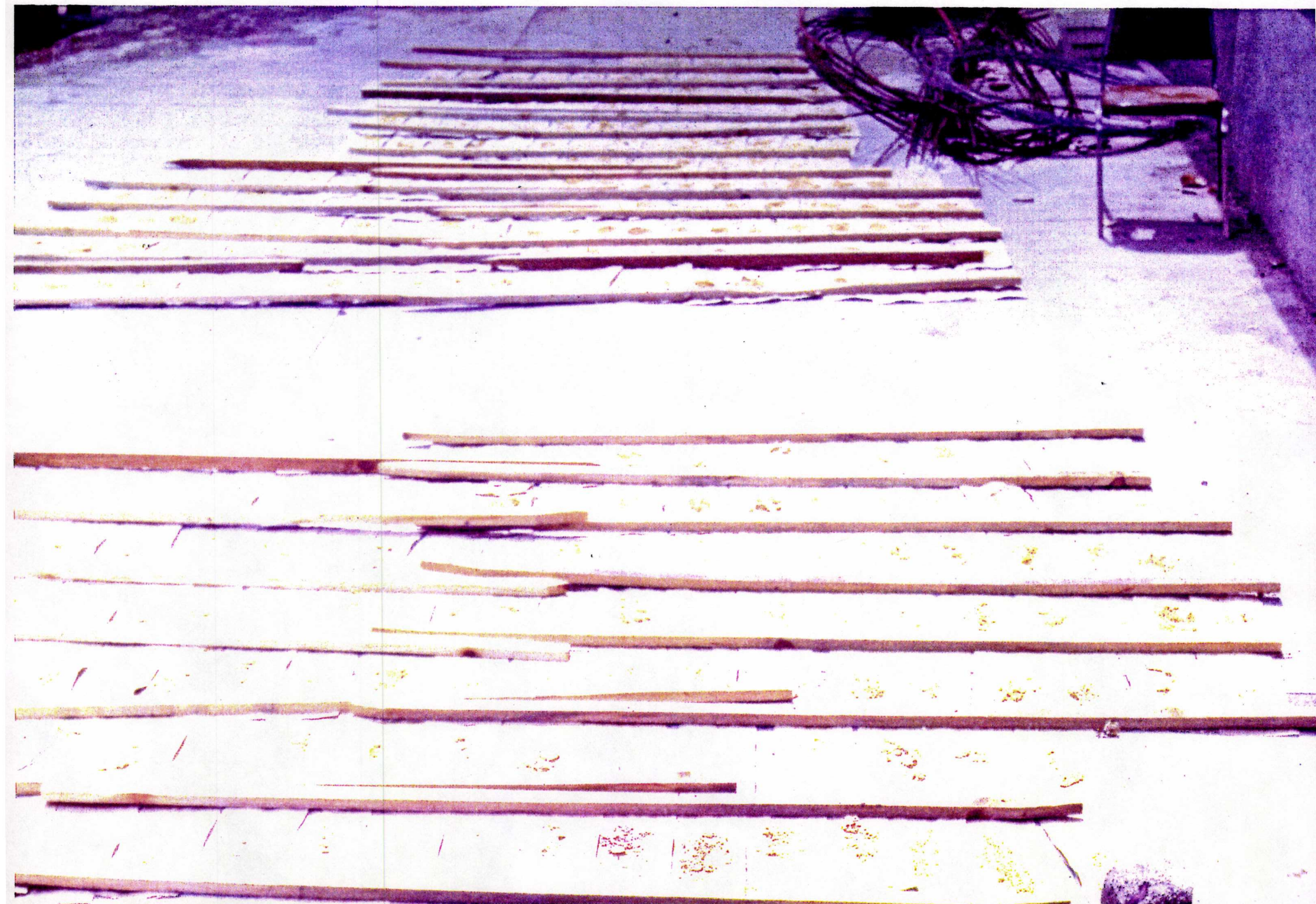


Fig. 3.67 SECADO DE SEMILLAS DE CADA UNA DE LAS PLANTAS SELECCIONADAS.....

3.5.2 Segundo ciclo de selección y primer ciclo de evaluación.

3.5.2.1 Segundo ciclo de selección.

De los ocho materiales seleccionados en el primer ciclo, sólo siete fueron utilizados (Fig. 3.7) para iniciar el segundo ciclo de selección para precocidad y concentración de cosecha, en primavera-verano de 1993.

En este ciclo de selección, se utilizaron cuatro lotes aislados en el campo experimental de la UACH, denominados San Pedro, San Bartolo, San Martín y H-1 los cuales le dieron nombre a los nuevos materiales. En cada lote de selección se establecieron dos materiales (excepto en el San Martín donde se estableció un material) con el mismo origen y densidad en que fueron seleccionadas pero que difieren en las presiones de selección. Es decir, uno proviene de la PS de 1% y el otro de 5%. Los materiales establecidos, en cada lote, se describen en la Fig. 3.7.

Cada uno de los materiales es el compuesto mecánico de 1 g de semilla de cada planta o familia seleccionada en el lote del ciclo anterior (Cuadro 2). El método de selección es SMVE, con los mismos criterios utilizados en el primer ciclo; excepto que en los compuestos provenientes de 200 plantas se aplicó una presión de selección de 1 y 5% para los provenientes de 40 plantas.

La selección se efectuó a los 70 días después del trasplante y al material seleccionado se le cuantificó el número y peso de frutos por planta. La extracción, secado y empaquetado de la semilla fue similar al procedimiento empleado en el ciclo anterior.

3.5.2.2 Primer ciclo de evaluación.

Los ocho materiales obtenidos en el primer ciclo de selección fueron evaluados junto con los materiales originales SM4 y CM-SM4 en el ciclo primavera-verano de 1993. El lote de evaluación se estableció en la tabla X-10 del campo experimental de la UACH, un

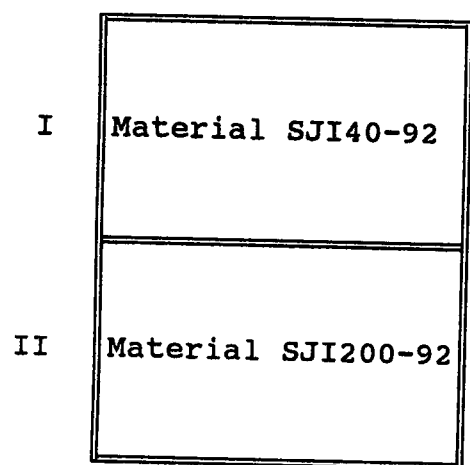
mes después del establecimiento de los lotes de selección.

Para el ciclo de evaluación se utilizó un experimento factorial con un diseño en bloques completos al azar en parcelas divididas, con cuatro repeticiones. Se evaluaron los factores: densidad de población (alta y baja) y material genético (originales y seleccionados, 10 materiales en total) (Fig.3.8).

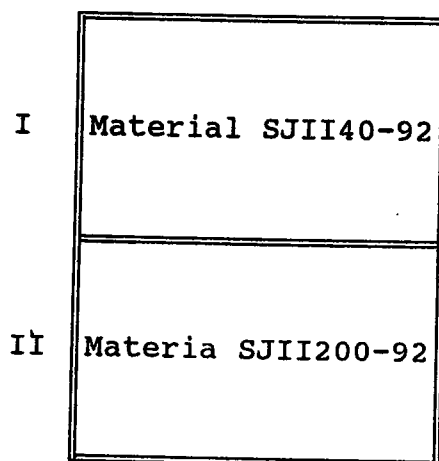
El factor densidad de población se asignó a parcela grande y los materiales genéticos a parcelas chicas, debido a que interesa más el conocimiento del comportamiento de cada uno de los materiales seleccionados. La unidad experimental consistió de dos surcos contiguos (a 1 m de distancia entre ellos), con un total de 22 plantas por surco. El largo del surco fue de 4.2 ó 6.3 m y la distancia entre plantas de 0.2 ó 0.3 m dependiendo de la combinación de tratamiento.

La cosecha se efectuó a los 70 días después del trasplante y se cuantificó el rendimiento por unidad experimental, para los caracteres peso y número de frutos.

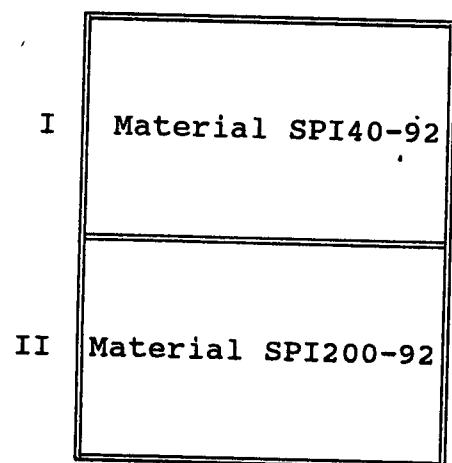
San Pedro



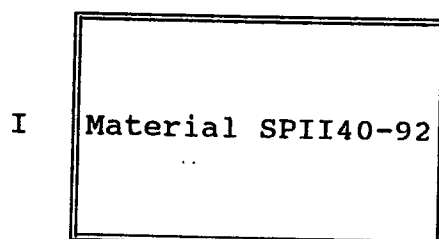
H-1



San Bartolo



San Martín



Donde:

SJ = San Juan, SP = San Pedro
 I = Densidad de 33,000 plantas por hectárea y,
 II = Densidad de 50,000 plantas seleccionadas.
 40 = 40 Plantas seleccionadas y 200 = 200 plantas
 seleccionadas

Fig.3.7. Siete lotes experimentales, en cuatro lotes aislados, en el segundo ciclo de selección.

Cuadro 2. Origen de los materiales del segundo ciclo de selección.

Material original	1º ciclo de Selección	2º ciclo de Selección
SMIV-5	SJI	SJI40-92
		SJI200-92
	SJII	SJII40-92
		SJII200-92
SMIV-1	SPI	SPI40-92
		SPI200-92
	SPII	SPII40-92
		SPII200-92

Donde:

SMIV-5 = Selección Masal Cuatro con PS de 5%. Compuesto mecánico de 200 plantas del material original SMIV-5.

SMIV-1 = Selección Masal Cuatro con PS de 1%. Compuesto mecánico de 40 plantas del material original SMIV-1.

SJI = San Juan I. Lote de selección con densidad de población baja y 2 presiones de selección, 1 y 5% que da origen a las mejores 40 y 200 plantas, respectivamente.

SJII = San Juan II. Igual que SJI excepto que es de alta densidad de población.

SPI = San Pedro I. Lote de selección con densidad baja de población y dos presiones de selección, 1 y 5% que da origen a las mejores 40 y 200 plantas, respectivamente.

SPII = San Pedro II. Lote de selección con densidad alta de población y presión de selección de 5% que da origen a las mejores 40 plantas.

BLOQUES**DEN*****I**

1 M	2 A	3 T	4 E	5 R	6 I	7 A	8 L	9 E	10 S	20
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	30

II

2	7	9	1	6	10	8	4	5	3	20
4	9	1	6	3	5	2	7	10	8	30

III

3	7	9	2	1	4	6	10	8	5	20
8	1	3	10	4	5	6	2	9	7	30

IV

5	8	10	9	3	4	2	7	6	1	20
7	2	4	3	5	9	6	10	1	8	30

Donde: DEN* = Densidad de población (20 y 30 cm entre plantas)
que es el factor de parcela grande.

MATERIALES = Materiales genéticos (del 1 al 10) que es el
factor de parcela chica.

Figura 3.8. Esquema del experimento factorial en bloques al azar
en parcelas divididas.

3.6 Almacigo, establecimiento y conducción del cultivo.

3.6.1. Primer ciclo de selección.

Almacigo. El 24 de Febrero de 1992 se estableció el almacigo con los compuestos mecánicos SMIV-5 y SMIV-1. Se Utilizó una cama de siembra de 1 m de ancho por 5 m de largo para cada material (Fig. 3.9). El substrato es una mezcla compuesta por $\frac{1}{3}$ de arena, $\frac{1}{3}$ de estiércol y $\frac{1}{3}$ de tierra del lugar, previamente desinfectados. La siembra se efectuó a chorrillo en surcos de 1 m de largo por 0.1 m de ancho. Se tuvo el auxilio de una cubierta de polietileno blanco calibre 600 como protección de una posible helada y, favorecer tanto la germinación como el crecimiento de las plántulas. La protección se colocó por las tardes (16:00 hrs) y se retiraba por las mañanas (10:00 hrs), este procedimiento se llevo acabo durante los primeros 15 días después de la siembra.

