



**UNIVERSIDAD DE SONORA**  
**DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA**

**RENDIMIENTO REACCION AL VIRUS HOJA ENROLLADA DE LA CALABAZA  
Y CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LINEAS AUTOFECONDADAS  
E HIBRIDOS F1 DE CALABACITA (Cucurbita pepo L.)**

**TESIS DE MAESTRIA EN CIENCIAS**

**FRANCISCO RAMIREZ REYES**

**1998**

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



“El saber de mis hijos  
hará mi grandeza”



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess



# UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

RENDIMIENTO, REACCION AL VIRUS HOJA ENROLLADA DE LA CALABAZA  
Y CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LINEAS AUTOFECUNDADAS  
E HIBRIDOS F<sub>1</sub> DE CALABACITA (Cucurbita pepo L.)

TESIS DE MAESTRIA EN CIENCIAS

FRANCISCO RAMIREZ REYES

1998

RENDIMIENTO, REACCION AL VIRUS HOJA ENROLLADA DE LA CALABAZA  
Y CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS DE LINEAS AUTOFECONDADAS  
E HIBRIDOS F<sub>1</sub> DE CALABACITA (Cucurbita pepo L.)

Sometida a la consideración del  
Departamento de Agricultura y Ganadería

de la

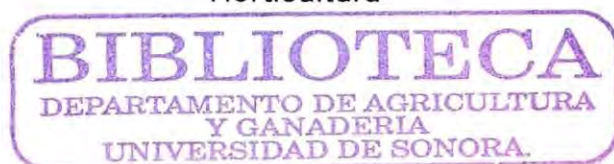
Universidad de Sonora

por

FRANCISCO RAMIREZ REYES

TESIS

Presentada como requisito parcial  
para obtener el grado de  
Maestro en Ciencias en  
Horticultura



Esta tesis se realizó bajo la dirección  
del Consejo Particular y aceptada como requisito  
para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN:  
HORTICULTURA

CONSEJO PARTICULAR:

DIRECTOR:

  
M.S. SERGIO GARZA ORTEGA

ASESOR :

  
M.S. ALFREDO SERRANO ESQUER

ASESOR:

  
M.C. EDUARDO CANSECO VILCHIS

Hermosillo, Sonora, Enero de 1998

## DEDICATORIA

A mis padres

María Luisa  
Ramón<sup>+</sup>

A mi esposa

Lupita

A mis F<sub>1</sub>

Francisco Javier

Karina Guadalupe

Denisse Alejandra

## AGRADECIMIENTOS

Al M.S. Sergio Garza Ortega, por su dirección y experiencia transmitida para la realización del presente trabajo.

Al M.S. Alfredo Serrano Esquer y M.C. Eduardo Canseco Vilchis por su asesoría y revisión de este trabajo.

A todos los maestros del posgrado, con una mención especial al Ph. D. Warid A. Warid y M.C. Santiago Ayala Lizárraga.

A la Universidad de Sonora y al Departamento de Agricultura y Ganadería, por darme la oportunidad de superarme profesionalmente.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su apoyo económico, para fomentar la investigación agrícola.

A mis compañeros de generación, especialmente al Ing. José Alberto Avila Miramontes, por su sincera amistad.

A la señorita Magdalena Martínez Castillo, por su apoyo en la escritura de esta tesis.



**CONTENIDO**

	Pag.
CARTA DE APROBACION .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
CONTENIDO .....	v
INDICE DE CUADROS .....	vi
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCION .....	1
II. LITERATURA REVISADA .....	4
2.1 Origen del género Cucurbita .....	4
2.2. Taxonomía y morfología .....	4
2.3. Hoja plateada en calabaza .....	5
2.4. Virus que causan enfermedades en Cucurbitáceas .....	7
2.5. Alternativas para el control de virus en Cucurbitáceas .....	14
III. MATERIALES Y METODOS .....	20
3.1. Rendimiento y reacción a virosis .....	21
3.2. Herencia del caracter número de tallos .....	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSION .....	25
4.1. Ciclo de primavera de 1995 .....	25
4.2. Ciclo de verano-otoño de 1995 .....	26
4.2.1. Rendimiento y grado de expresión de la heterocigocidad .....	26
4.2.2. Reacción a virosis .....	41
4.2.3. Número de tallos, longitud de tallos y entrenudos .....	43
4.3. Herencia del caracter número de tallos .....	46
4.3.1. Heredabilidad .....	49
4.3.2. Estimación del número de genes .....	50
4.3.3. Prueba de hipótesis mediante Ji-cuadrada .....	51
CONCLUSIONES .....	55
LITERATURA CITADA .....	57



## INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Materiales evaluados durante el ciclo verano-otoño, 1995 . . . . .	21
Cuadro 2. Rendimiento obtenido de fruto tamaño 1X de 24 genotipos durante el ciclo verano-otoño, 1995 . . . . .	27
Cuadro 3. Manifestación de heterocigocidad y grado de expresión para rendimiento de fruto tipo 1X en los híbridos F <sub>1</sub> durante el ciclo verano-otoño, 1995 . . . . .	28
Cuadro 4. Rendimiento obtenido de fruto tamaño 2X de 24 genotipos durante el ciclo verano-otoño, 1995 . . . . .	30
Cuadro 5. Manifestación de heterocigocidad y grado de expresión para rendimiento de fruto tipo 2X en los híbridos F <sub>1</sub> durante el ciclo verano-otoño, 1995 . . . . .	32
Cuadro 6. Rendimiento obtenido de fruto tamaño 3X de 24 genotipos durante el ciclo verano-otoño, 1995 . . . . .	33
Cuadro 7. Manifestación de heterocigocidad y grado de expresión para rendimiento de fruto tipo 3X en los híbridos F <sub>1</sub> durante el ciclo verano-otoño, 1995 . . . . .	34
Cuadro 8. Rendimiento obtenido de fruto tamaño 4X de 24 genotipos durante el ciclo verano-otoño, 1995 . . . . .	36
Cuadro 9. Manifestación de heterocigocidad y grado de expresión para rendimiento de fruto tipo 4X en los híbridos F <sub>1</sub> durante el ciclo verano-otoño, 1995 . . . . .	37
Cuadro 10. Rendimiento total de fruto obtenido de 24 genotipos durante el ciclo verano-otoño, 1995 . . . . .	38
Cuadro 11. Manifestación de heterocigocidad y grado de expresión para rendimiento total de fruto en los híbridos F <sub>1</sub> durante el ciclo verano-otoño, 1995 . . . . .	40

	Pag.
Cuadro 12. Reacción a virosis presentada por los 24 genotipos durante el ciclo verano-otoño, 1995 . . . . .	42
Cuadro 13. Número de tallos de 24 genotipos evaluados durante el ciclo verano-otoño, 1995 . . . . .	44
Cuadro 14. Longitud del tallo de 24 genotipos evaluados durante el ciclo verano-otoño, 1995 . . . . .	45
Cuadro 15. Longitud del entrenudo de 24 genotipos evaluados durante el ciclo verano-otoño, 1995 . . . . .	47
Cuadro 16. Número de tallos obtenidos en 8 genotipos evaluados durante el ciclo verano-otoño, 1995 . . . . .	48
Cuadro 17. Estudio de la herencia del caracter número de tallos en una población de 40 plantas de una generación segregante $F_2$ . . . . .	49
Cuadro 18. Población mínima para obtener un fenotipo de cualquier progenitor en la generación $F_2$ . . . . .	52
Cuadro 19. Frecuencias de fenotipos, teóricos esperados y observados en la generación $F_2$ . . . . .	53
Cuadro 20. Prueba de Ji-cuadrada para el caracter unitallo controlado por un par de genes . . . . .	53

## RESUMEN

El cultivo de la calabacita de verano, variedad Gray Zucchini (GZ), en el noroeste de México durante el otoño, es severamente afectado por enfermedades, principalmente de tipo viral, donde la más importante es la causada por el Virus Hoja Enrollada de la Calabaza (VHEC), siendo su vector la mosquita blanca Bemisia tabaci (Gennadius). Resistencia a esta enfermedad fue introducida de una raza local de Cucurbita moschata (Duch.) Duch. ex Poir, produciendo líneas uniformes de calabacita tipo GZ e híbridos F<sub>1</sub>.

Los objetivos de esta investigación fueron la evaluación del rendimiento, reacción a virosis y características morfológicas como el número de tallos, longitud de tallos y entrenudos de líneas autofecundadas e híbridos F<sub>1</sub> de calabacita tipo GZ.

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora. Durante el ciclo de primavera de 1995 se sembraron y cruzaron líneas altamente uniformes seleccionadas por su resistencia a virosis para la formación de híbridos F<sub>1</sub>. En el ciclo verano-otoño de 1995 se evaluaron 13 híbridos, ocho líneas autofecundadas y tres materiales comerciales PSR59792, Raven y GZ incluidos como testigos.

Seis híbridos y dos líneas obtuvieron mayor rendimiento de fruto tipo 1X que el testigo principal GZ; ocho y cuatro híbridos fueron mejores en rendimiento que GZ para fruto 2X y 3X, respectivamente. Con respecto a rendimiento total, siete híbridos y una línea superaron notablemente a la variedad GZ. Los materiales comerciales mostraron un alto grado de síntomas de infección por virosis con respecto a los híbridos y líneas. Cuatro de los materiales que mostraron síntomas de infección por virus y uno libre de síntomas fueron analizados para el VHEC y todos fueron positivos. El número de tallos varió de uno a siete, característica controlada por un par de genes con dominancia incompleta y efecto aditivo. La longitud de tallo y entrenudo fue de 42.5 a 144.6 cm y de 1.1 a 4.8 cm, respectivamente.

## ABSTRACT

The culture of Gray Zucchini (GZ) variety of summer squash in northwestern Mexico during fall, is severely affected by diseases, mainly from viral origin, were the most important is caused by Squash Leaf Curl Virus (SLCV). The resistance to this disease was introduced by local landraces of Cucurbita moschata (Duch.) Duch. ex Poir developing uniform GZ lines and F<sub>1</sub> hybrids.

The objectives of this research were the evaluation of yield, viral reaction, and morphological traits such as stem number, stem length and internode length of selfed-fertilized GZ lines and F<sub>1</sub> hybrids of summer squash.