Dentro de las labores culturales efectuadas durante la etapa de almacigo se tiene la realización de 4 escardas. A los 12 días después de la siembra se aplicó 1 g de nitrato de amonio por surco. Los riegos se efectuaron con regadera manual con frecuencias y cantidades adecuadas de acuerdo con las necesidades y manejo típico de éste cultivo. La suspensión total del riego fue a los tres días antes del trasplante. A los 25 días después de la siembra la plántula se encontraba lista para el trasplante, ésta alcanzó una altura de 12 cm, con 2 hojas verdaderas bien desarrolladas y un tallo consistente que contribuye al éxito del trasplante.

Establecimiento. El establecimiento se llevó a cabo el día 21 de Marzo de 1992. Se efectuó por medio de trasplante a raíz desnuda y punta de riego (fig. 3.10). Durante este proceso se realiza la desinfección de raíces por medio de inmersión en una solución del fungicida Captán a dosis de 1 g/l de agua. El trasplante se lleva acabo manualmente, depositando una plántula por mata en la mitad de la costilla del surco. La distancia entre matas se precisa con la ayuda de cordones que poseen nudos cada 20 o 30 cm según la distancia de siembra preestablecida.

Manejo del cultivo. A los tres días del establecimiento de la planta, se proporcionó el primer riego de auxilio, posteriormente se suministraron cuatro riegos con intervalos de ocho días. Sólo se proporcionaron cinco riegos de auxilio por el establecimiento inmediato de las lluvias del ciclo de temporal.

Por otra parte, el control de plagas y enfermedades se llevó a cabo con la aplicación de productos químicos. Una aplicación de Rydomil Bravo, a una dosis de 2 g/l de agua, a los 50 días después del trasplante, fue suficiente para prevenir el desarrollo de cenicilla polvorienta (*Oidium spp*); También se efectuaron dos aplicaciones de Tamaron 600, a los 30 y 55 días después del trasplante, con la finalidad de controlar *Lema trilineata*, principal plaga del tomate de cáscara en valles altos. Se utilizó la fórmula de fertilización 160-80-00, aplicándose 80-80-00 a los ocho días después del trasplante y 80-00-00 en la segunda escarda, la fuente de nitrógeno fue nitrato de amonio y superfosfato de calcio triple para fósforo. Paralelamente se realizaron dos deshierbes manuales y tres escardas con el uso de cultivadoras tiradas por yunta de mulas. El aspecto del cultivo a los 35 y 60 días después del trasplante se muestra en las figuras 3.11 y 3.12, respectivamente.

3.6.2 Segundo ciclo de selección y primer ciclo de evaluación.

Almácigo. La obtención de plántulas en este ciclo de selección y evaluación se llevó a cabo en los invernaderos de la UACH ubicados en el Campo Agrícola Experimental del Valle de México (CAEVAMEX), con la finalidad de obtener plántula uniforme. La siembra se efectuó en charolas de unisel de 200 cavidades; sustrato Peat Moss; se depositaron 3-4 semillas por cavidad, y al final se dejó una plántula por cavidad. También se realizó una aplicación del fungicida Manzate a dosis de 3 g/l de agua, a los 15 días después de la siembra y, una aplicación foliar del producto Gro-green a dosis de 4 g/l de agua, esto a los 20 días después de la siembra. La plántula lista para trasplante se obtuvo a los 30 días después de la siembra.

BIBLIOTECA CENTRAL U. A. CH

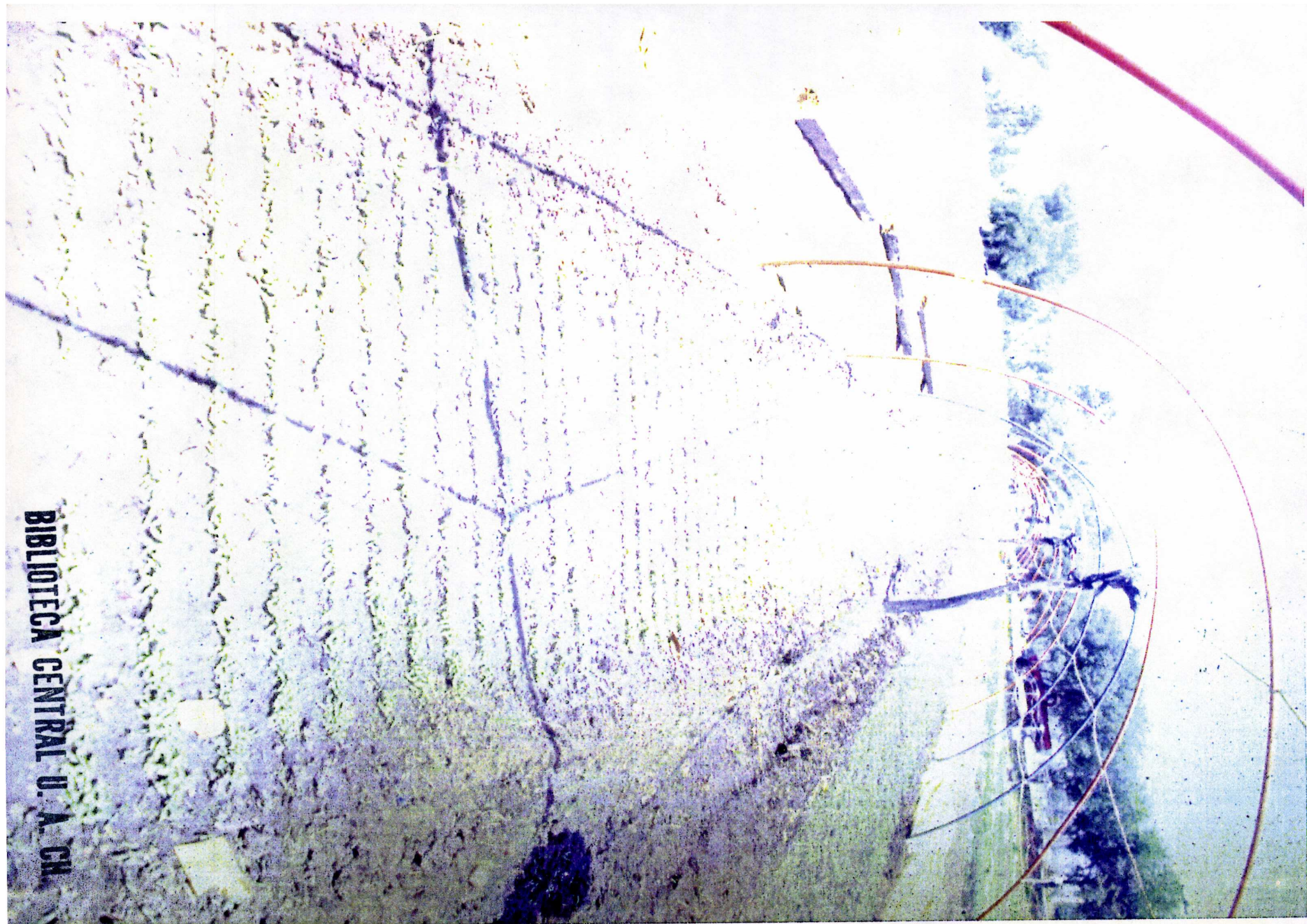


Fig.3.9.- ESTABLECIMIENTO DEL ALMACIGO, CON EL USO DE ESTRUCTURAS DE PROTECCION A TEMPERATURAS BAJAS....



Fig. 3.10. LOTE DE SELECCION RECIEN ESTABLECIDO EN TERRENO DEFINITIVO, POR MEDIO DE TRASPLANTE Y PUNTA DE RIEGO.....



Fig.3.11. CULTIVO A LOS 35 DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE. ARREGLO TOPOLOGICO DE 30 cm ENTRE MATAS A UNA PLANTA POR MATA Y 1 m ENTRE SURCOS.....



Fig. 3.12. LOTE DE SELECCION, 10 DÍAS ANTES DE EFECTUAR LA SELECCION PARA CONCENTRACION Y PRECOCIDAD DE COSECHA.....

Establecimiento. El trasplante se efectuó a punta de riego y en forma manual. La plántula tenía una altura de 15 cm, con un tallo muy delgado, pero de gran consistencia, favoreciendo el establecimiento.

Conducción. La conducción del cultivo en cada uno de los lotes de selección y de evaluación fue igual al realizado en el ciclo anterior.

Las fechas de establecimiento de los diferentes materiales genéticos se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Fechas de establecimiento de los materiales genéticos en el segundo ciclo de selección.

Lote de Selección	Material genético	Fecha de establecimiento
Lote San Martín	SPII40-92	16-04-93
Lote San Pedro	SJI40-93	21-04-93
Lote San pedro	SJI200-92	21-04-93
Lote San Bartolo	SPI40-92	28-04-93
Lote San Bartolo	SPI200-92	04-05-93
H-1	SJII40-92	28-04-93
H-1	SJII200-92	04-05-93
Lote de evaluación	10 materiales	05-Mayo-1993

3.7 Caracteres cuantificados.

3.7.1 En selección.

a) Peso de frutos por planta (PFPL). Se pesaron los frutos comerciales de cada planta seleccionada (a los 70 días después del trasplante). Los frutos comerciales son aquellos que han llenado completamente el cáliz, y han adquirido una coloración verde limón en la parte apical. EL carácter PFPL se expresó en Kg por planta.

b) Número de frutos por planta (NFPL). Se cuantificó el número de frutos comerciales de cada planta seleccionada (a los 70 días después del trasplante).

3.7.2 En evaluación.

- Número y peso de frutos por parcela. Se pesaron y cuantificaron los frutos comerciales de cada unidad experimental a los 70 días después del trasplante. El carácter peso de fruto se expresó en Kg por parcela.

3.8 Análisis estadístico.

Los caracteres PFPL y NFPL fueron analizados, tanto para los ciclos de selección como para el de evaluación, tal como se indica a continuación:

3.8.1 Ciclos de selección.

El análisis estadístico que se efectuó para el caso de los dos ciclos de selección consistió en obtener las medias de PFPL y NFPL, y la correlación entre éstos dos caracteres, para cada uno de los lotes de selección. Paralelamente se compararon las medias y correlaciones entre ciclos.

Medias. Este parámetro estadístico se obtuvo sumando el PFPL seleccionada y dividida entre el número de ellas, de manera similar se efectuó para el caso de la media de NFPL. Estos dos caracteres son los componentes del rendimiento para el caso de tomate de cáscara. No se consideró el volumen porque la forma actual de comercializar el producto es por peso y no por tamaño. Aunque como previamente se mencionó el tamaño del fruto es un carácter considerado al momento de efectuar la selección, de tal manera que se seleccionan los frutos medianos a grandes (4-6 o más cm de diámetro).

Por otra parte, la finalidad de obtener las medias de PFPL y NFPL es tener un punto de referencia acerca del avance o ganancia por selección por ciclo y hacer las comparaciones entre los

materiales genéticos, y que sirvan de base para evaluar la eficiencia de la selección para los caracteres en estudio. Aunque es claro que para calcular la ganancia o respuesta a la selección es necesario que se cuantifique no sólo los individuos seleccionados sino toda la progenie o una muestra amplia de ella en un experimento, lo cual por el momento no es el objetivo del trabajo. Sin embargo, las medias son obtenidas en situaciones comparables, de ahí que tenga sentido realizar dichas comparaciones.

Correlación. La correlación $r_{x,y}$ entre PFPL y NFPL es sumamente interesante. Se ha observado, que existe una fuerte correlación entre estos caracteres. En el presente trabajo, la aplicación del conocimiento de la correlación, entre los caracteres mencionados, está en que en la medida que el número y peso de frutos por planta tiendan a una correlación igual o cercana a 0.9 indica que estamos frente a genotipos ideales, siempre y cuando los valores de correlación cercanos a 0.9 se encuentren en plantas con un número mayor o igual a 20 frutos comerciales y a los 70 días después del trasplante (precoces), que es uno de los criterios de selección para concentración y precocidad de cosecha. Es decir, plantas que no tienen una desproporción entre esos caracteres, lo cual es un buen parámetro de fitomejoramiento. Por otra parte, los incrementos en los valores de correlación por efectos de la selección practicada es otro de los parámetros considerados para evaluar su eficiencia.

La comparación de las correlaciones entre materiales del primer ciclo de selección se hicieron entre aquellos que provienen del mismo material inicial (SMIV-5 ó de SM4IV-1), con la misma densidad de población (33,000 ó 50,000 plantas por hectárea) pero que difieren en las presiones de selección (1 ó 5%). Por otra parte, la comparación de correlación entre ciclos se efectuó entre materiales del segundo con los del primer ciclo que le dió origen.

La prueba de una diferencia entre dos valores poblacionales de correlación se efectúa transformando las correlaciones observadas a valores a Z' (de tablas) y se aplica la prueba normal para muestras grandes (Steel y Torrie, 1988).

3.8.2 Ciclo de evaluación.

a) Análisis de varianza.

El modelo de análisis de varianza es:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + B_k + E_{ik} + G_j + (DG)_{ij} + \eta_{ijk},$$

$$i = 1, \dots, d, \quad j = 1, 2, \dots, g, \quad k = 1, 2, \dots, r$$

$$E_{ik} \sim NI(0, \sigma^2 \varepsilon)$$

$$\eta_{ijk} \sim NI(0, \sigma^2 \eta)$$

Donde: Y_{ij} = Observación a ser obtenida en la k -ésima repetición de la j -ésima parcela chica contenida en la i -ésima parcela grande.

μ = Media general,

B_k = Efecto del k -ésimo bloque,

D_i = Efecto de la i -ésima densidad,

E_{ik} = Error de la parcela grande,

G_j = Efecto del j -ésimo material genético,

DG_{ij} = Es la interacción de los niveles i y j de las densidades (D) y los genotipos, respectivamente y,

η_{ijk} = Error correspondiente a la parcela chica.

La forma del análisis de varianza se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Forma del análisis de varianza para el experimento factorial en bloques al azar en parcelas divididas.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Bloques (B)	$r - 1 = 3$
Densidades (D)	$d - 1 = 1$
Error en parcela grande (E_p) (B x D)	$(r - 1) (d - 1) = 3$
Total de parcela grande (PG)	$rd - 1 = 7$
Material genético (G)	$g - 1 = 9$
Densidades x Mat. Gen. (D x G)	$(d - 1) (g - 1) = 9$
Error en parcelas chicas (E_s)	$d(r - 1) (g - 1) = 54$
Total	$rdg - 1 = 79$

b) Comparación de medias.

- Con el fin de explicar los efectos significativos (estadísticamente) encontrados en la interacción de materiales genéticos (parcela grande) con densidades de población (parcela chica), sobre la variable peso de frutos por planta, fue necesario saber que materiales genéticos aumentan significativamente su PFPL

cuando se utiliza la densidad de 33,000 plantas por hectárea (densidad baja), es decir, comparar los dos niveles de densidades en presencia de cada uno de los materiales genéticos. Para lo cual se utilizó una prueba de t . Cada comparación involucró tanto los efectos de materiales genéticos como de la interacción entre éstos y las densidades. Es decir, se involucran parcelas grandes y parcelas chicas, para lo cual se utilizó un promedio ponderado del error de parcela grande (E_p) y del error de parcela chica (E_s). Así, la

$$DMS = t \cdot s \cdot \bar{d}$$

en donde
$$t = \frac{(g-1) \text{ Error } E_s \cdot t_s^{\alpha/2} + \text{Error } E_p \cdot t_p^{\alpha/2}}{(g-1) \text{ Error } E_s + \text{error } E_p}$$

y
$$s_d = \sqrt{\frac{2 [(g-1) \text{ Error } E_s + \text{Error } E_p]}{rg}}$$

- Por otra parte, se efectuaron comparaciones múltiples de las medias asociadas a los diferentes niveles de los factores densidad y material genético para la variable número de frutos por planta.

El procedimiento de comparaciones múltiples empleado es el de la diferencia mínima significativa (DMS) dado que cuando se estudian t tratamientos (t mayor o igual a tres) de una carácter cualitativo, digamos variedades de un cultivo, en que se desea comparar la media de rendimiento de cada una de ellas con el resto, el procedimiento de comparación múltiple llamado diferencia mínima significativa resulta ser apropiado (Carmer y Walker, 1982).

El valor de la diferencia mínima significativa entre las medias que se comparan, cuando se tiene balance (igual número de repeticiones por tratamiento), se obtiene con la siguiente fórmula:

$$DMS = \sqrt{\frac{2 \text{ CME}}{r}} t_{\alpha/2, \text{g.l.E.}}$$

en donde: CME = Cuadrado Medio del Error,
 r = Número de repeticiones,
 t = Valores de t de estudent (tabulados),
 α = nivel de significancia,
 g.l.E = Grados de libertad del error.

Una vez que se obtuvo la DMS, se procedió a ordenar las medias por orden de magnitud, poniendo letras de manera que las medias unidas por las mismas letras sean estadísticamente iguales ($\alpha = 0.05$).

Las comparaciones de medias, en el ciclo de evaluación, también sirvieron de base para conocer el avance (eficiencia) por selección para precocidad y concentración de cosecha.

IV. RESULTADOS.

4.1 Ciclos de selección.

4.1.1 Primer ciclo de selección.

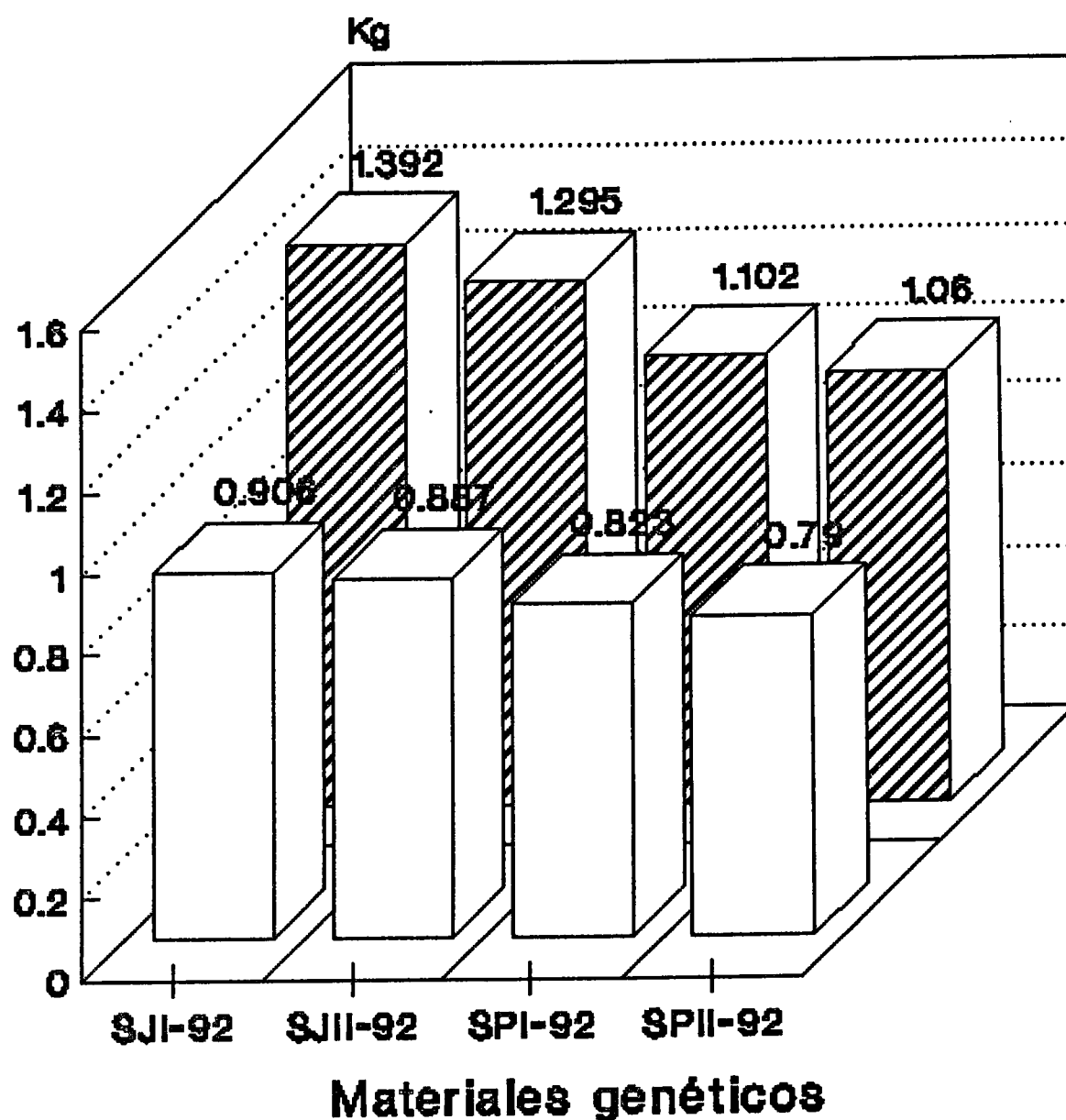
- **Medias de PFPL.** En el Cuadro 5 y Gráfica 1, se observa claramente que las medias de PFPL en lotes de 40 plantas seleccionadas son superiores, en todos los casos, a las medias de lotes de 200 plantas seleccionadas. Entre lotes de 40 plantas seleccionadas existe superioridad en las medias de PFPL en donde la selección se efectuó en ambiente de baja densidad de población en relación a los de alta, lo mismo sucede para el caso de lotes de 200 plantas seleccionadas, aunque las diferencias son más pequeñas. No obstante que las diferencias encontradas tienen importancia práctica, adolecen de una prueba estadística.

- **Medias de NFPL.** En el Cuadro 5 y Gráfica 2 se observa que la media de NFPL, en lotes donde fueron seleccionadas las mejores 40 plantas, son superiores en todos los casos a las medias de NFPL en lotes de 200 plantas seleccionadas. Las medias de NFPL, para el caso de lotes de 40 plantas seleccionadas, fluctúan de 27 a 33 frutos por planta, acercándose al número idóneo de frutos por planta (35 frutos con 1.5 Kg de peso) considerado en la observación de campo. Para el caso de las medias de NFPL, en lotes de 200 plantas seleccionadas, fluctúan de 20 a 23, éstas sobrepasan el límite inferior de 20, de acuerdo al criterio (previamente establecido), para ser seleccionada. No obstante, se reitera que aunque los avances tienen importancia práctica carecen de una prueba estadística.

Cuadro 5. Medias del primer ciclo de selección, para las variables peso de frutos por planta (PFPL) y número de frutos por planta (NFPL).

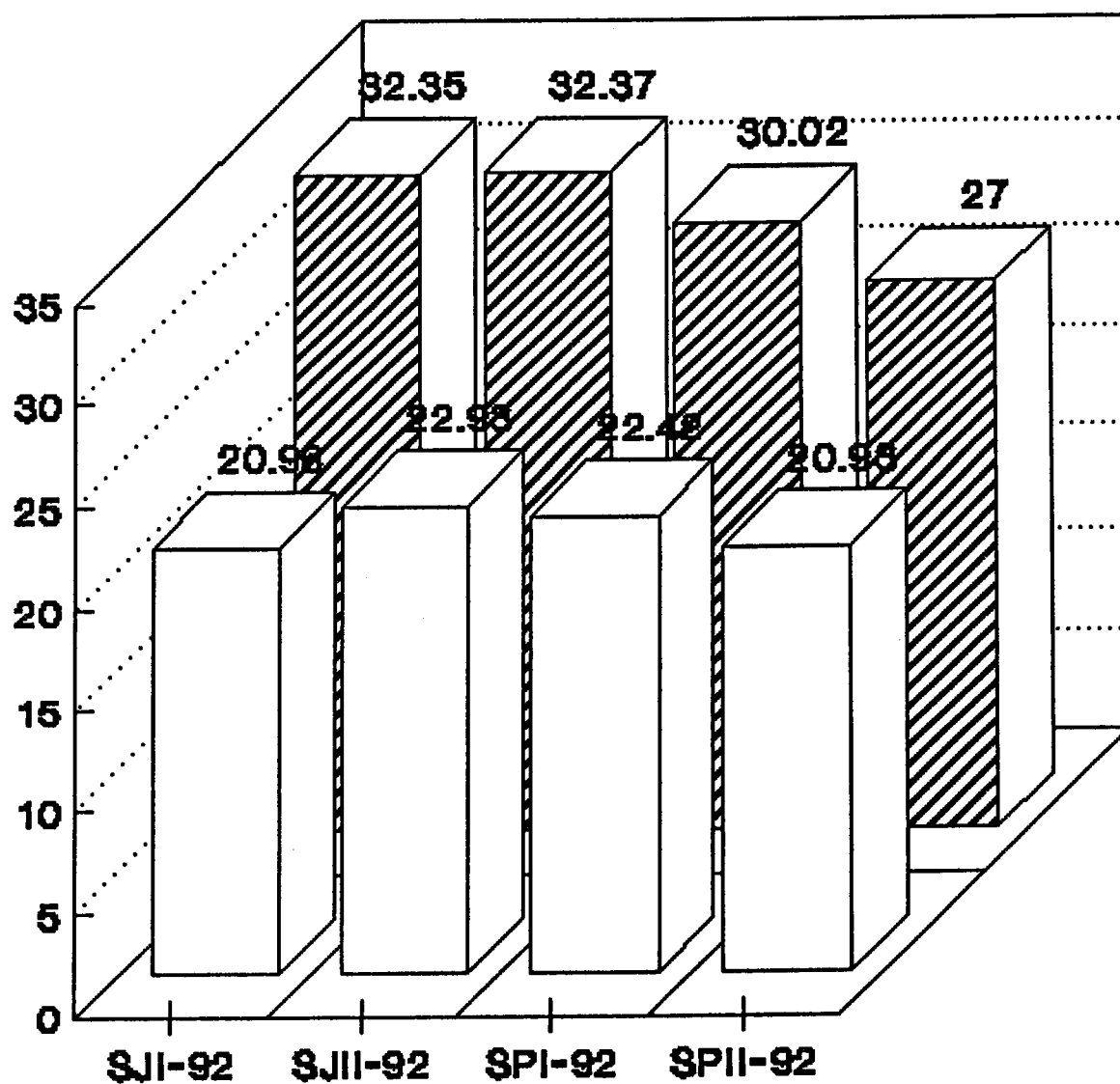
Lotes	Medias	
	PFPL (en Kg)	NFPL
SJI200-92	0.906	20.96
SJI40-92	1.392	32.35
SJII200-92	0.887	22.93
SJII40-92	1.295	32.37
SPI200-92	0.823	22.42
SPI40-92	1.102	30.02
SPII200-92	0.790	20.93
SPII40-92	1.060	27.00

Donde: SJ = San Juan y SP = San Pedro. I = Baja densidad de población (33,000 plantas/ha). II = Alta densidad de población (50,000 plantas/ha). 40 = 40 plantas seleccionadas. 200 = 200 plantas seleccionadas.