This experiment was took place in the Experimental Station at the Department of Agriculture and Animal Science of the University of Sonora. During the spring season of 1995 highly uniform lines selected for their virus resistance were planted and crossed. In the summer-fall period of 1995, 13 hybrids, eight self-fertilized lines, and three commercial materials, PSR59792, Raven and GZ included as a controls were studied.

Six hybrids and two lines had higher overall and 1X fruit yields than GZ; eight and four hybrids were better than Gray zucchini for 2X and 3X fruit

yields respectively. Seven hybrids and one line had higher overall and total fruit yield than GZ. The commercial materials showed a higher degree of virus infection than hybrids and lines. Four of the materials that showed symptoms of virus infection and one free of symptoms were tested for SLCV and all were positive for this virus. Number of stems varied of one to seven, characteristic controlled by a single incomplete dominant gene with additive action. Stem and internode length varied from 42.5 to 144.6 cm and from 1.1 to 4.8 cm, respectively.



## INTRODUCCION

México es uno de los principales países productores de hortalizas para exportación; en la temporada 1995-1996 se registraron movimientos por más de 2.3 millones de toneladas, de esta producción el 56% se exportó por Nogales, Sonora (Bringas, 1997).

En el estado de Sonora, específicamente en el Distrito de Desarrollo Rural No. 144 Costa de Hermosillo, se cultivan dos tipos de calabacita: las negras que se dedican a exportación y las verdes claro que principalmente son de consumo nacional. Entre las de tipo negro, Raven y Midnite han mostrado producciones hasta de 3,500 cajas/ha, durante el ciclo verano-otoño. Dentro de las verde claro destaca Moctezuma que a nivel experimental ha superado en rendimiento hasta en un 80% a la tradicional Gray Zucchini (Grageda et al., 1997).

La calabacita es un cultivo que es afectado por diversos factores, tanto ambientales como bióticos. Dentro de estos últimos tenemos a las enfermedades, principalmente las de tipo viral, que pueden ser transmitidas por semilla, áfidos y mosquita blanca (Bemisia tabaci). Este tipo de enfermedades reduce notablemente los rendimientos, produciendo plantas compactas, arrugamiento de las hojas, clorosis, mosaicos y malformaciones del fruto que

afectan la calidad reduciendo los volúmenes de exportación.

En el Noroeste de México y Suroeste de EUA, las siembras de calabaza son afectadas severamente durante la época verano-otoño por el Virus Hoja Enrollada de la Calabaza (VHEC), el cual puede reducir drásticamente los rendimientos.

Una de las soluciones a este problema es llevar a cabo un control químico o biológico de los principales insectos vectores de virus que causan enfermedades y hacer uso de semilla certificada para siembra libre de virus; sin embargo, las anteriores prácticas aumentan considerablemente los costos de producción del cultivo.

Las enfermedades de tipo viral no pueden ser controladas químicamente, por lo que se tienen que buscar otras medidas de control, como es el mejoramiento genético, haciendo uso de variedades o híbridos resistentes o tolerantes.

Un método para obtener materiales con resistencia genética a virosis en Cucurbita es el de realizar cruzamientos interespecíficos para introducir resistencia genética de una especie resistente a una susceptible. Cucurbita moschata (Duch.) Duch. ex Poir, es una especie de calabaza que ha mostrado resistencia genética a virosis (Fierro, 1987; Rodríguez, 1988), por lo que a partir de cruzamientos interespecíficos con Cucurbita pepo L., se han obtenido

siguiendo un programa de retrocruzas y autofecundaciones, líneas de calabacita tipo Gray Zucchini de amplio consumo en México que han mostrado resistencia al VHEC heredada de C. moschata, así como también híbridos  $F_1$  que se han desarrollado por el cruzamiento de líneas que han sido seleccionadas por su alta resistencia a esta enfermedad (Valenzuela, 1991; Tacho, 1995).

En base a lo anterior, los objetivos de este trabajo de investigación consistieron en estudiar y evaluar el rendimiento, reacción al VHEC y características morfológicas de la planta, como son el número de tallos y longitud de tallos y entrenudos de 13 híbridos  $F_1$ , 8 líneas autofecundadas y 3 materiales comerciales.

## LITERATURA REVISADA

### Origen del género Cucurbita

Cucurbita es un género originario de América, su centro de distribución está localizado en el sur de México (Whitaker y Knight, 1980; Whitaker y Robinson, 1986; Decker et al., 1990) y todas sus especies presentan un número cromosómico de  $2n=40$ , encontrándose separadas por barreras de esterilidad tanto génicas como citogénicas (Decker et al., 1990). Cuatro de las cinco especies cultivadas son anuales mesofíticas, C. máxima Duch., C. argyrosperma Hub. (C. mixta Pang.), C. moschata (Duch.) Duch. ex Poir y C. pepo L., mientras que C. ficifolia Bouché es perenne mesofítica (Decker et al., 1990; Nee, 1990). Evidencias arqueológicas, citológicas, fitomejoramiento (Whitaker y Robinson, 1986), geográficas, ecológicas (Whitaker y Knight, 1980) y estudios bioquímicos (Decker et al., 1988) han sido utilizados para investigar el origen y domesticación de este género.

### Taxonomía y morfología

Cucurbita es un género bien definido en el nuevo mundo dentro de la tribu Cucurbitae y ha sido dividida en dos grupos: (1) perennes de zonas áridas con raíces de almacenamiento y (2) anuales o perennes mesofíticas de vida corta, sin raíces de almacenamiento, siendo este segundo grupo donde

encontramos a la mayoría de las especies (Nee, 1990).

La clasificación taxonómica es la siguiente: División: Spermatophyta, Clase: Angiospermae, Subclase: Dicotyledonae, Orden: Cucurbitales, Familia: Cucurbitaceae, Género: Cucurbita. Existiendo 5 especies cultivadas y 22 silvestres ((Whitaker y Robinson, 1986; Adams et al., 1989).

Las hojas son grandes y simples, hendidas o lobuladas. Las plantas son anuales con tallos huecos, angulosos, ásperos y herbáceos. Son monoicas, es decir, presentan flores unisexuales femeninas y masculinas en la misma planta, con pétalos grandes de un color amarillo-anaranjado brillante que se originan de las axilas de las hojas, y el pedúnculo de las flores pistiladas es característicamente diferente en cada una de las cinco especies cultivadas. Los frutos varían notablemente en tamaño, forma, color y las semillas son por lo general de color blanco, de forma alargada u ovalada (Yamaguchi, 1983).

#### Hoja plateada en calabaza

El plateado de la hoja es un importante desorden fisiológico en calabacita (Cucurbita pepo L.) en Israel, cuyos síntomas incluyen un plateado de la superficie de la hoja y en casos muy severos puede afectar tallos, peciolos, flores y frutos, causando pérdidas económicas considerables debido a los bajos rendimientos de fruto que presenta el cultivo (Paris, 1987); sin embargo, este plateado es diferente al rasgo genético de hoja plateada que



presentan ciertas especies de calabaza (Burger et al., 1983).

Los síntomas de hoja plateada en calabaza han sido asociados con la mosca blanca Bemisia tabaci (Gennadius) y actualmente está diseminada por todo el Estado de la Florida (Yokomi et al., 1990; Schuster et al., 1991), mientras que en California se ha detectado un nuevo biotipo de mosca blanca (biotipo-B), el cual ha mostrado diferencias fisiológicas, en la preferencia por hospederas, en el desarrollo larval y en la inducción de síntomas de hoja plateada, lo cual la hace diferente al biotipo común; sin embargo, en su sistema biológico son muy similares (Cohen et al., 1991; Cohen et al., 1992). Se ha sugerido que este biotipo-B se trata de otra especie denominada Bemisia argentifolia (Perring et al., 1993).

Paris et al., (1993) asociaron el desorden fisiológico de hoja plateada en calabacita con la mosca blanca en plantas desarrolladas en suelos con bajos niveles de humedad, encontraron que la mosca blanca induce el plateado de la hoja y que la condición de baja humedad a la que se somete la planta incrementa su severidad. Otros investigadores han sugerido que el incremento de la severidad del plateado de la hoja de calabaza es debido a condiciones de altas temperaturas (Burger et al., 1983), alta intensidad y período de duración de la luz (Cohen et al., 1992). Yokomi et al., (1990); Schuster et al., (1991) y Cohen et al., (1992), concluyen que es necesario la presencia de Bemisia tabaci para que el plateado de la hoja en calabaza se manifieste.



### Virus que causan enfermedades en Cucurbitáceas

La principal limitante en la producción de cucurbitáceas son las enfermedades de tipo viral, las cuales reducen el rendimiento y calidad de fruto, ocasionando pérdidas económicas considerables, llegando a ocasionar un siniestro total del cultivo (Nameth et al., 1986; Gerardo, 1990). El principal complejo de virus detectado en las diferentes zonas productoras de cucurbitáceas en México lo conforman el virus mosaico del pepino (VMP), virus mancha anular de la papaya (VMAP) variante virus mosaico de la sandía-1 (VMS-1) y el virus mosaico de la sandía-2 (VMS-2) (Gerardo, 1990).

En la región sur del Estado de California, los cultivos de cucurbitáceas son severamente afectados por enfermedades de tipo viral y son siete virus los que se conocen que las causan: virus mosaico de la sandía-1 (VMS-1), virus mosaico de la sandía-2 (VMS-2), virus mosaico amarillo de la calabacita zucchini (VMAZ), virus mosaico del pepino (VMP), virus mosaico de la calabaza (VMC), virus hoja enrollada de la calabaza (VHEC) y el virus infeccioso amarillo de la lechuga (VIAL), los cuales fueron identificados por primera vez en 1959, 1959, 1983, 1942, 1949, 1981 y 1982, respectivamente (Nameth et al., 1986). El VMS-1 recientemente ha sido reclasificado como virus mancha anular de la papaya, ya que ambos son serológicamente indistinguibles (Yeh et al., 1988; Blancard et al., 1991).