□ Lotes de 200 plantas ▨ Lotes de 40 plantas

Gráfica 1. Medias de peso de frutos por planta en plantas seleccionadas en el primer ciclo.



Materiales genéticos

Lotes de 200 plantas
 Lotes de 40 plantas

Gráfica 2. Medias de número de frutos por planta en plantas seleccionadas en el primer ciclo.

- Correlación entre NFPL y PFPL (r_{xy}).

En el Cuadro 6 se observa que, en todos los casos, la correlación entre NFPL y PFPL es superior significativamente en lotes de 200 plantas seleccionadas que en las de 40. Las correlaciones en lotes de 40 plantas seleccionadas fluctúan de 0.471 a 0.617, de tal manera que no alcanzan diferencias significativas. Para el caso de lotes con 200 plantas seleccionadas las correlaciones fluctúan entre 0.732 a 0.798 que tampoco alcanzan diferencias significativas.

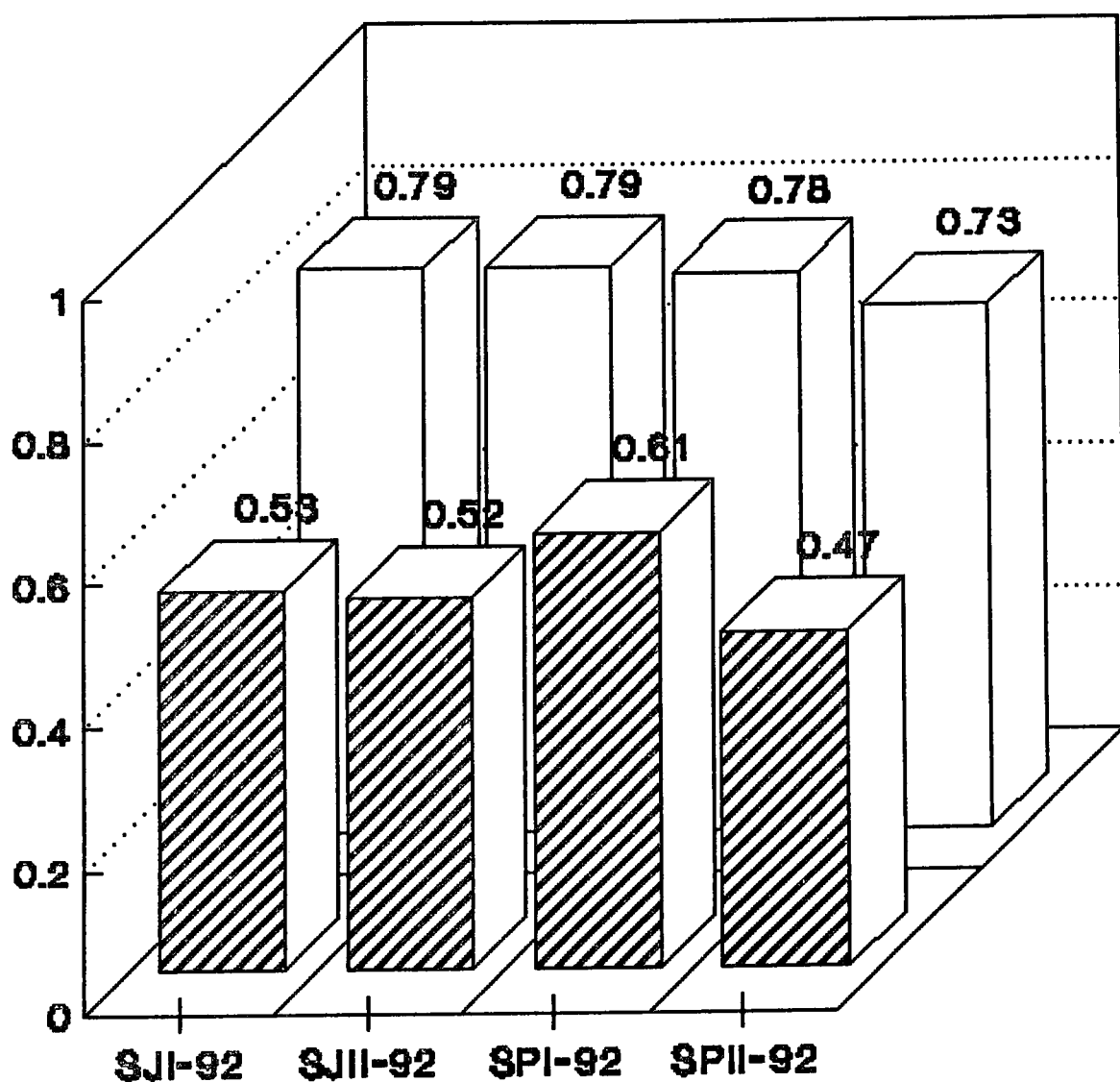
También se puede observar que aún en la correlación más alta (0.798) del primer ciclo de selección (lote SJI200-92) no alcanza valores superiores a 0.8 (Gráfica 3).

Cuadro 6. Comparación de correlaciones entre PFPL y NFPL en plantas seleccionadas en 1992 con intensidades de 1 y 5%.

Material	Número de Plantas (n)	r_{xy}	Z'	$1/(n-3)$	Z^1	
SJI200-92	200	0.79	1.07	0.005	4.8	**
SJI40-92	40	0.53	0.59	0.027		
SJII200-92	200	0.78	1.04	0.005	2.6	**
SJII40-92	40	0.52	0.57	0.027		
SPI200-92	200	0.78	1.04	0.005	1.9	*
SPI40-92	40	0.61	0.70	0.027		
SPII200-92	200	0.73	0.92	0.005	2.3	**
SPII40-92	40	0.47	0.51	0.027		

¹ Z es una variable normal estándar.

*, ** significancia a 5 y 1%, respectivamente.



Materiales genéticos

 Lotes de 40 plantas
  Lotes de 200 plantas

Gráfica 3. Correlación entre peso de fruto por planta y número de frutos por planta, primer ciclo.

4.1.2 Segundo ciclo de selección.

- **Medias de PFPL.** En el Cuadro 7 y Gráfica 4 se observa claramente que el material genético SBI200-93 proveniente del material SPI40-92, es decir, selección de las 40 mejores plantas del SMIV-1 en ambiente de selección de baja densidad de población, presenta la media de PFPL (1.157) más alta y con una diferencia considerable con respecto a los 6 materiales restantes. Le sigue el material SBI40-93 proveniente del material SPI200-92. Tanto el material SBI200-93 como el SBI40-93, provienen de selecciones en ambiente de baja densidad de población y del material inicial SMIV-1. Cabe señalar también que, en los materiales SBI200-93 y SBI40-93 se encontraron las plantas con las máximas extremas de PFPL con 2.400 y 1.850 Kg, respectivamente y, las medias de PFPL de lotes del segundo ciclo de selección fluctúan de 0.824 a 1.157.

Cuadro 7. Medias del segundo ciclo de selección, para las variables peso de frutos por planta (PFPL) y número de frutos por planta (NFPL).

Lotes	Medias	
	PFPL (en Kg)	NFPL
SPI200-93	0.836	26.44
SPI40-93	0.824	25.20
HII200-93	0.862	27.95
HII40-93	0.937	30.92
SBI200-93	1.157	33.62
SBI40-93	0.984	31.36
SMII40-93	0.972	29.00
SMII200-93*	-	-

Donde: SJ = San Juan y SP = San Pedro.

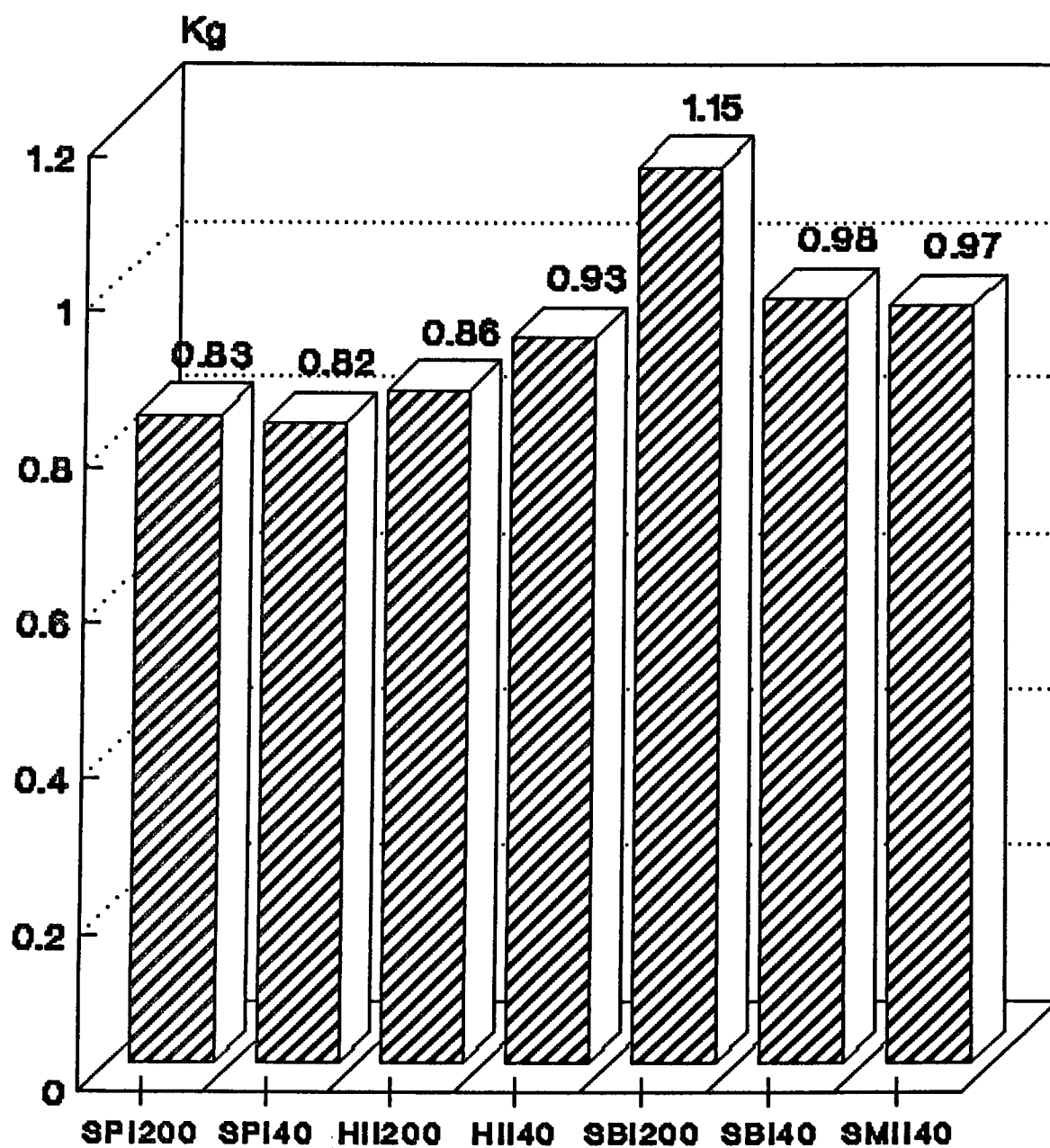
I = Baja densidad de población (33,000 plantas/ha).

II = Alta densidad de población (50,000 plantas/ha).

40 = 40 plantas seleccionadas.

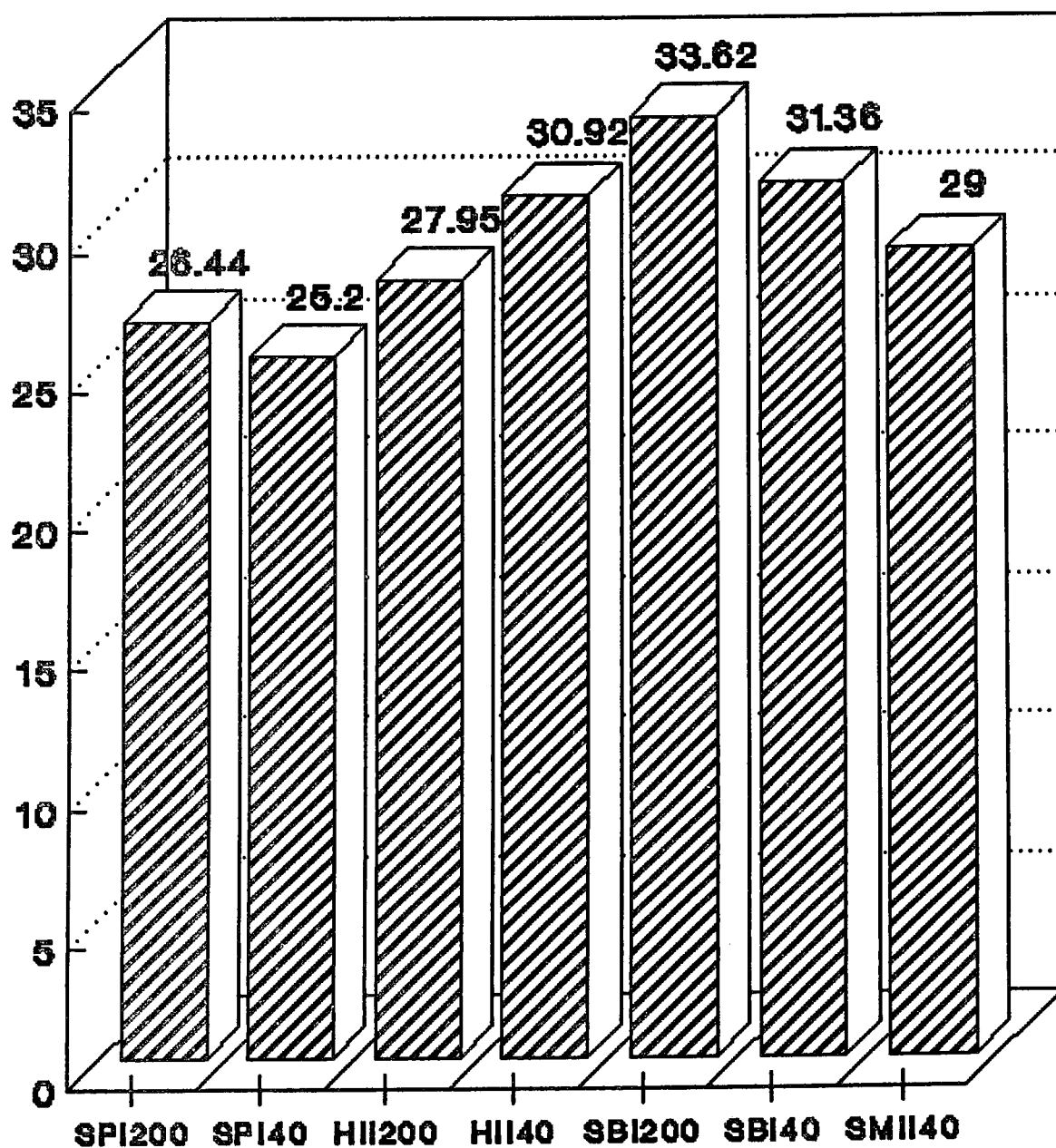
200 = 200 plantas seleccionadas. * Material no establecido.

- **Medias de NFPL.** En el Cuadro 7 y Gráfica 5 se observa como el material SBI200 tiene la media superior en NFPL seguido por el material SBI40 con 33.62 y 31.36 respectivamente. El resultado anterior se corresponde con lo obtenido para PFPL en los mismos materiales. Las medias de NFPL, en el segundo ciclo de selección, fluctúan 25.20 a 33.62. Lo cual supera claramente el mínimo de NFPL (20) establecido previamente como uno de los criterios de selección. En las Fig. 4.1 se presenta una planta seleccionada por la característica de concentración de cosecha, en la Fig. 4.2 los frutos de una planta seleccionada que se caracteriza por la calidad de sus



Materiales genéticos

Gráfica 4. Medias de peso de frutos por planta en plantas seleccionadas en el primer ciclo.



Materiales genéticos

Gráfica 5. Medias de número de frutos por planta en plantas seleccionadas en el segundo ciclo.



Fig. 4.1- PLANTA SELECCIONADA POR SU CONCENTRACION Y PRECOCIDAD DE COSECHA, EN UN SURCO DE 20 PLANTAS CON COMPETENCIA COMPLETA.....

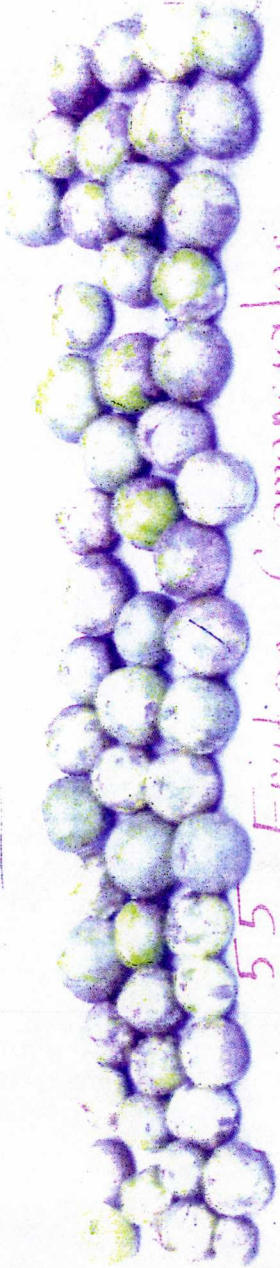


fig. 4.2.- PLANTA QUE CONCENTRA SU PRODUCCION EN EL PRIMER CORTE A LOS 70 DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE, CON 40 FRUTOS DE COLOR VERDE LIMON, DE TAMAÑO MEDIANO.....

Control de Frutos

10/5/93 CORTE

Frutos en planta



55 Frutos Comerciales
2.250 kg

JUL-1993 Chap. Mex.

55 FRUTOS COMERCIALES CON 2.250 kg DE PESO PROVENIENTES DEL PRIMER CORTE DE UNA PLANTA SOBRESALIENTE DEL LOTE SBI200-93.....

Fig. 4.3.-

frutos y en la 4.3 se presentan los frutos de una planta sobresaliente encontrada en el lote SBI200-93.

- Correlación entre PFPL y NFPL (r_{xy}).

En la Gráfica 6 se observa que los valores más altos de correlación entre PFPL y NFPL son los presentados en los materiales SBII200-93, SMII40-93, SBI40-93 Y SPII200-93 con 0.89, 0.886, 0.882 y 0.844, respectivamente, todos ellos provienen de lotes con presión de selección de 1% del ciclo anterior. Por otra parte, en la prueba de significancia de correlaciones (Cuadro 8) entre materiales que tienen el mismo origen, pero que difieren en la presión de selección, se observa que no existen diferencias significativas excepto en el caso de los materiales HII200-93 con HII40-93. Para el material SMI40-93 no se realizó la comparación porque no fue establecido el material SMII200-93.

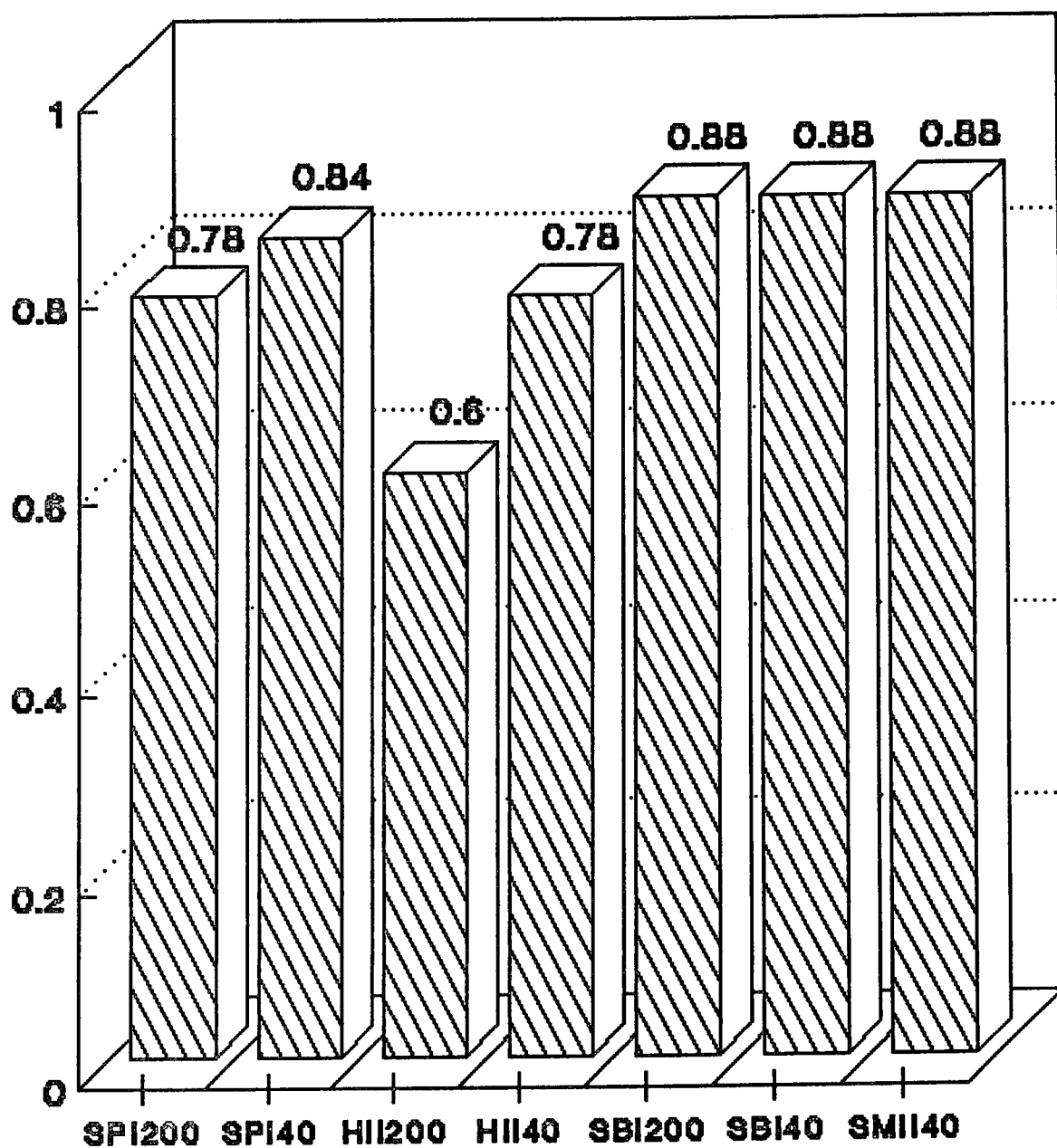
Cuadro 8. Comparación de correlaciones entre PFPL y NFPL en plantas seleccionadas en 1993 con intensidades de 1 y 5%.

Material	Número de Plantas (n)	r_{xy}	Z'	$1/(n-3)$	Z^1	
SPI200-93	200	0.74	0.95	0.005	1.51	NS
SPI40-93	40	0.84	1.22	0.027		
HII200-93	200	0.60	0.69	0.005	1.96	*
HII40-93	40	0.78	1.04	0.027		
SBI200-93	200	0.89	1.42	0.005	0.28	NS
SBI40-93	40	0.88	1.37	0.027		
SMII40-93	40	0.88	1.37	0.01	-	
SMII200-93	200	-	-	-		

¹Z es una variable normal estándar.