## Potyvirus

Este grupo de virus contiene partículas flexibles alargadas, con una molécula de ARN de cadena simple, de sentido positivo y una única especie polipéptida en la capsida. La infección viral está a menudo asociada con inclusiones intracelulares, citoplásmicas y nucleares en forma de haces y de agregados laminares (Smith et al., 1988), siendo un grupo muy diverso de virus que causan muchas enfermedades importantes en las plantas, los cuales son transmitidos por áfidos de manera no persistente, característica que les da la rapidez con que los áfidos los transmiten de una planta enferma a una sana (Bujanos, 1987; Smith et al., 1988). Dentro de este grupo tenemos al virus mancha anular de la papaya (VMAP) (Yeh et al., 1988), al virus mosaico de la sandía-2 (VMS-2) (McLeod et al., 1987) y al virus mosaico amarillo de la calabacita zucchini (VMAZ) (Lisa et al., 1981; Provvidenti et al., 1984; Blua y Perring, 1989).

El virus mancha anular de la papaya (VMAP) fue reportado por primera vez en el sur de Taiwan en 1975, causando grandes pérdidas económicas principalmente en la costa oeste de la isla (Yeh et al., 1988). Ciertas observaciones sugieren que podría transmitirse mecánicamente (Blancard et al., 1991) y por áfidos o pulgones principalmente Aphis gossypii (Glov.) y Myzus persicae (Sulz.) cuando la actividad de estos es muy grande, de una manera no persistente induciendo inclusiones cilíndricas y amorfas en el citoplasma de las células huésped y teniendo además un rango de hospederas reducido que

incluyen a especies de tres familias de las dicotiledóneas que son: Caricaceae, Chenopodiaceae y Cucurbitaceae (Dodds et al., 1984; Nameth et al., 1986; Yeh et al., 1988).

En el sur de California, el virus más importante asociado con enfermedades en cucurbitáceas principalmente en Cucurbita pepo y Cucumis melo es el virus mosaico de la sandía-2 (VMS-2), causando pérdidas muy significantes en estos cultivos (Nameth et al., 1986; Romanow et al., 1986). Resistencia genética a este virus no ha sido reportada en estos cultivos tan importantes agronómicamente hasta que una forma de resistencia que restringe la multiplicación de VMS-2 fue identificada en C. melo (Romanow et al., 1986); mientras que Gilbert et al., (1994) han determinado que la resistencia genética en melón al VMS-2 está controlada por un gen dominante de herencia simple designado como *Vmr*.

Este virus está relacionado serológicamente con el virus mosaico amarillo de la calabacita zucchini (VMAZ) (Blua y Perring, 1989) y es transmitido por áfidos de una manera no persistente, teniendo como hospederas a todos los cultivos de cucurbitáceas sembradas comercialmente (Nameth et al., 1986; Blancard et al., 1991).

El VMAZ fue primeramente reportado en Italia (Lisa et al., 1981). Se encontró en Connecticut en 1982 y posteriormente en otras partes de los Estados Unidos (Provvidenti et al., 1984). En México es de reciente

consignación, sin embargo, es uno de los virus que se han diseminado rápidamente en las principales áreas productoras de cucurbitáceas (Garzón, 1987). Es transmitido en forma no persistente por varias especies de áfidos que incluyen a Myzus persicae (Sulzer), Aphis gossypii (Glover), Macrosiphum euphorbiae (Thomas) y Acyrtosiphon pisum (Harris) (Smith et al., 1988; Blua y Perring, 1989; Blancard et al., 1991). No se ha reportado su transmisión por semilla; sin embargo, investigaciones recientes en algunas cucurbitáceas sugieren la posibilidad de transmisión, pero muchos de estos reportes son contradictorios (Blancard et al., 1991; Robinson et al., 1993).

### **Cucumovirus**

Este grupo de virus presentan partículas isométricas de 29 nm de diámetro, que contienen cuatro moléculas de ARN de cadena simple de sentido positivo, las cuales se encapsidan en partículas distintas. Para la infección se necesitan los ARN 1, ARN 2 y ARN 3, mientras que el ARN 4 es monocistrónico y tiene el gen de la proteína de la capsida (Smith et al., 1988), siendo el virus mosaico del pepino (VMP) el prototipo de este grupo (Smith et al., 1988; Nameth et al., 1986).

El VMP es sin duda el de mayor frecuencia en los cultivos de cucurbitáceas en el mundo (Blancard et al., 1991). Unas 60 especies de áfidos o pulgones transmiten el VMP de forma no persistente y entre los más eficaces están Myzus persicae (Sulz.), Aphis gossypii (Glov.) y Aphis fabae

(Scop.) (Bujanos, 1987; Smith et al., 1988; Blancard et al., 1991), teniendo como hospederas a todas las cucurbitáceas sembradas en forma comercial, exceptuando sandía donde no es importante (Nameth et al., 1986). Se ha encontrado resistencia o tolerancia en pepino (Blancard et al., 1991) y en calabaza (Zitter et al., 1991).

### **Comovirus**

Este grupo tiene dos tipos de partículas isométricas (M y B) de unos 29 nm de diámetro, que contienen respectivamente dos moléculas de ARN de cadena doble de sentido positivo; existiendo un tercer tipo de partícula que es la capsida vacía. Para la infección se necesitan los dos ARNs. El ARN-M tiene los genes para los polipéptidos de la capsida y el ARN-B, el gen de la replicasa codificada por el virus (Smith et al., 1988). El virus mosaico de la calabaza (VMC) pertenece a este grupo (Nameth et al., 1986; Smith et al., 1988).

El VMC ha sido reportado en California durante los pasados 30 años, con una mayor incidencia en la parte norte y centro del estado (Nameth et al., 1986), siendo el medio de transmisión más eficaz y peligroso la semilla, aunque también ciertas especies de coléopteros o escarabajos fitófagos lo pueden transmitir de manera eficaz (Nameth et al., 1986; Garzón 1987; Blancard et al., 1991). El VMC está presente en varias zonas productoras de semilla de cucurbitáceas en California, Israel y Taiwan (Blancard et al., 1991) y en México ha sido detectando en los Estados de Sonora, Sinaloa, Michoacán



y Guanajuato, principalmente en cultivos de melón y pepino de varias compañías productoras de semillas (Garzón, 1987)

### **Geminivirus**

Este grupo contiene partículas gemelas (18 x 20 nm) que constan de dos icosaedros incompletos. Algunos miembros del grupo tienen dos moléculas de ADN de cadena simple, siendo ambas moléculas o partículas necesarias para la infección, mientras que otros miembros presentan una única especie de ADN de cadena simple (Smith et al., 1988), siendo el virus hoja enrollada de la calabaza (VHEC) un miembro importante de este grupo por los daños tan severos que ocasiona en algunas especies de cucurbitáceas (Cohen et al., 1983; Nameth et al., 1986).

El VHEC fue reportado por primera vez en California en 1981, dañando severamente a varias especies de cucurbitáceas (Flock y Mayhew, 1981; Nameth et al., 1986), coincidiendo con poblaciones extremadamente grandes de mosca blanca Bemisia tabaci (Genn.), por lo que se llevaron posteriormente estudios de este complejo para determinar las propiedades del virus y su relación con el vector B. tabaci. (Cohen et al., 1983). Polston et al., (1990) no encontraron diferencias significativas en la detección del ADN viral al analizar adultos de mosca blanca machos y hembras; pero los machos contenían más ADN viral por microgramo de peso del cuerpo que las hembras; sin embargo, Bird (1986) menciona que las hembras son más eficientes que



los machos como vectores del virus debido a la mayor actividad metabólica que presentan y a que pueden portar más de un virus simultáneamente. El VHEC es transmitido por la mosca blanca de una manera persistente o circulativa (Cohen et al., 1983; Nameth et al., 1986; Brown y Bird, 1992).

### **Closterovirus**

Este grupo presenta partículas alargadas o filamentosas, muy flexibles, con un ARN de cadena simple de sentido positivo y un polipéptido en la capsida. La mayor parte se transmiten por áfidos o pulgones de forma semipersistente debido a diferencias en la longitud de la partícula y en el método natural de transmisión, se han descrito tres subgrupos: Subgrupo A de transmisión desconocida; Subgrupo B transmitido por pulgones y Subgrupo C transmitido por pulgones y aleurodidos (Smith et al., 1988).

El virus infeccioso amarillo de la lechuga (VIAL) pertenece a un subgrupo de los closterovirus y es transmitido por mosquita blanca B. tabaci (Genn.), de manera semipersistente (Duffus et al., 1986; Nameth et al., 1986; Cohen et al., 1992). En 1981 en las áreas desérticas del sur de los Estados de California y Arizona, plantaciones de lechuga fueron infectadas en un 100% por este virus, así como también algunas especies de cucurbitáceas principalmente melones, pepinos y calabazas causando grandes pérdidas económicas (Duffus et al., 1986; Nameth et al., 1986), mientras que en 1988 fue detectado en plantas de melón colectadas en el suroeste de México y en

1991 fue identificado en el Estado de Texas infectando severamente cultivos de melón, sandía y calabaza (Halliwell y Johnson, 1992).

### Alternativas para el control de virus en cucurbitáceas

Los trabajos de investigación para proteger a las plantas contra virus, se han enfocado a tres factores: Interferir en el comportamiento del vector; interferir en el proceso de transmisión del virus e interferir en la multiplicación del virus en el hospedante (Garzón, 1987).

Los tratamientos con insecticidas son efectivos para reducir las poblaciones de áfidos transmisores de virus, sin embargo, esa eficiencia se reduce al no impedir el desarrollo de la epidemia viral, ya que los vectores vienen con frecuencia del exterior y transmiten el virus mediante picaduras muy breves, sin que el producto tenga tiempo de actuar (Blancard et al., 1991). Brown y Bird (1992) mencionan asimismo, que la mosca blanca B. tabaci (Genn.) transmisora de geminivirus es muy difícil de controlar con insecticidas y que además va obteniendo resistencia a los productos, por lo que se tienen que buscar otras formas de control para reducir las poblaciones del insecto y consecuentemente del virus.

La utilización de plásticos repelentes tienen un efecto fototáctico en la mosca blanca, siendo una alternativa prometedora hacia el futuro, para reducir la incidencia de virosis, pero no es efectiva cuando los niveles de mosca blanca

y del virus son muy altos (Brown y Bird, 1992). Los insectos pueden ser atraídos o repelidos por la longitud de onda que se tiene con el reflejo de la luz en ciertos colores de plástico, de tal forma que los áfidos son repelidos por longitudes de onda corta producidas por el aluminio y el color blanco, siendo atraídos por el amarillo y el verde que son de onda larga (Garzón, 1987). Gerardo (1990), en un trabajo realizado en calabacita de verano evaluó varios tratamientos utilizando plásticos de diferentes colores para reducir el problema de virosis y encontró que los acolchados de aluminio y blanco redujeron la incidencia de plantas virosas en un 44% y 36% respectivamente, en comparación con el testigo sin protección que alcanzó un 88% de plantas enfermas y encontró todavía mejores resultados al combinar túnel más acolchado blanco reduciéndose la incidencia de plantas enfermas hasta un 10%.

Se menciona también la utilización de ciertos aceites asperjados sobre el follaje de la planta para reducir la incidencia de enfermedades virales. En el cultivo del melón se han evaluado dosis de citrolina al 1.0 y 1.5%, en una y dos dosis por semana, siendo el segundo tratamiento el que ha dado mejores resultados logrando una ligera reducción en la incidencia de la enfermedad (Garzón, 1987).

Brown y Bird (1992), mencionan que el control de malezas adyacentes al cultivo, la utilización de cultivos trampa y el establecimiento de períodos libres de cultivos hospedantes de la mosquita blanca, reducen sus poblaciones

y por consiguiente la incidencia de virosis.

La genética clásica y técnicas de mejoramiento de plantas se han utilizado para desarrollar cultivares resistentes a enfermedades de tipo viral (Brown y Bird, 1992). Los cruzamientos interespecíficos en Cucurbita han sido estudiados por muchos investigadores, principalmente entre las cuatro especies cultivadas anuales, C. pepo, C. argyrosperma, C. máxima y C. moschata, de donde se han originado o mejorado muchas calabazas, con características deseables como vienen siendo la resistencia a virus que causan enfermedades, altos rendimientos y calidad de fruto (Whitaker y Robinson, 1986). El cruzamiento de C. pepo con C. moschata es importante desde el punto de vista teórico y práctico, ya que puede generar un intercambio de genes de un alto valor económico, siendo de especial significancia la alta susceptibilidad de C. pepo a enfermedades, mientras que C. moschata muestra una alta tolerancia lo que la convierte en una excelente fuente de resistencia (Shifriss, 1987).

Rodríguez (1988), evaluó 23 líneas de C. moschata encontrando una alta variación en cuanto a la forma y tamaño del fruto, así como también una alta tolerancia a enfermedades de tipo viral, haciendo la observación de la posibilidad de utilizar a esta especie como fuente de resistencia para introducirla a otras especies cultivadas como es el caso de C. pepo. En base a lo anterior, se ha tratado de transferir esa resistencia a virosis mostrada en C. moschata hacia C. pepo, a través de un programa de cruzamientos

interespecíficos, retrocruzas, autofecundaciones y selección durante varios años que ha llevado a la formación de líneas e híbridos F<sub>1</sub> tipo Gray Zucchini altamente tolerantes al VHEC, de altos rendimientos y calidad aceptable de fruto (Valenzuela, 1991; Domínguez, 1992; Tacho, 1995). En un trabajo realizado por Gerardo (1990), se evaluaron 89 genotipos originados de selecciones y cruzas entre C. moschata y la variedad Gray Zucchini (C. pepo), se detectaron 18 líneas e híbridos con una marcada tolerancia a virosis, identificando en hojas de plantas enfermas severamente dañadas al virus mosaico del pepino (VMP) y a los virus mosaico de la sandía 1 y 2 (VMS-1, VMS-2).

C. moschata fue utilizada como puente para transferir genes de resistencia a enfermedades de C. martinezzi a C. pepo, ya que el cruzamiento de C. martinezzi con C. pepo se dificulta debido a barreras genéticas, resultando más fácil el cruzamiento con C. moschata y posteriormente el híbrido generado fue cruzado con C. pepo, utilizándose esta triple cruza para transferir resistencia al VMP (Whitaker y Robinson, 1986). Mientras que Zitter et al., (1991) encontraron en C. pepo var. Cinderella una alta resistencia a tres razas del virus mosaico del pepino aparentemente generada por la inhibición de la replicación del virus.

Cruzamientos interespecíficos entre C. máxima x C. ecuadorensis, fueron llevados a cabo para estudiar la heredabilidad de la resistencia al VMAZ y encontraron que la continua variación observada en las generaciones

segregantes y no segregantes implica que es de herencia cuantitativa y controlado por varios genes mayores, presentando también efectos de aditividad e interacción entre ellos, por lo que el uso de C. ecuadorensis como fuente de resistencia es discutible (Paran et al., 1989), mientras que en C. moschata la resistencia al mismo virus está controlada por un simple gene en condición homocigótica (Munger y Provvidenti, 1987).

Algunos laboratorios están aplicando métodos biotecnológicos como la protección mediante cubierta de proteína, interferencia de la replicasa defectuosa y otro tipo de estrategias para desarrollar plantas resistentes a virus (Brown y Bird, 1992).

Dentro de los métodos que se han usado para proteger a las plantas contra infecciones virales, está la protección cruzada, la cual se basa en que una planta infectada con una variedad benigna de un virus conocido como inductor, no presenta síntomas cuando es posteriormente infectada con un virus que causa síntomas más severos llamado retador, y lo que realmente sucede es que las proteínas de la capsida del virus inductor encapsidan al ARN del virus retador impidiendo su replicación (Rivera, 1987). En un trabajo realizado por Wang et al., (1991) una variante del virus mosaico amarillo de la calabacita zucchini (VMAZ-WK) fue utilizado en pruebas de protección cruzada en pepino, melón y calabacita zucchini contra cuatro cepas que causan severos daños en estos cultivos VMAZ-CT, VMAZ-FL, VMAZ-FR y VMAZ-TW, con excelentes resultados a nivel de invernadero y de campo, reduciendo los



síntomas por virosis y obteniéndose además altos rendimientos y calidad de fruto.

Una versión más moderna de la protección cruzada consiste en simular la infección del virus inductor al hacer que la planta por si misma produzca la proteína de la capsida viral, la introducción del gene de la capsida proteica al genoma de la planta produce una protección similar a la obtenida utilizando virus, desconociéndose si esta protección observada en plantas transgénicas tiene el mismo mecanismo que la obtenida con el virus; sin embargo, esta opción resulta prometedora puesto que no presenta los riesgos potenciales que tiene la protección cruzada con virus (Rivera, 1987).

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora.

Durante el ciclo de primavera de 1995, se estableció un lote de cruzamiento con la siembra de 20 materiales, de los cuales 15 eran líneas autofecundadas; tres híbridos  $F_1$  y dos variedades comerciales, Gray Zucchini y Zucchini Dark Green. La siembra se llevó a cabo el 21 de febrero en bordos separados a 1.6 m, con 20 m de longitud y una población de tres plantas por metro lineal.

El período de polinización artificial o controlada fue del 18 al 29 de abril. Se llevaron a cabo 225 cruzas tanto directas como recíprocas entre líneas y entre líneas con las dos variedades comerciales. También se realizaron 174 autofecundaciones, principalmente de líneas para mantener fuente de semilla pura y por último 23 retrocruzas de las  $F_1$  con sus líneas progenitoras.

Los anteriores trabajos de cruzamiento se llevaron a cabo en base a los objetivos previamente planteados en esta investigación. La cosecha de fruto se inició hasta que éste llegara a su completa madurez, iniciándose la extracción de semilla a mediados del mes de junio.

En el ciclo verano-otoño de 1995, se estableció la parte complementaria de esta investigación, realizándose dos experimentos.

### Rendimiento y reacción a virosis

En el primer trabajo (Cuadro 1) se evaluaron 13 híbridos F<sub>1</sub>, ocho líneas autofecundadas y tres materiales comerciales, la variedad de polinización abierta Gray Zucchini, el híbrido experimental PSR59792 y el híbrido comercial Raven, los cuales fueron utilizados como testigos, dando como resultado 24 tratamientos.

Cuadro 1. Materiales evaluados durante el ciclo verano-otoño, 1995.

1.	722 x 712	13.	1111 x 212
2.	262 x 211	14.	211
3.	264 x 211	15.	212
4.	211 x ZDG	16.	214
5.	722 x 711	17.	711
6.	262 x 711	18.	722
7.	264 x 711	19.	262
8.	232 x 711	20.	232
9.	214 x 711	21.	712
10.	212 x 111	22.	Gray Zucchini
11.	111 x 232	23.	Raven
12.	GZ x 262	24.	PSR59792

ZDG = Zucchini Dark Green

GZ = Gray Zucchini

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con 3 repeticiones para evaluar el rendimiento y reacción a virosis.

La siembra se llevó a cabo el 12 de septiembre y cada unidad experimental estuvo conformada por una cama de siembra de 6 m de longitud, separadas a 1.60 m, con una separación entre plantas de 0.30 m, para obtener una población de aproximadamente 18 plantas por unidad experimental.

La cosecha se inició el 20 de octubre y finalizó el 11 de diciembre, con un total de 22 cortes de fruto para un promedio de 3 cortes por semana.

El rendimiento se determinó en base a las normas de calidad establecidas para el tamaño del fruto, las cuales marcan lo siguiente: 1X = 12-14 cm, 2X = 15-17 cm, 3X = 18-20 cm y 4X = >20 cm (Domínguez, 1992; Corrales, 1993).

Para evaluar la reacción a virosis se tomó al azar una muestra de 10 plantas por cada unidad experimental y se aplicó la siguiente escala: 1 = Sin síntomas, 2 = Leve a regular, 3 = Moderadamente fuerte y 4 = Severa, el análisis se efectuó con las medias de las 10 observaciones.

Es importante señalar que esta evaluación se llevó a cabo observando visualmente la sintomatología de la planta y en base a esto se determinó el

grado de infección, por lo que no es un método confiable; sin embargo, nos da una idea del grado de reacción de la planta hacia el virus. Los caracteres número de tallos, longitud de tallos y entrenudos se evaluaron también tomando al azar 10 plantas por unidad experimental, utilizando sus medias para los análisis.