*, ** significancia a 5 y 1%, respectivamente.

Por otra parte, si comparamos las correlaciones entre PFPL y NFPL del primer ciclo de selección con las del segundo, se observa claramente (Cuadro 9) que las correlaciones del segundo ciclo son superiores, aunque las diferencias no alcanzan significancia estadística en todos los casos. En estas comparaciones destacan las diferencias altamente significativas alcanzadas entre SPI40-92 con SBI200-93 y SPII40-92 con SMI40-93.



Materiales genéticos

Gráfica 6. Correlación entre peso de frutos por planta y número de frutos por planta, segundo ciclo.

Cuadro 9. Comparación de correlaciones entre PFPL y NFPL en plantas seleccionadas en 1992 con las de 1993 con intensidades de 1 y 5%.

Material	Número de Plantas (n)	r_{xy}	Z'	$1/(n-3)$	Z^1	
SJI40-92	40	0.53	0.59	0.02	2.07	*
SPI200-93	200	0.74	0.95	0.01		
SJI200-92	200	0.79	1.42	0.01	1.4	NS
SPI40-93	40	0.84	1.22	0.01		
SJII40-92	40	0.52	0.57	0.02	0.69	NS
HII200-93	200	0.60	0.69	0.01		
SJII200-92	200	0.79	1.07	0.01	0.17	NS
HII40-93	40	0.78	1.04	0.02		
SPI40-92	40	0.61	0.70	0.02	3.86	**
SBI200-93	200	0.88	1.37	0.01		
SPI200-92	200	0.78	1.04	0.01	1.90	*
SBI40-93	40	0.88	1.37	0.02		
SPII40-92	40	0.47	0.51	0.02	4.96	**
SMII40-93	40"	0.88	1.37	0.01		

¹Z es una variable normal estándar.

*, ** significancia a 5 y 1%, respectivamente. " Sólo 40 plantas seleccionadas en lugar de 200.

4.2 Ciclo de evaluación.

4.2.1 Análisis de varianza.

Los resultados del primer ciclo de evaluación, utilizando el experimento factorial con un diseño de bloques al azar en parcelas divididas, se presentan en el Cuadro 1A.

4.2.1.1 Análisis de varianza de PFPL y NFPL.

- **Análisis de varianza de PFPL.** En el análisis de varianza (Cuadro 10) se observa que el factor densidad de población resultó ser significativo y el de materiales genéticos alcanzó la alta significancia.

- **Análisis de varianza de NFPL.** Para el caso de la variable NFPL (Cuadro 10), las pruebas de F para densidades de población y materiales genéticos detectan diferencias significativas entre los efectos de los niveles de cada uno de estos factores. No así para la interacción.

Cuadro 10. Análisis de varianza para las variables PFPL y NFPL.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios		FC	
		PFPL	NFPL	PFPL	NFPL
BLOQUES	3	0.179	219.57		
DENSIDADES	1	0.467	479.72	9.93 *	10.71 *
ERROR E _p	3	0.047	44.76		
MATERIALES GEN	9	0.106	117.00	2.65 **	2.16 *
DEN X MATERIAL	9	0.091	91.94	2.27 *	1.70 NS
Error E _s	54	0.040	54.00		

* Significancia al 5%.

** Significancia al 1%.

4.2.2 Comparaciones múltiples de PFPL y NFPL.

- Interacción de materiales con densidades para la variable PFPL.

Los resultados de la comparación de los dos niveles de densidades en presencia de cada uno de los materiales genéticos se presentan en el Cuadro 11 y, la media de cada uno de los materiales genéticos para cada densidad se presentan en el Cuadro 2A.

Cuadro 11. Comparación de los dos niveles de densidad en presencia de cada uno de los materiales genéticos, para PFPL.

Material genético	Densidades (plantas/ha)		Efecto	DMS	
	33,000	50,000		0.05	0.01
SPI40-92	1.30	0.92	0.38	*	**
SJI40-92	1.25	0.91	0.34	*	**
SJII40-92	1.05	0.99	0.06	*	
SPII40-92	1.02	0.87	0.15	*	**
SJI200-92	0.98	0.90	0.08	*	**
SJII200-92	0.95	0.85	0.10	*	**
SPI200-92	0.93	0.86	0.07	*	
SPII200-92	0.89	0.84	0.05	*	
SMIV-1	0.87	0.83	0.04		
SMIV-5	0.81	0.69	0.12	*	**

* Significancia al 5%.

** Significancia al 1%.

En el Cuadro 11 se observa que sólo el material SMIV-1 no aumenta en forma significativa (estadísticamente) su PFPL al pasar de la densidad de 50,000 a la de 33,000 plantas por hectárea. Por otra parte, aunque prácticamente todos los materiales incrementan significativamente su PFPL, los materiales SPI40-92 y SJI40-92 destacan porque sufren un mayor efecto por el cambio en la densidad de población con 0.38 y 0.34 Kg de PFPL, respectivamente..

Un aspecto más de la interacción, que resultó significativa, se refiere a determinar cuáles son los mejores materiales genéticos cuando se utiliza la densidad de 50,000 plantas por hectárea. En el Cuadro 12 se observa que el primer grupo de materiales genéticos con medias de PFPL estadísticamente iguales, en la densidad de 50,000 plantas por hectárea, incluye a todos ellos excepto el material SM4 que presenta la media más baja. El segundo grupo con medias estadísticamente iguales es el formado por los materiales SPII40-92, SPI200-92, SJII200-92, SPII200-92, SMIV-1 y SMIV-5, caracterizados porque incluyen a los materiales con las medias más bajas. También se observa que en esta densidad el material SJII40-92 es el que presenta la media más alta en PFPL.

Cuadro 12. Comparaciones de medias de PFPL en 10 materiales genéticos evaluados en la densidad de 50,000 plantas por hectárea.

	Grupo ¹	Media	Material
	A	0.99	SJII40-92
	A	0.92	SPI40-92
	A	0.91	SJI40-92
	A	0.90	SJI200-92
B	A	0.87	SPII40-92
B	A	0.86	SPI200-92
B	A	0.85	SJII200-92
B	A	0.84	SPII200-92
B	A	0.83	SMIV-1
B		0.69	SMIV-5

¹ Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (alfa = 0.05 DMS = 0.2012 Kg)

Cuando se consideran las medias de los materiales genéticos obtenidas con la densidad de 33,000 plantas por hectárea se observa un comportamiento similar al obtenido en la densidad de 50,000 plantas por hectárea, y la media más alta de PFPL es la del material SPI40-92 (Cuadro 13).

Cuadro 13. Comparaciones de medias de PFPL en 10 materiales genéticos evaluados en la densidad de 33,000 plantas por hectárea.

Grupo ¹		Media	Material
	A	1.30	SPI40-92
	A	1.25	SJI40-92
	A	1.05	SJII40-92
	A	1.02	SPII40-92
B	A	0.98	SJI200-92
B	A	0.95	SJII200-92
B	A	0.93	SPI200-92
B	A	0.89	SPII200-92
B	A	0.87	SMIV-1
B		0.81	SMIV-5

¹ Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (alfa = 0.05).

DMS = 0.2012 KG

- **Comparaciones múltiples para NFPL.** En el Cuadro 14 se observa que las medias de NFPL de los materiales iniciales SMIV-5 y SMIV-1 presentan las medias más bajas y sólo difieren estadísticamente de los materiales con las medias más altas SPI40-92 y SJI40-92 .

Cuadro 14. Comparaciones múltiples (DMS) para NFPL.

Grupo ¹			Media	Material
	A		38.180	SPI40-92
B	A		37.122	SJI40-92
B	A	C	36.332	SJII40-92
B	A	C	33.507	SPII40-92
B	A	C	33.210	SPI200-92
B	A	C	32.028	SJII200-92
B	A	C	31.742	SJI200-92
B		C	30.276	SPII200-92
		C	29.736	SMIV-5
		C	29.040	SMIV-1

¹ Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (alfa = 0.05). DMS = 0.2012 KG

V. DISCUSION.

5.1. Ciclos de selección.

5.1.1 Medias de PFPL, primer ciclo de selección.

- La superioridad de las medias de PFPL (Cuadro 5 y Gráfica 1) en lotes con PS de 1% (40 plantas seleccionadas) sobre las de 5% (200 plantas seleccionadas) se debe a que cada una de las 40 plantas seleccionadas proviene de la mejor de las cinco seleccionadas de cada sublote, en tanto que las de 200 se forma de las cinco de cada sublote que aunque incluyen la mejor (PS de 1%) las otras cuatro son inferiores a ésta en número y peso de frutos.

- Por otra parte, las medias más altas de PFPL en lotes donde se practicó la selección en un ambiente de baja densidad de población (33,000 plantas/ha), en contraste con los de alta (50,00 plantas/ha) (Gráfica 1), se debe a que los genotipos sometidos a una mayor competencia entre plantas prolongaron su período de crecimiento, de acuerdo a lo observado en campo, e incluso alcanzaron una altura mayor, de tal manera que, al practicar la selección a los 70 días después del trasplante, para obtener precocidad y concentración de cosecha, presentaban un menor número de frutos comerciales ocasionando que la media de PFPL fuese menor a la obtenida en baja densidad de población. Esta situación tiene, en mucho, que ver con la arquitectura de la planta y su crecimiento lateral. En resumen, las plantas sometidas a un ambiente de alta densidad de población tienen un comportamiento más tardío y sugiere que existe una fuerte interacción. Entendiéndose a ésta como la competencia entre plantas por luz y nutrientes, principalmente, y que afecta negativamente los caracteres a seleccionar (precocidad y concentración de cosecha).

5.1.2 Medias de NFPL, primer ciclo de selección.

Las medias de NFPL en plantas seleccionadas con una presión de selección del 1% son muy superiores (27-33) a las medias de plantas seleccionadas con una presión del 5% (20-23) (Cuadro 5 y Gráfica 2). Sin embargo, es oportuno señalar que las plantas seleccionadas con presión de selección de 5%, para todos los lotes, rebasan el número mínimo de 20 frutos por planta, previamente establecido como uno de los criterios de selección.

5.1.3 Correlación (r_{xy}) entre PFPL y NFPL, primer ciclo de selección.

- En todos los casos, las correlaciones entre PFPL y NFPL calculada en materiales que tienen el mismo origen, pero que difieren en la presión de selección, fueron significativamente diferentes (Cuadro 6). La explicación a este resultado es que en los materiales con PS de 1% se seleccionaron plantas sobresalientes ya sea por un número elevado de frutos (mayor o igual a 40) pero de tamaño pequeño ó pocos frutos (20) pero de tamaño grande, de tal manera que la correlación entre peso y número de frutos resultó ser de una magnitud intermedia (0.47 a 0.617). Mientras que en materiales con PS de 5% esa correspondencia fue mayor (0.732 a 0.798). No obstante, el valor de correlación más alto que presenta el material SJI200-92, para este ciclo es de 0.798 (Gráfica 3), inferior a 0.8 y no es mayor por la gran variabilidad que aun se exhibe en estos primeros ciclos de selección para concentración y precocidad de cosecha. Sin embargo, se espera que la correlación o correspondencia entre PFPL y NFPL se eleve en los siguientes ciclos de selección, debido a la disminución de la variabilidad por la selección efectuada en estos caracteres. Siendo la correlación entre éstos un excelente indicador del avance obtenido por ciclo y la homogeneidad alcanzada en los materiales.

5.1.4 Medias de PFPL, segundo ciclo de selección.

La media de 1.157 de PFPL del material SBI200-93 (Cuadro 7 y Gráfica 4) confirma lo esperado. Es decir, que los materiales que se originaron de SMIV-1 seleccionados en ambiente de baja densidad de población alcanzan las mayores medias en concentración y precocidad de cosecha medido a través de del NFPL a los 70 días después del trasplante. Esta situación se expresó claramente en el segundo ciclo de selección. Después del material SBI200-93 le sigue el SBI40-93 originado de SMIV-1 a baja densidad de población, pero con presión de selección del 5% que también coincide, en general, con lo esperado, es decir, medias más altas en lotes originados de SMIV-1, baja densidad de población y alta presión de selección. Cabe señalar, que en estos dos materiales (SBI200-93 y SBI40-93) se encontraron las plantas con los máximos PFPL y plantas con el arquetipo buscado en el presente trabajo (Fig. 5.1).