### Herencia del caracter número de tallos

En el segundo experimento, el objetivo principal consistió en estudiar la heredabilidad del caracter número de tallos, utilizando las líneas autofecundadas 722, 712; los híbridos 722 x 712 y 712 x 722; las retrocruzas  $F_1$  x 722 y  $F_1$  x 712 y dos generaciones segregantes  $F_2$ , lo que da un total de ocho tratamientos. La línea 722 se comporta típicamente con hábito de crecimiento abierto, de un tallo, mientras que 712 presenta varios tallos, lo cual se considera indeseable.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con 4 repeticiones. La fecha de siembra fue el 15 de septiembre y cada unidad experimental estuvo conformada por una cama de 6 m de longitud con una separación entre ellas de 1.60 m. La separación entre plantas fue de 0.30 m procurando obtener alrededor de 18 plantas por unidad experimental. Para evaluar el caracter se tomó al azar una muestra de 10 plantas por tratamiento y repetición, contándose el número de tallos.



El número de pares de genes que controlan el carácter número de tallos se estimó con la fórmula de Lush, la cual estima la variación ecológica como el promedio de variación de los progenitores  $P_1$  y  $P_2$  (Reyes, 1985).

$$n = \frac{(\bar{X}_{P_1} - \bar{X}_{P_2})^2}{8 \left( S^2_{F_2} - \frac{S^2_{P_1} + S^2_{P_2}}{2} \right)}$$

$n$  = Número de pares de genes

$\bar{X}_{P_1} - \bar{X}_{P_2}$  = Diferencia entre los promedios de intensidad en las poblaciones de los progenitores.

$S^2_{F_2}$  = Varianza fenotípica de  $F_2$

$S^2_{P_1}$  = Varianza del  $P_1$

$S^2_{P_2}$  = Varianza del  $P_2$

Las distribuciones observadas de las plantas  $F_2$  fueron probadas por conformidad con lo esperado para la segregación de uno y dos pares de genes, haciendo uso de la prueba de Ji-cuadrada.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Ciclo de primavera de 1995

Aún cuando se trabajó en el ciclo de primavera con la finalidad de obtener materiales para su evaluación en el ciclo siguiente, es importante señalar algunas observaciones, principalmente en relación con los virus presentes.

El desarrollo de las plantas en general fue vigoroso, sin embargo, todos los materiales mostraron síntomas de virosis desde las primeras etapas de crecimiento, desde moderado hasta fuerte tanto en las hojas como posteriormente en el fruto, con excepción de las líneas 711, 712 y la variedad Gray Zucchini que mostraron síntomas leves, lo cual coincide con Garzón (1987), ya que cuando los síntomas se presentan en las primeras etapas de desarrollo de la planta, aumenta la probabilidad o es casi seguro de que el fruto también se vea dañado.

Con el fin de identificar los virus presentes se tomaron muestras de hojas dañadas de cada uno de los materiales y se analizaron a través de la técnica serológica inmunoenzimática (ELISA), resultando positiva para el virus mosaico amarillo de la calabacita zucchini (VMAZ), el cual pudo haber sido

diseminado por áfidos (Lisa et al., 1981; Whitaker y Robinson, 1986; Blancard et al., 1991).

### Ciclo de verano-otoño de 1995

#### **Rendimiento y grado de expresión de la heterocigocidad**

El rendimiento de fruto tamaño 1X, se muestra en el Cuadro 2, observándose que seis híbridos  $F_1$  y dos líneas autofecundadas fueron muy superiores al testigo principal Gray Zucchini. El Híbrido  $F_1$  264 x 711 fue el que obtuvo el más alto rendimiento con 23,608 Kg/ha comparado con la variedad Gray Zucchini que produjo 13,308 Kg/ha. Estos resultados coinciden con los reportados por Tacho (1995), ya que este híbrido se comportó en su trabajo como el más productivo.

Con respecto a la manifestación y grado de expresión de la heterocigocidad para rendimiento de fruto 1X, podemos observar en el Cuadro 3, que cuatro de los siete híbridos  $F_1$  G. Zucchini x 262, 232 x 711, 262 x 211 y 262 x 711 expresaron una heterosis positiva, lo que indica la

Cuadro 2. Rendimiento obtenido de fruto tamaño 1X de 24 genotipos durante el ciclo verano-otoño, 1995.

Línea o Híbrido	Rendimiento Kg/ha	Grupos Estadísticos
264 x 711	23,608	a
264 x 211	22,958	a
712	22,708	a
G. Zucchini x 262	22,183	a b
232 x 711	21,725	a b c
214 x 711	21,500	a b c
214	20,425	a b c
262 x 211	19,417	a b c
262 x 711	19,158	a b c d
722 x 712	19,033	a b c d
111 x 232	18,292	a b c d
212	18,142	a b c d
232	16,425	a b c d
262	16,217	a b c d
722 x 711	16,017	a b c d
722	15,883	a b c d
111 x 212	15,283	a b c d
211	15,283	a b c d
711	13,908	b c d
Raven	13,808	b c d
PSR59792	13,792	b c d
211 x 111	13,658	b c d
Gray Zucchini	13,308	c d
211 x Z. Dark Green	10,567	d

Tukey 0.05, DMS = 8,779

Cuadro 3. Manifestación de heterocigocidad y grado de expresión para rendimiento de fruto tipo 1X en los híbridos F<sub>1</sub> durante el ciclo verano-otoño, 1995.

Progenitores e Híbridos	Rendimiento Kg/ha	Grado de Expresión en F <sub>1</sub>	Porcentaje
G. Zucchini	13,308		
G.Z. x 262	22,183	H <sup>+</sup>	150.2
262	16,217		
232	16,425		
232 x 711	21,725	H <sup>+</sup>	143.2
711	13,908		
214	20,425		
214 x 711	21,500	DC	125.2
711	13,908		
262	16,217		
262 x 211	19,417	H <sup>+</sup>	123.2
211	15,283		
262	16,217		
262 x 711	19,158	H <sup>+</sup>	127.1
711	13,908		
722	15883		
722 x 712	19,033	DP <sup>+</sup>	98.6
712	22,708		
722	15,883		
722 x 711	16,017	DC	107.5
711	13,908		

H<sup>+</sup> = Heterosis positiva  
DC = Dominancia Completa

DP<sup>+</sup> = Dominancia Parcial del  
progenitor más productivo



manifestación del vigor híbrido en estos materiales (Whitaker y Robinson, 1986). Dos híbridos  $F_1$  y un híbrido  $F_1$ , presentaron dominancia completa y dominancia parcial del progenitor más productivo, respectivamente.

Si comparamos el rendimiento de la variedad Gray Zucchini de 13,308 Kg/ha con el rendimiento del híbrido  $F_1$  G. Zucchini x 262, observamos una gran superioridad de este último, esto quizá se deba a la herencia de C. moschata sobre la línea 262 para inducir altos rendimientos en combinaciones híbridas, observación también hecha por Tacho (1995); sin embargo, C. moschata en siembras de primavera-verano (Rodríguez, 1988) no ha obtenido buenos resultados en cuanto a producción.

En el Cuadro 4 podemos observar el rendimiento de fruto tamaño 2X donde ocho híbridos  $F_1$  y el híbrido comercial Raven fueron superiores en rendimiento a la variedad Gray Zucchini; sin embargo, estos ocho híbridos fueron estadísticamente iguales (Tukey 0.05) a Raven otro de los testigos incluidos. El híbrido  $F_1$  232 x 711 fue el que obtuvo el mayor rendimiento con 10,522 Kg/ha y la variedad Gray Zucchini fue el tratamiento con la más baja producción que fue de 3,183 Kg/ha.

Cuadro 4. Rendimiento obtenido de fruto tamaño 2X de 24 genotipos durante el ciclo verano-otoño, 1995.

Línea o Híbrido	Rendimiento Kg/ha	Grupos Estadísticos
232 x 711	10,522	a
264 x 711	9,950	a b
262 x 711	9,650	a b c
G Zucchini x 262	9,533	a b c
Raven	9,283	a b c
722 x 712	8,792	a b c d
214 x 711	8,583	a b c d
264 x 211	8,400	a b c d
111 x 212	8,325	a b c d
262	7,775	a b c d e
712	7,733	a b c d e
262 x 211	7,708	a b c d e
111 x 232	7,650	a b c d e
212	7,467	a b c d e
214	7,425	a b c d e
211	7,367	a b c d e
211 x Z Dark Green	7,033	a b c d e
232	6,800	a b c d e
211 x 111	6,467	a b c d e
722 x 711	5,208	b c d e
722	4,875	c d e
711	4,017	d e
PSR59792	3,408	e
Gray Zucchini	3,183	e

Tukey 0.05, DMS = 4,836

En el Cuadro 5 se observa el grado de expresión de la heterocigocidad para rendimiento de fruto 2X y los resultados indican que tres híbridos  $F_1$  232 x 711, 262 x 711 y G. Zucchini x 262 mostraron una heterosis positiva, mientras que cuatro híbridos  $F_1$  expresaron una dominancia completa, lo que nos dice que el vigor híbrido expresado en la primera generación filial hace que estos sean superiores a las variedades de polinización abierta (Whitaker y Robinson, 1986).

El rendimiento de fruto tamaño 3X lo podemos observar en el cuadro 6, y en base a la prueba de Tukey 0.05, cuatro híbridos  $F_1$  211 x 111, 111 x 212, 111 x 232 y 264 x 711 fueron superiores estadísticamente a la variedad comercial Gray Zucchini, no existiendo diferencia significativa entre ellos. El híbrido experimental PSR59792 y la variedad Gray Zucchini con 400 y 258 Kg/ha respectivamente fueron los de más baja producción, pero dentro del mismo grupo de significancia con otros 18 tratamientos.

Con respecto a la manifestación de la heterocigocidad y su grado de expresión (Cuadro 7) para rendimiento de fruto 3X, observamos que los híbridos  $F_1$  262 x 711, 232 x 711 y 214 x 711 mostraron una heterosis positiva por lo que se da una alta manifestación del vigor híbrido. Un híbrido  $F_1$  y tres híbridos  $F_1$  expresaron dominancia completa y dominancia parcial del progenitor más productivo respectivamente.

Cuadro 5. Manifestación de heterocigocidad y grado de expresión para rendimiento de fruto tipo 2X en los híbridos F<sub>1</sub> durante el ciclo verano-otoño, 1995.

Progenitores e Híbridos	Rendimiento Kg/ha	Grado de Expresión en F <sub>1</sub>	Porcentaje
232	6,800		
232 x 711	10,525	H <sup>+</sup>	194.6
711	4,017		
262	7,775		
262 x 711	9,650	H <sup>+</sup>	763.6
711	4,017		
G Zucchini	3,183		
G.Z. x 262	9,533	H <sup>+</sup>	173.9
262	7,775		
722	4,875		
722 x 712	8,792	DC	139.4
712	7,733		
214	7,425		
214 x 711	8,583	DC	150.0
711	4,017		
262	7,775		
262 x 211	7,708	DC	101.8
211	7,367		
722	4,875		
722 x 711	5,208	DC	117.1
711	4,017		

H<sup>+</sup> = Heterosis positiva

DC = Dominancia Completa

Cuadro 6. Rendimiento obtenido de fruto tamaño 3X de 24 genotipos durante el ciclo verano-otoño, 1995.

Línea o Híbrido	Rendimiento Kg/ha	Grupos Estadísticos
211 x 111	5,475	a
111 x 212	5,058	a b
111 x 232	4,292	a b c
264 x 711	4,267	a b c
262 x 711	3,658	a b c d
Raven	3,525	a b c d
232 x 711	3,317	a b c d
264 x 211	3,142	a b c d
262	2,908	a b c d
211 x Z Dark Green	2,775	a b c d
262 x 211	2,667	a b c d
722 x 712	2,592	a b c d
214 x 711	2,517	a b c d
712	2,517	a b c d
212	2,317	a b c d
G. Zucchini x 262	2,133	a b c d
232	1,742	a b c d
211	1,600	a b c d
214	1,442	b c d
722	1,175	b c d
711	1,008	c d
722 x 711	883	c d
PSR59792	400	c d
Gray Zucchini	258	d

Tukey 0.05, DMS = 3,902



Cuadro 7. Manifestación de heterocigocidad y grado de expresión para rendimiento de fruto tipo 3X en los híbridos F<sub>1</sub> durante el ciclo verano-otoño, 1995.

Progenitores e Híbridos	Rendimiento Kg/ha	Grado de Expresión en F <sub>1</sub>	Porcentaje
262	6,908		
262 x 711	3,658	H <sup>+</sup>	186.8
711	1,008		
232	1,742		
232 x 711	3,317	H <sup>+</sup>	241.2
711	1,008		
262	2,908		
262 x 211	2,667	DP <sup>+</sup>	118.3
211	1,600		
722	1,175		
722 x 712	2,592	DC	140.4
712	2,517		
214	1,442		
214 x 711	2,542	H <sup>+</sup>	207.5
711	1,008		
G. Zucchini	258		
G.Z. x 262	2,133	DP <sup>+</sup>	134.7
262	2,908		
722	1,175		
722 x 711	883	DP <sup>+</sup>	80.8
711	1,008		

H<sup>+</sup> = Heterosis positiva  
DC = Dominancia Completa

DP<sup>+</sup> = Dominancia Parcial del  
progenitor más productivo

El tamaño de fruto 4X en ocasiones por necesidades de mercado o por una alta demanda del producto, se puede comercializar. En el Cuadro 8 podemos observar que para rendimiento de este tamaño de fruto no hubo diferencia estadística (Tukey 0.05) entre los 24 tratamientos; sin embargo, el híbrido F<sub>1</sub> 111 x 232 obtuvo el más alto rendimiento con 2,617 Kg/ha y la variedad Gray Zucchini sin producción fue la más baja.

Cinco híbridos F<sub>1</sub>, 232 x 711, 262 x 711, G. Zucchini x 262, 214 x 711 y 722 x 712 (Cuadro 9), mostraron una heterosis positiva para rendimiento de fruto 4X y los híbridos 262 x 211, 722 x 711 expresaron una dominancia completa lo que indica que el vigor híbrido está de manifiesto en estos materiales.

La producción total se observa en el Cuadro 10, donde podemos notar que siete híbridos F<sub>1</sub> y una línea autofecundada, la 712, fueron mejores que la variedad Gray Zucchini utilizada como testigo principal. El híbrido 264 x 711 obtuvo el mayor rendimiento con 38,375 Kg/ha y la variedad Gray Zucchini fue el tratamiento con el rendimiento más bajo con 16,750 Kg/ha.

Cuadro 8. Rendimiento obtenido de fruto tamaño 4X de 24 genotipos durante el ciclo verano-otoño, 1995.

Línea o Híbrido	Rendimiento Kg/ha	Grupos Estadísticos
211 x 232	2,617	a
232 x 711	2,492	a
111 x 212	2,333	a
212	2,075	a
262 x 711	2,067	a
211 x 111	1,975	a
G. Zucchini x 262	1,733	a
214 x 711	1,442	a
211 x Z. Dark Green	1,400	a
722 x 712	1,208	a
Raven	1,058	a
232	1,000	a
262 x 211	942	a
722 x 711	908	a
262	825	a
214	758	a
722	750	a
264 x 211	625	a
712	583	a
264 x 711	550	a
711	433	a
211	400	a
PSR59792	283	a
Gray Zucchini	0	a

Tukey 0.05, DMS = 3,386

Cuadro 9. Manifestación de heterocigocidad y grado de expresión para rendimiento de fruto tipo 4X en los híbridos F<sub>1</sub> durante el ciclo verano-otoño, 1995.

Progenitores e Híbridos	Rendimiento Kg/ha	Grado de Expresión en F <sub>1</sub>	Porcentaje
232	1,000		
232 x 711	2,492	H <sup>+</sup>	347.8
711	433		
262	825		
262 x 711	2,067	H <sup>+</sup>	328.6
711	433		
G. Zucchini	0		
G.Z. x 262	1,733	H <sup>+</sup>	420.1
262	825		
214	758		
214 x 711	1,442	H <sup>+</sup>	242.1
711	433		
722	750		
722 x 712	1,208	H <sup>+</sup>	181.2
712	583		
262	825		
262 x 211	942	DC	153.7
211	400		
722	750		
722 x 711	908	DC	153.5
711	433		

H<sup>+</sup> = Heterosis positiva                      DC = Dominancia Completa

Cuadro 10. Rendimiento total de fruto obtenido de 24 genotipos durante el ciclo verano-otoño, 1995.

Línea o Híbrido	Rendimiento Kg/ha	Grupos Estadísticos
264 x 711	38,375	a
232 x 711	38,058	a b
G. Zucchini x 262	35,583	a b c
264 x 211	35,125	a b c
262 x 711	34,533	a b c
214 x 711	34,067	a b c d
712	33,542	a b c d
111 x 232	32,850	a b c d e
722 x 712	31,625	a b c d e f
111 x 212	31,000	a b c d e f
262 x 211	30,733	a b c d e f
214	30,050	a b c d e f
212	30,000	a b c d e f
262	27,725	a b c d e f
Raven	27,675	a b c d e f
211 x 111	27,575	a b c d e f
232	25,967	a b c d e f
211	24,650	a b c d e f
722 x 711	23,017	b c d e f
722	22,683	c d e f
211 x Z. Dark Green	21,775	c d e f
711	19,367	d e f
PSR59792	17,883	e f
Gray Zucchini	16,750	f

Tukey 0.05, DMS = 15,118

El grado de manifestación de la heterogocidad para rendimiento total (Cuadro 11) nos indica que los híbridos F<sub>1</sub> 232 x 711, G. Zucchini x 262, 262 x 711, 214 x 711 y 262 x 211 expresaron una heterosis positiva, mientras que los híbridos 722 x 712, 722 x 711 mostraron una dominancia parcial del progenitor más productivo y dominancia completa, respectivamente.

De acuerdo a los resultados obtenidos para rendimiento por tamaño de fruto y en producción total, el híbrido F<sub>1</sub> que se comportó más uniforme, en cuanto a la expresión de alto rendimiento fue el 264 x 711 y además la línea 711 es la que mostró ser el mejor polinizador, ya que la mayoría de las cruzas en las que se utilizó manifestaron una heterosis positiva, coincidiendo lo anterior en los resultados obtenidos por Tacho (1995), donde esta cruce y la línea 711 obtuvieron un comportamiento muy similar a los expresados en este trabajo.

Es importante mencionar que las condiciones de alta temperatura y días largos prevalecieron durante el inicio del establecimiento del cultivo y principalmente al inicio del período de floración, observamos una mayor proporción de flores masculinas con respecto a flores femeninas (información no analizada estadísticamente), coincidiendo esto con los resultados obtenidos por NeSmith y Hoogenboom (1994), en donde mencionan que la condición de temperatura alta y fechas de siembra tempranas en el ciclo verano-otoño aumentan la proporción de flor masculina y disminuye la flor femenina, siendo esta una de las causas de los bajos rendimientos expresados por algunas



Cuadro 11. Manifestación de heterocigocidad y grado de expresión para rendimiento total de fruto en los híbridos F<sub>1</sub> durante el ciclo verano-otoño, 1995.

Progenitores e Híbridos	Rendimiento Kg/ha	Grado de Expresión en F <sub>1</sub>	Porcentaje
232	25,967		
232 x 711	38,058	H <sup>+</sup>	167.9
711	19,367		
G. Zucchini	16,750		
G.Z. x 262	35,583	H <sup>+</sup>	160.0
262	27,725		
262	27,725		
262 x 711	34,533	H <sup>+</sup>	146.8
711	19,367		
214	30,050		
214 x 711	34,067	H <sup>+</sup>	138.8
711	19,367		
722	22,683		
722 x 712	31,625	DP <sup>+</sup>	112.4
712	33,542		
262	27,725		
262 x 211	30,783	H <sup>+</sup>	117.3
211	24,650		
722	22,683		
722 x 711	23,017	DC	109.4
711	19,367		

H<sup>+</sup> = Heterosis positiva  
DC = Dominancia Completa

DP<sup>+</sup> = Dominancia Parcial del  
progenitor más productivo

variedades, principalmente las de fruto verde claro, cuando son sembradas bajo las condiciones antes mencionadas. Observamos también que cuando las temperaturas fueron más frescas y el día más corto se promovió la formación de flor femenina, llegando a realizar hasta 22 cortes de fruto en algunos de los tratamientos.