Por otra parte, la fluctuación de 0.824 a 1.157 Kg de las medias de PFPL del segundo ciclo de selección (Gráfica 4), sugiere la consecución del segundo objetivo del presente trabajo. Dado que el contar con materiales que rindan al menos 0.800 Kg de PFPL a los 70 días después del trasplante (precoces) y para las condiciones de un clima templado (como lo es la parte Oriente del Estado de Mexico) representa una gran oportunidad de rendimiento y oportunidad en el mercado, manteniendo a la vez calidad del producto (Fig.5.2).

5.1.5 Medias de NFPL, segundo ciclo de selección.

Las medias más altas de NFPL (Cuadro 7 y Gráfica 5) nuevamente corresponden al material SBI200-93, seguido del SBI40-93 los mismos que fueron encontrados para el caso de la variable PFPL. La fluctuación de las medias de NFPL de 25.20 a 33.62 (Gráfica 5), establece claramente que se ha superado el número mínimo de 20, previamente establecido como uno de los criterios de selección y a la vez representa el avance (eficiencia) generado por la selección hacia los caracteres concentración y precocidad de cosecha. Incluso, el material SBI200-93 con media de 1.157 PFPL y 33.62 en NFPL se acerca al arquetipo buscado (35 frutos con 1.5 Kg de peso por planta). No obstante, se reitera que aunque los avances tienen importancia práctica carecen de una prueba estadística.

5.1.6 Correlación entre NFPL y PFPL, segundo ciclo de selección.

Los coeficientes de correlación más altos fueron alcanzados en los materiales SBI200-93 y SBI40-93 con 0.890 y 0.882, respectivamente (Gráfica 6). Estos materiales se acercan al coeficiente de correlación de 0.9 (con 35 frutos y 1.5 Kg de peso por planta), previamente mencionado como el coeficiente ideal entre PFPL y NFPL en los materiales mejorados para los propósitos del presente trabajo. Además, las diferencias entre las correlaciones de materiales con el mismo origen, excepto en las presiones de selección, no alcanzan significancia estadística (Cuadro 8). No obstante, en la presión de selección de 1% siguen siendo superiores a las de 5%. Lo que refleja claramente el efecto de las presiones de selección, por un lado sobre el incremento en el rendimiento tanto para PFPL como para NFPL y por otro sobre el

incremento en las correlaciones o correspondencia entre esos caracteres.

Por otra parte, al comparar las correlaciones entre PFPL y NFPL del primero y segundo ciclo de selección (Cuadro 9) se tiene la superioridad de este último, aunque no en todas las comparaciones se alcanza diferencia significativa. Lo anterior se interpreta como el avance del segundo ciclo de selección en la correspondencia de PFPL y NFPL. Si consideramos que las medias de PFPL y NFPL son superiores a 0.800 Kg y 25, respectivamente, y un coeficiente de correlación superior a 0.8, indican que en el segundo ciclo de selección se ha avanzado en rendimiento por planta en número y peso de fruto, y además, las plantas tienen una alta correspondencia entre estos caracteres, lo cual sugiere que se trata de materiales bastante homogéneos en número y peso de frutos, muy cerca de lo ideal, manteniendo, por supuesto, las otras características agronómicas, como son: hábito de crecimiento semierecto a erecto, altura de planta pequeña a mediana (30-50 cm), color del fruto verde limón, de gran consistencia, y plantas que al menos en las condiciones en que fueron seleccionadas y evaluadas no presentan daños por plagas y enfermedades, todo ello hace que los materiales presenten una alta calidad de mercado (Fig. 5.2). Los avances en los ciclos de selección tanto en PFPL y NFPL como en las correlaciones previamente señaladas reflejan de alguna manera la eficiencia de la selección para concentración y precocidad de cosecha.



g. 5.17.- PLANTA ARQUETIPO PARA CONCENTRACION Y PRECOCIDAD DE COSECHA, A LOS 70 DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE EN EL LOTE SBI200-93.....92



FRUTOS CON CALIDAD DE MERCADO OBTENIDOS EN LOTES DE SELECCION.....

Fig. 5.2.-

77

73

5.2 Ciclo de evaluación.

5.2.1 Análisis de varianza de PFPL y NFPL.

- **PFPL.** El factor densidad de población (ambiente de selección) resultó tener efectos significativos sobre el peso de frutos por planta (Cuadro 10) siendo la densidad de 33,000 plantas por hectárea la que produce los más altos rendimientos en PFPL con una media de 1.01 Kg (Cuadro 2A). Paralelamente, los materiales genéticos resultaron tener efectos diferentes en forma significativa y altamente significativa (Cuadro 10). Simultáneamente, la interacción entre los factores estudiados resulta ser de efectos significativos y su discusión se presenta en el apartado de comparaciones múltiples.

- **NFPL.** La variable NFPL tiene un comportamiento similar (Cuadro 10) al de PFPL, excepto que no se encontró efecto de interacción entre la densidad de población y los materiales genéticos, al menos de forma significativa estadísticamente.

Ahora bien, si consideramos los resultados obtenidos del análisis estadístico para las dos variables, se puede afirmar que tanto densidad de población como los materiales genéticos tienen efectos significativos sobre el comportamiento del PFPL y NFPL, resultado consistente con lo discutido en los ciclos de selección.

5.2.2 Comparaciones múltiples de PFPL y NFPL.

- **PFPL.** En cuanto a la interacción de los factores densidad y materiales genéticos, que resultó ser significativa para el caso de PFPL, se tiene lo siguiente: 1) comparando los efectos de las densidades en cada uno de los materiales genéticos, se encontró, excepto para el material SMIV-1 (Cuadro 11), un incremento significativo en la media de PFPL al pasar de la densidad de 50,000 (alta) a 33,000 (baja) plantas por hectárea, destacando los materiales SPI40-92 y SJI40-92 con un incremento de 0.38 y 0.34 Kg, respectivamente. Lo anterior significa que estos materiales se comportan mejor en densidad baja (donde fueron seleccionados) que en alta; es decir, los materiales seleccionados en alta densidad rinden menos, al menos en PFPL, que en baja y viceversa. No obstante, existe mayor rendimiento por unidad de superficie en alta densidad. Por

ejemplo, el material SPI40-92 rinde 42.9 y 46.0 ton/ha para baja y alta densidad, respectivamente. Resultado que es consistente con lo encontrado por Castillo (1990) sobre densidad de población a nivel comercial. 2) Al comparar las medias de PFPL de cada material en alta densidad (Cuadro 12) se encontró que SMIV-5 difiere significativamente del resto de los materiales y es el de media más baja (0.69). Contrariamente, el material SJII40-92 fue el de media más alta (0.99) pero sólo difiere significativamente con SMIV-5. 3) Al comparar las medias de PFPL de cada material en baja densidad (Cuadro 13) se obtuvo un comportamiento similar al mostrado en alta, excepto que el material con la media más alta fue el SPI40-92. Esto sugiere que los materiales se comportan mejor cuando se utiliza la misma densidad de población en evaluación y selección. Además, los materiales seleccionados con presión de selección de 1% son los de mayor rendimiento en PFPL y el efecto de la selección para los caracteres concentración y precocidad de cosecha se observa claramente al presentar a los materiales originales (SMIV-5 y SMIV-1) con las medias más bajas en ambas densidades.

- **NFPL.** En general, el comportamiento de la variable PFPL es similar a la de NFPL. Las medias de NFPL en todos los materiales seleccionados son superiores a las medias de los materiales iniciales (SMIV-5 y SMIV-1). No obstante, sólo dos materiales con las medias más altas (SPI40-92 y SJI40-92 con 38.18 y 37.12, respectivamente) alcanzan incrementos estadísticamente significativos. Resultado que indica el efecto o eficiencia de seleccionar para precocidad y concentración de cosecha, alcanzando las mayores medias de NFPL en los materiales que fueron seleccionados en densidad baja y presión de selección de 1%.

Ahora bien, resumiendo la discusión para los ciclos de selección y el de evaluación diremos que: 1) los efectos de densidad de población y materiales genéticos sobre el PFPL y NFPL fueron estadísticamente significativos en el ciclo de evaluación y de una influencia clara en las medias y correlaciones en los dos ciclos de selección; 2) los materiales que se originaron del SMIV-1, seleccionados en un ambiente de baja densidad de población y PS del 1% son los que presentaron mayor avance en PFPL y NFPL; 3) los materiales del mismo origen SPI40-92 y SBI200-93 son los mejores tanto en PFPL como en NFPL de acuerdo al

primer ciclo de evaluación y segundo ciclo de selección, respectivamente; 4) los materiales del segundo ciclo de selección, en todos los casos, presentan correlaciones, de PFPL y NFPL, superiores a 0.8, e incluso, el material SBI200-93 presenta una correlación cercana a 0.9, donde se considera es el momento en que se tiene el arquetipo buscado para concentración y precocidad de cosecha con 35 frutos y 1.5 Kg por planta a los 70 días después del trasplante (precoces); 5) el coeficiente de correlación entre el PFPL y NFPL es un indicador muy claro de los avances en precocidad y concentración de cosecha, ya que considera la correspondencia entre los dos caracteres que son los componentes del rendimiento más importantes, actualmente. Y es una medida de la homogeneidad de los materiales seleccionados.

De acuerdo con la discusión presentada, ninguno de los resultados del ciclo de evaluación contradice a los obtenidos en los ciclos de selección, sino al contrario los corroboran, dado que tanto en el primer ciclo de selección como en el de evaluación se encontró que en los materiales con alta presión de selección y baja densidad de población son los de mayor rendimiento en peso y número de frutos por planta a los 70 días después del trasplante. Por ejemplo, el material SPI40-92, que da origen al material SBI200-93, obtiene los mayores rendimientos tanto en el primer ciclo de selección como en el de evaluación. No obstante, la evaluación debe realizarse en otros ambientes donde se cultiva la variedad Rendidora, como son: el Estado de Morelos, Guanajuato e Hidalgo, principalmente. Estos presentan características distintas en suelo, temperatura, humedad, etc y pueden proporcionar información complementaria sobre los avances obtenidos en los caracteres concentración y precocidad de cosecha.

VI. CONCLUSIONES.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los dos ciclos de selección y uno de evaluación en primavera-verano de 1992 y 1993, en el campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, se llegó a las siguientes conclusiones:

1. La selección para precocidad y concentración de cosecha fue efectiva al encontrar medias superiores (una con incremento significativo), en peso (PFPL) y número (NFPL) de frutos por planta, a partir de los materiales SMIV-5 y SMIV-1 derivados del cv. Rendidora, en ambiente de selección de 33,000 (baja densidad) y 50,000 (alta densidad) plantas por hectárea y presiones de selección de 1 y 5%.

2. Las medias más altas en PFPL y NFPL a los 70 días después del trasplante (precocidad), se obtuvieron en los materiales originados del SMIV-1 en lotes con baja densidad de población y presión de selección de 1%.

3. De los siete materiales obtenidos en el segundo ciclo de selección, el material genético denominado SBI200-93, originado del SPI40-92 derivado a su vez del SMIV-1, presenta los mayores avances en concentración y precocidad de cosecha y representa la consecución del segundo objetivo de este trabajo. Se caracteriza por presentar medias de 1.157 Kg y 33.62 para PFPL y NFPL, respectivamente, a los 70 días después del trasplante, manteniendo las demás características agronómicas, como son: hábito de crecimiento semierecto a erecto, altura de planta pequeña a mediana (30-50 cm), color del fruto verde limón, de gran consistencia, y plantas que al menos en las condiciones en que fueron seleccionadas y evaluadas no presentan daños por plagas y enfermedades.

4. El coeficiente de correlación entre PFPL y NFPL, de cada uno de los siete materiales seleccionados, fue superior a 0.8 y, particularmente el material SBI40-93 fue de 0.89, cercano al valor de 0.9 donde se considera se tiene el arquetipo buscado con 1.5 y 35 PFPL y NFPL, respectivamente.

VII. RECOMENDACION.

De acuerdo con el avance generado en los materiales seleccionados, es recomendable realizar un ciclo de selección combinada de medios hermanos y otro de selección familiar para concentración y precocidad de cosecha y así tener el material mejorado que pueda ser evaluado y puesto a disposición de los productores.