### **Reacción a Virosis**

Los materiales comerciales PSR59792, Raven y la variedad Gray Zucchini mostraron un alto grado de infección por virosis (Cuadro 12), comparados con las líneas y los híbridos  $F_1$ , los cuales mostraron una alta tolerancia a la enfermedad, salvo la cruce 211 x Z. Dark Green la cual mostró síntomas leves a regulares en el follaje, coincidiendo estos resultados a los obtenidos por Tacho, (1995) donde las líneas y los híbridos evaluados presentaron también una alta tolerancia a virosis.

Cuatro de los materiales dañados fuertemente con virosis y uno libre de síntomas, fueron analizados para determinar el tipo de virus presente en las plantas, dando positivo para las cinco muestras el virus hoja enrollada de la calabaza (VHEC), el cual es transmitido por mosquita blanca (Flock y Mayhew, 1981; Cohen et al., 1983; Whitaker y Robinson, 1986; Brown y Bird, 1992), siendo muy similares los síntomas típicos de esta enfermedad a los encontrados por Domínguez (1992) y Tacho (1995) en sus trabajos, que

Cuadro 12. Reacción a virosis presentada por los 24 genotipos durante el ciclo verano-otoño, 1995.

Genotipo	Síntomas de virosis	Grupos Estadísticos
214	1.1	a
212	1.1	a
214 x 711	1.2	a
722 x 712	1.2	a
722	1.2	a
264 x 711	1.2	a
722 x 711	1.2	a
211	1.2	a
264 x 211	1.2	a
262	1.2	a
232	1.3	a
712	1.3	a
711	1.3	a
111 x 232	1.3	a
111 x 212	1.4	a
232 x 711	1.4	a
262 x 711	1.4	a
262 x 211	1.4	a
211 x 111	1.6	a
G. Zucchini x 262	1.7	a
211 x Z. Dark Green	2.5	b
Gray Zucchini	3.0	b c
Raven	3.3	c
PSR59792	3.7	c

Tukey 0.05, DMS = 0.7

1 = Sin síntomas

3 = Moderadamente fuerte

2 = Leve a regular

4 = Severa

aunque no analizaron tejido, el VHEC fue el agente causal más probable de la virosis observada.

### **Número de tallos, longitud de tallos y entrenudos**

Con respecto al número de tallos (Cuadro 13) se observó una gran variación produciéndose desde 1 hasta 7; sin embargo, los materiales comerciales Raven y PSR59792 fueron muy uniformes para este carácter, no así la variedad Gray Zucchini que fue la que obtuvo el mayor número con 7. En el caso de las líneas y los híbridos, este carácter varió mucho, coincidiendo estos resultados a los obtenidos por Tacho (1995); las líneas 722, 211 y el híbrido 211 x Z. Dark Green fueron más estables produciendo en promedio cerca de un solo tallo por planta, mientras que la línea 712 y los híbridos 111 x 212, 211 x 111 y 722 x 712 fueron los que presentaron el mayor número de tallos con un promedio aproximadamente de 6 por planta.

La longitud de tallos (Cuadro 14) presentó mucha variabilidad entre los tratamientos, produciéndose desde 42.5 cm hasta 144.6 cm; los materiales comerciales PSR59792, Gray Zucchini y Raven fueron los que presentaron la menor longitud con 42.5, 49.4 y 54.7 cm respectivamente, mientras que en las líneas y en los híbridos varió desde 48.0 cm en la línea 711 hasta 144.6 cm en el híbrido 111 x 232.

Cuadro 13. Número de tallos de 24 genotipos evaluados durante el ciclo verano-otoño, 1995.

Línea o Híbrido	Número de tallos	Grupos Estadísticos
Gray Zucchini	7.0	a
111 x 212	6.8	a b
712	6.5	a b
211 x 111	6.3	a b c
722 x 712	6.3	a b c d
111 x 232	5.7	a b c d
232 x 711	5.5	a b c d e
711	5.2	a b c d e
264 x 711	5.0	a b c d e
G. Zucchini x 262	4.3	a b c d e f
262 x 711	4.1	a b c d e f
722 x 711	4.1	a b c d e f
212	4.0	a b c d e f
264 x 211	3.6	a b c d e f
232	3.6	a b c d e f
214	3.5	a b c d e f
262	3.3	b c d e f
214 x 711	2.8	c d e f
262 x 211	2.2	d e f
PSR59792	1.7	e f
722	1.7	f
211	1.2	f
211 x Z. Dark Green	1.0	f
Raven	1.0	f

Tukey 0.05, DMS = 3.5974

Cuadro 14. Longitud del tallo de 24 genotipos evaluados durante el ciclo verano-otoño, 1995.

Línea o Híbrido	Longitud tallos (cm)	Grupos Estadísticos
111 x 232	144.6	a
211	127.0	a b
262	124.1	a b c
262 x 211	123.4	a b c d
211 x Z. Dark Green	121.8	b c d
211 x 111	121.8	b c d
232	111.4	b c d e
264 x 211	104.4	c d e f
212	101.3	d e f g
722	91.8	e f g h
262 x 711	87.7	f g h
232 x 711	85.3	f g h i
111 x 212	80.5	g h i
264 x 711	79.9	g h i
722 x 712	77.4	h i
G. Zucchini x 262	76.5	h i j
722 x 711	74.1	h i j
214	73.9	h i j
214 x 711	70.5	h i j k
712	63.3	i j k l
Raven	54.7	j k l
Gray Zucchini	49.4	k l
711	48.0	l
PSR59792	42.5	l

Tukey 0.05, DMS = 22.256



Con respecto a la longitud de entrenudos (Cuadro 15) encontramos al igual que el caracter longitud del tallo una gran variación que fue desde 1.1 cm hasta 4.8 cm en las líneas 711 y 211 respectivamente, además observamos que los tratamientos que presentaron los tallos más largos, también tenían los entrenudos más largos y los de menor longitud del tallo los entrenudos más cortos. En cuanto a hábito de crecimiento, es deseable una planta compacta, abierta, de un solo tallo tal como lo mostró el híbrido Raven, acercándose a este prototipo la línea 722; sin embargo, en lo que respecta a rendimiento no tuvo buenos resultados.

#### Herencia del caracter número de tallos

El número de tallos (Cuadro 16), presenta una gran variación en los tratamientos, produciéndose desde 1 hasta 6. La línea 712 fue la que presentó el mayor número de tallos con 6, mientras que la línea 722 produjo sólo uno, siendo el tratamiento más uniforme para este caracter. Podemos observar que para las dos retrocruzas, las dos  $F_1$  y en las dos generaciones segregantes  $F_2$ , el caracter también se comportó con mucha variación; sin embargo, cuando la  $F_1$  generada de la cruce 712 x 722 se autofecundó para obtener la generación  $F_2$ , y cuando esa misma  $F_1$  se retrocruzó con la línea 722 la cual produce un solo tallo, el número de tallos en las plantas se redujo a cerca de 3 y 2, respectivamente.

Cuadro 15. Longitud del entrenudo de 24 genotipos evaluados durante el ciclo verano-otoño, 1995.

	Línea o Híbrido	Longitud entrenudo (cm)	Grupos Estadísticos
211		4.8	a b
212		4.1	a b
264 x 211		4.0	a b
211 x 111		4.0	a b
211 x Z. Dark Green		4.0	a b c
262		3.9	a b c
262 x 211		3.8	a b c
111 x 232		3.8	a b c
232 x 711		3.5	b c
232		3.4	b c d
722		3.2	b c d e
262 x 711		2.9	b c d e f
214		2.7	c d e f
264 x 711		2.7	c d e f
111 x 212		2.7	c d e f
712		2.7	c d e f
722 x 711		2.2	d e f g
722 x 712		2.1	e f g
G.Zucchini x 262		2.1	e f g
214 x 711		1.9	f g
Gray Zucchini		1.8	f g
Raven		1.2	g
PSR59792		1.2	g
711		1.1	g

Tukey 0.05, DMS = 1.2252

Cuadro 16. Número de tallos obtenidos en 8 genotipos durante el ciclo verano-otoño, 1995.

Genotipo	Número de tallos	Grupos Estadísticos
712	6.1	a
$F_1 \times 712$ (712 x 722) x 712	5.6	a b
712 x 722 ( $F_1$ )	4.8	a b
722 x 712 ( $F_2$ )	4.5	a b c
722 x 712 ( $F_1$ )	4.3	b c
712 x 722 ( $F_2$ )	3.1	c d
$F_1 \times 722$ (722 x 712) x 722	2.1	d e
722	1.0	e

Tukey 0.05, DMS = 1.637

Observando la gran variación que presenta este caracter en la generación  $F_1$ , retrocruzas y en las  $F_2$ , lo que confirma los coeficientes de variación tan altos (Cuadro 17) que estos presentan, se realizó un estudio para determinar el modo de herencia de este caracter, en una población segregante  $F_2$  de 40 plantas que fueron originadas por el cruzamiento de dos progenitores contrastantes, uno que produce muchos tallos (712) y otro con un solo tallo (722).

Cuadro 17. Estudio de la herencia del carácter número de tallos en una población de 40 plantas de una generación segregante F<sub>2</sub>.

Genotipo	Genealogía	Número de plantas	$\bar{X}$	S <sup>2</sup>	CV.(%)
712	Progenitor-1	40	6.1	7.45	44.7
722	Progenitor-2	40	1.0	0	0
712 x 722	F <sub>1</sub>	40	4.8	3.53	39.1
F <sub>1</sub> x 722	Retrocruza	40	2.2	3.12	80.2
712 x 722	F <sub>2</sub>	40	3.2	6.71	80.9

### Heredabilidad

Este término se ha utilizado para indicar el grado en que el fenotipo refleja al genotipo para un carácter particular en una población de plantas y su conocimiento nos permite predecir el grado de progreso que se espera al seleccionar progenitores en una población mendeliana (Reyes, 1985). El cálculo de la heredabilidad (H) se hizo considerando todos los tipos de acción génica y es conocida como genotípica y considera la relación entre la varianza genotípica y la varianza observada en una población de plantas.

$$H = \frac{S^2_{F_2} - \frac{S^2_{P_1} + S^2_{P_2} + S^2_{F_1}}{3}}{S^2_{F_2}} \times 100$$

$$H = \frac{6.71 - \frac{7.45 + 0 + 3.53}{3}}{6.71} \times 100$$

$$H = \frac{6.71 - 3.66}{6.71} \times 100$$

$$H = \frac{3.05}{6.71} \times 100$$

$$H = 0.4545 \times 100 = 45.45 \%$$

El resultado anterior nos indica que este caracter puede ser aceptado como de alta heredabilidad, ya que valores iguales o mayores al 50% hace que se les clasifique como tal (Reyes, 1985) y el conocimiento de este ayudará a determinar el método de mejoramiento a utilizar en estudios posteriores.