VII. LITERATURA CITADA.

- CACHON A. L., H.WERI G., Y H. CUANALO de la CERDA. 1976. Los suelos del área de influencia de Chapingo. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México. p. 5-13.
- CANTU TREVIÑO, P.C. 1983. El cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot.). Tesis profesional. Universidad Autónoma de Nuevo León. México.
- CARDENAS CH., I.E. 1981. Algunas técnicas experimentales con tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot.). Tesis de Maestría, Colegio de postgraduados. Montecillos, México.
- CARTUJANO ESCOBAR, F. 1984. Desarrollo y fenología del tomate de cáscara variedad Rendidora en la región de Zacatepec, Morelos, desarrollo de la parte aérea en base a los muestreos destructivos. Tesis profesional. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- CASTILLO PEREZ, I. 1990. Estudio de dos densidades de población, dos sistemas de manejo y tres arreglos topológicos en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot.). Tesis profesional, UACH.Chapingo, México.
- FALCONER, D.S. 1986. Introducción a la Genética Cuantitativa. Trad. de la 2ª Ed. en inglés de 1981. F. Márquez S. CECSA, México.
- FASOULAS, A. 1978. Selection for yield in the absence of the masking effects of competition and soil heterogeneity. XIV international congress of Genetics. Sections 21-21, p.75.
- 1981. Principles and methods of plant breeding. Arist. Univ.Thessalonica. Publ. 11. 147 p. 49-55.

- GARCIA, E. 1986. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlos a las condiciones de la República Mexicana. UNAM. México. p. 132-138.
- GARCIA V., A. 1976. Citotaxonomía del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot.), avances en la investigación, 1975-76. C.P. ENA. México.
- KAMLA, K. P. 1957. Genética de auto-incompatibilidad en (*Physalis ixocarpa*, Brot.. Am. y Bot. 44; 879-887.
- MARQUEZ S., F. 1985. Genotecnia vegetal. Métodos - Teoría - Resultados. A.G.T. Editor, S.A. México. p. 127.
- 1987. Notas de la cátedra "Genotecnia de hortalizas", ciclo otoño-invierno. Dpto. de Fitotecnia, UACH. Chapingo, México.
- 1988. Notas de la cátedra " Genotecnia de hortalizas", ciclo otoño-invierno. Dpto. de Fitotecnia, UACH. Chapingo, México.
- MENZEL Y., M. 1951. The cytotaxonomy and genetics of *Physalis*. Reprint Amer. Philos. soc. V 95(2). p. 158.
- PATIL, S.R. 1967. Accesory chromosomes in *Physalis ixocarpa*. Departmen of Biology, University of Colorado Boulder (Colorado, USA), 12 th May 1967. p. 862. Experientia 23/10.
- PANDEY K.,K. 1957. Genetics of self-incompatibility in *Physalis ixocarpa*, Brot. a new sistem. Amer. J. Bot. 44: 879-887.
- PEÑA L., A. Y MARQUEZ S., F. 1990. Mejoramiento genético de tomate de cáscara. Chapingo, México. Núm. 71-72. p. 84-88.

PEÑA L., A. 1992. Comunicación personal. Profesor investigador de tiempo completo, Departamento de Fitotecnia, UACH. Chapingo, México.

PEREZ-GRAJALES, M. 1990. Apuntes de genotecnia de hortalizas. Tesis profesional. Universidad autónoma Chapingo. Chapingo, México. p. 20-21, 26-28, 30, 33-34, 252-253 y 259-260.

RAJA RAO, K. G. 1979. Morphology of the pachytene chromosomes of tomatillo (*Physalis ixocarpa*, Brot.). Department of Botany, Andhra University, Waltair-530003, India. Ind. J. Bot. 2(2):209-213.

SAHAGUN C., J. 1992. El ambiente, el genotipo y su interacción. México. Revista chapingo. 79-80: 5-12.

SANTIAGUILLO H., J.F.; LOPEZ M., R.; PEÑA L., A. Y CUEVAS S., J.A. 1992. Distribución, colecta y conservación de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis spp.*) en México. Revista chapingo. (En prensa).

SARAY MEZA, R.C. 1977a. El cultivo de tomate de cáscara en el estado de Morelos. INIA-CIAMEC. Circular N° 57. Chapingo, México.

————— 1977b. Tomate de cáscara. Algunos aspectos sobre su fisiología e investigación. Campo Agrícola Experimental de Zacatepec, CIAMEC-INIA-SARH. Hojas mimeografiadas.

————— Y LOYA R. 1978. El cultivo del tomate de cáscara en el estado de Morelos. Campo 54(1040):30-38.

————— 1985. Importancia de la precosecha (calentamiento) en el rendimiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot.). Tesis de maestría, Colegio de postgraduados. Montecillos, México. p. 9-23.

SARH. 1992. Anuario estadístico de la producción agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Tomo I. México.

STEEL, R.G.D. Y J.H. TORRIE. 1988. Bioestadística. Principios y procedimientos. Trad. Ricardo Martínez B. 2ª Ed. MCGROW-HILL, México. p. 271.

VERDEJO RODRIGUEZ, R. 1987. Caracterización de la variedad de tomate ed cáscara "Rendidora" para su mejoramiento genético en Chapingo, México. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Veracruz. Córdoba, Veracruz.

Cuadro 1A. Datos obtenidos del experimento factorial con bloques al azar en parcelas divididas.

OBS	DEN	BLQ	MTRIAL	PLPAR	PFPAR	NFRPAR	PFPL	NFPL
1	1	1	1	20	12.30	447	0.61500	22.3500
2	1	1	2	22	13.40	492	0.60909	22.3636
3	1	1	3	15	9.20	306	0.61333	20.4000
4	1	1	4	28	31.40	808	1.12143	28.8571
5	1	1	5	22	20.00	756	0.90909	34.3636
6	1	1	6	23	19.64	606	0.85391	26.3478
7	1	1	7	32	27.64	606	0.86375	18.9375
8	1	1	8	12	10.60	348	0.88333	29.0000
9	1	1	9	16	8.44	384	0.52750	24.0000
10	1	1	10	14	13.32	516	0.95143	36.8571
11	1	2	1	14	15.80	564	1.12857	40.2857
12	1	2	2	11	10.80	492	0.98182	44.7273
13	1	2	3	15	12.32	423	0.82133	28.2000
14	1	2	4	13	9.20	336	0.70769	25.8462
15	1	2	5	17	16.60	579	0.97647	34.0588
16	1	2	6	16	11.00	474	0.68750	29.6250
17	1	2	7	13	9.52	426	0.73231	32.7692
18	1	2	8	16	13.32	474	0.83250	29.6250
19	1	2	9	12	11.00	390	0.91667	32.5000
20	1	2	10	11	10.84	369	0.98545	33.5455
21	1	3	1	7	6.00	207	0.85714	29.5714
22	1	3	2	18	17.72	618	0.98444	34.3333
23	1	3	3	14	15.76	624	1.12571	44.5714
24	1	3	4	14	11.04	456	0.78857	32.5714
25	1	3	5	10	8.80	369	0.88000	36.9000
26	1	3	6	10	9.92	186	0.49200	18.6000
27	1	3	7	16	19.00	666	1.18750	41.6250
28	1	3	8	12	10.60	348	0.88333	29.0000
29	1	3	9	8	8.96	294	1.12000	36.7500
30	1	3	10	12	10.60	369	0.88333	30.7500
31	1	4	1	15	12.60	522	0.84000	34.8000
32	1	4	2	10	9.40	315	0.94000	31.5000
33	1	4	3	14	15.80	492	1.12857	35.1429

Continúa...

... Continuación

OBS	DEN	BLQ	MTRIAL	PLPAR	PFPAR	NFRPAR	PFPL	NFPL
34	1	4	4	28	31.40	1008	1.12143	36.0000
35	1	4	5	4	2.80	108	0.700	27.000
36	1	4	6	19	15.60	504	0.821	26.526
37	1	4	7	17	13.28	420	0.78118	24.7059
38	1	4	8	16	13.32	474	0.83250	29.6250
39	1	4	9	7	7.80	165	1.11429	23.5714
40	1	4	10	13	18.80	672	1.44615	51.6923
41	2	1	1	14	11.40	375	0.81429	26.7857
42	2	1	2	20	14.00	495	0.70000	24.7500
43	2	1	3	12	13.60	450	1.13333	37.5000
44	2	1	4	19	21.20	720	1.11579	37.8947
45	2	1	5	24	17.84	636	0.74333	26.5000
46	2	1	6	19	17.00	603	0.89474	31.7368
47	2	1	7	17	19.40	630	1.14118	37.0588
48	2	1	8	18	10.20	471	0.56667	26.1667
49	2	1	9	14	15.40	513	1.10000	36.6429
50	2	1	10	17	16.64	621	0.97882	36.5294
51	2	2	1	16	16.60	504	1.03750	31.5000
52	2	2	2	28	30.00	1125	1.07143	40.1786
53	2	2	3	14	17.20	510	1.22857	36.4286
54	2	2	4	13	11.20	426	0.86154	32.7692
55	2	2	5	21	18.52	642	0.88190	30.5714
56	2	2	6	23	22.00	570	0.95652	24.7826
57	2	2	7	19	13.28	459	0.69895	24.1579
58	2	2	8	13	9.32	444	0.71692	34.1538
59	2	2	9	17	15.44	579	0.90824	34.0588
60	2	2	10	17	23.00	729	1.35294	42.8824
61	2	3	1	17	19.00	648	1.11765	38.1176
62	2	3	2	15	21.40	630	1.42667	42.0000
63	2	3	3	22	31.72	1263	1.44182	57.4091
64	2	3	4	10	9.00	300	0.90000	30.0000
65	2	3	5	14	13.80	438	0.98571	31.2857
66	2	3	6	10	13.60	477	1.36000	47.7000
67	2	3	7	10	10.00	417	1.00000	41.7000
68	2	3	8	18	10.20	471	0.56667	26.1667
69	2	3	9	11	16.12	592	1.46545	53.8182
70	2	3	10	15	16.48	471	1.09867	31.4000
71	2	4	1	16	12.64	525	0.79000	32.8125

Continúa...

... Continuación

OBS	DEN	BLQ	MTRIAL	PLPAR	PFPAR	NFRPAR	PFPL	NFPL
72	2	4	2	15	13.20	423	0.88000	28.2000
73	2	4	3	19	27.00	870	1.42105	45.7895
74	2	4	4	10	9.00	300	0.90000	30.0000
75	2	4	5	13	14.00	585	1.07692	45.0000
76	2	4	6	11	8.60	297	0.78182	27.0000
77	2	4	7	12	6.80	255	0.56667	21.2500
78	2	4	8	13	9.32	444	0.71692	34.1538
79	2	4	9	11	17.12	612	1.55636	55.6364
80	2	4	10	15	12.64	405	0.84267	27.0000

Donde: OBS = Observación.

DEN = Densidad de población.

BLQ = Bloque o repetición.

MTRIAL = Material genético.

PLPAR = Plantas por parcela.

PFPAR = Peso de frutos por parcela.

NFRPAR = Número de frutos por planta.

PFPL = Peso de frutos por planta.

NFPL = Número de frutos por planta.

Cuadro 2A. PFPL (Kg por planta) en 10 materiales genéticos de tomate de cáscara bajo dos densidades de población.

Densidad Material Gén.		Bloques				Total Media	
		1	2	3	4		
50,000 plantas/ha.	SPII40-92	0.613	0.615	1.128	0.857	0.840	0.85
	SPII40-92		0.609	0.981	0.984	0.940	0.87
	SPII40-92	0.613	0.821	1.125	1.128	3.68	0.92
	SJI200-92		1.121	0.707	0.788	1.121	0.90
	SPI200-92		0.909	0.976	0.880	0.700	0.86
	SMIV-1		0.853	0.687	0.492	0.821	0.83
	SPII200-92		0.863	0.732	1.187	0.781	0.84
	SMIV-5		0.566	0.716	0.566	0.716	0.69
	SJI40-92		0.527	0.916	1.120	1.114	0.91
	SJII40-92		0.951	0.985	0.883	1.446	0.99
			7.62	8.64	8.87	9.61	34.25 0.86
33,000 plantas/ha.	SJII200-92		0.814	1.037	1.117	0.790	0.95
	SPII40-92	0.700	1.071	1.426	0.880	4.07	1.02
	SPI40-92		1.113	1.228	1.441	1.421	1.30
	SJI200-92		1.115	0.861	0.900	0.900	0.98
	SPI200-92		0.743	0.881	0.985	1.076	0.93
	SMIV-1		0.894	0.956	1.360	0.781	0.87
	SPII200-92		1.114	0.698	1.000	0.566	0.89
	SMIV-5		0.883	0.832	0.883	0.832	0.81
	SJI40-92		1.100	0.908	1.465	1.556	1.25
	SJII40-92		0.978	1.352	1.098	0.842	1.05
			9.44	9.81	11.66	9.63	40.02 1.01
			17.06	18.45	20.53	19.24	75.76 0.92