### Estimación del número de genes

#### 1.- Método de Castle

$$n = \frac{(\bar{X}_{P_1} - \bar{X}_{P_2})^2}{8(S^2_{F_2} - S^2_{F_1})}$$

$$n = \frac{(6.1 - 1.0)^2}{8(6.71 - 3.53)} = \frac{(5.1)^2}{8(3.18)} = \frac{26.01}{25.44}$$

$$n = 1.02$$

## 2.- Método de Lush

$$n = \frac{(\bar{X}_{P_1} - \bar{X}_{P_2})^2}{8 \left( S^2_{F_2} - \frac{S^2_{P_1} + S^2_{P_2}}{2} \right)}$$

$$n = \frac{(6.1 - 1.0)^2}{8 \left( 6.71 - \frac{7.45 + 0}{2} \right)} = \frac{26.01}{8(6.71 - 3.725)} = \frac{26.01}{23.88}$$

$$n = 1.089$$

Los resultados obtenidos por ambos métodos (Reyes, 1985) y los datos experimentales (Cuadro 17) sugieren que son pocos los genes responsables de la herencia de este carácter; sin embargo, tenemos que considerar algunos factores como ausencia de dominancia en los loci (lugares que ocupan los genes en los cromosomas), efectos de aditividad, que sean independientes (no ligamiento), efecto del medio ambiente en  $P_1$ ,  $P_2$ , así como en las generaciones  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  y que los progenitores sean homocigóticos.

**Prueba de hipótesis mediante Ji-cuadrada**

En el Cuadro 18, podemos observar el número de pares de genes, la población mínima ( $4^n$ ) y el número de plantas esperadas en la  $F_2$  si la herencia del carácter un solo tallo está controlado por un par de genes.



Cuadro 18. Población mínima para obtener un fenotipo de cualquier progenitor en la generación  $F_2$ .

Pares de genes (n)	Población mínima $4^n$	Plantas esperada en la $F_2$ con fenotipo de progenitores $P_1 = 6.1$ $P_2 = 1.0$	
1	4	1	1

En una muestra de 40 plantas en la  $F_2$ , se obtuvieron 8 plantas con fenotipo igual al progenitor ( $P_1$ ) y 15 plantas con fenotipo del  $P_2$  sugiriendo que  $n$  es un par de genes y si además la herencia es por la acción aditiva de los genes, la distribución de fenotipos será conforme al siguiente desarrollo del binomio:

$$(1 + 1)^{2n} = (1 + 1)^2 = 1 + 2 + 1 = 1 : 2 : 1$$

El número de tallos de los progenitores es:

$$\text{Número promedio de } P_1 = 6.1 \text{ tallos}$$

$$\text{Número promedio de } P_2 = 1.0 \text{ tallos}$$

$$\text{diferencia} = 5.1 \text{ tallos}$$

El incremento de cada gen de herencia aditiva es:

$$l = \frac{5.1}{2} = 2.55$$

En el Cuadro 19, se está considerando las frecuencias de fenotipos, teóricos esperados y observados en la generación  $F_2$ , para posteriormente

hacer el cálculo de la Ji-cuadrada (Cuadro 20) y decidir si se puede rechazar la hipótesis de que el carácter unitallo está controlado por 1 par de genes.

Cuadro 19. Frecuencias de fenotipos, teóricos esperados y observados en la generación F<sub>2</sub>.

Fenotipo (No. Tallos)	Relación esperada si n = 1	Frecuencias	
		Esperadas en 40 plantas	Observadas en 40 plantas
P <sub>2</sub> = 1.0	1	10	15
3.55	2	20	17
P <sub>1</sub> = 6.1	1	10	8
Suma	4	40	40

Cuadro 20. Prueba de Ji-cuadrada para el carácter unitallo controlado por un par de genes.

Fenotipo	Frecuencias		Desviaciones
	O	E	
1	15	10	5
2	17	20	-3
1	8	10	-2

$$X^2 = \sum \frac{(o-e)^2}{e}$$

$$X^2 = \frac{(5)^2}{10} + \frac{(-3)^2}{20} + \frac{(-2)^2}{10} = 2.5 + 0.45 + 0.4 = 3.35$$

$$3.35 < X^2_{(0.05)} = 5.99; \quad 3.35 < X^2_{(0.01)} = 9.21$$

Los resultados obtenidos de Ji-cuadrada en ambos niveles de significancia (0.05 y 0.01) nos indican que los valores observados en el experimento son concordantes con los teóricos esperados y que para este carácter, su herencia está dada por un par de genes que presenta una dominancia incompleta de un solo tallo, sobre muchos tallos en calabacita, con una acción aditiva de los genes, de ahí los resultados tan variables obtenidos en la generación  $F_1$ .

## CONCLUSIONES

- 1.- Los híbridos donde estuvo involucrada como progenitor masculino la línea 711 fueron superiores en rendimiento por tamaño de exportación 1X y 2X, y en producción total a los materiales comerciales, manifestándose en ellos heterosis positiva, lo que demuestra la expresión de vigor híbrido en calabacita.
- 2.- El híbrido 264 x 711 sobresalió por su rendimiento tanto para exportación como para producción total, asimismo, las líneas que obtuvieron los mejores rendimientos en fruto para exportación y en producción total fueron la 262, 712, 214, 212, 232 y 211.
- 3.- Tanto los híbridos como las líneas presentaron una alta tolerancia al VHEC, mientras que los materiales comerciales fueron altamente susceptibles. La no manifestación de síntomas por virosis en los híbridos y líneas aún en la presencia del VHEC, nos indica la alta tolerancia heredada de C. moschata hacia estos materiales.
- 4.- Los materiales comerciales fueron más estables para las características morfológicas estudiadas, sin embargo, la línea 722 presentó también una estabilidad aceptable para estos caracteres.

- 5.- En base a los resultados del estudio de la herencia del caracter de plantas con un solo tallo, se concluye que este es controlado por un par de genes, con dominancia incompleta y acción de aditividad.

## LITERATURA CITADA

- 1.- Adams, C.R., K.M. Bamfor y M.P. Early. 1989. Principios de hortofruticultura. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España. 241 pp.
- 2.- Bird, J. 1986. Geminivirus y sus vectores. Revista Mexicana de Fitopatología. Sociedad Mexicana de Fitopatología. 4(1): 63-67.
- 3.- Blancard, D., H. Lecoq y M. Pitrat. 1991. Enfermedades de las cucurbitáceas. Ediciones Mundi Prensa Libros, S.A. Madrid, España. 301 pp.
- 4.- Blua, M.J. and T.M. Perring. 1989. Effect of zucchini yellow mosaic virus on development and yield of cantaloupe (Cucumis melo) Plant Disease. 73(4):317-320.
- 5.- Bringas, L. 1997. Logística de las exportaciones. Productores de Hortalizas. Willough, Ohio, E.U.A. 9(1):8-10.
- 6.- Brown, J.K. and J. Bird. 1992. Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and Caribbean basin. Plant Disease. 76(3): 220-225.
- 7.- Bujanos, M.R. 1987. Enfermedades virales y viroidales en cultivos de importancia en México. Afidos como vectores de virus. Seminarios Científicos. SARH. INIFAP. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias del Estado de Guanajuato. Campo Experimental del Bajío. p. 52-59.
- 8.- Burger, Y., H.S. Paris, H. Nerson, Z. Karchi, and M. Edelstein. 1983. Overcoming the silvering disorder of Cucurbita. Cucurbit Genetics Cooperative. 6:70-71.
- 9.- Cohen, S., J.E. Duffus, R.C. Larsen, H.Y. Liu, and R.A. Flock. 1983. Purification, serology, and vector relationships of squash leaf curl virus, a whitefly-transmitted geminivirus. Phytopathology. 73(12):1669-1673.
- 10.- Cohen, S., J.E. Duffus, H.Y. Liu, and R. Perring. 1991. Induction of silverleaf of squash by Bemisia whitefly from California desert whitefly populations. Plant Disease. 75(8):862.



- 11.- Cohen, S., J.E. Duffus, and H.Y. Liu. 1992. A new Bemisia tabaci biotype in the southwestern United States and its role in silverleaf of squash and transmission of lettuce infectious yellow virus. *Phytopathology*. 82(1):86-90.
- 12.- Corrales, M.R. 1993. Costos de producción en calabacita (Cucurbita pepo L.) en la región de la Costa de Hermosillo, para el ciclo otoño-invierno 1993-1994. Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Disertación licenciatura. 14 pp.
- 13.- Decker-Walters, D.S., T.W. Walters, and H. Wilson. 1988. Allozymic evidence of natural hybridization between domesticated species of Cucurbita. *American Journal of Botany*. 72:168-169.
- 14.- Decker-Walters, D.S., T.W. Walters, U. Posluszny, and P.G. Kevan. 1990. Genealogy and gene flow among annual domesticated species of Cucurbita. *Canadian Journal of Botany*. 68:782-789.
- 15.- Dodds, J.A., J.G. Lee, S.T. Nameth, and F.F. Laemmlen. 1984. Aphid and whitefly transmitted cucurbit viruses in Imperial County, California. *Phytopathology*. 74(2):221-225.
- 16.- Domínguez, R.I. 1992. Evaluación de 16 cultivares y 6 líneas de calabacita (Cucurbita pepo L. var. Melopepo) en la región de la Costa de Hermosillo durante la época verano-otoño de 1991. Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Tesis profesional de licenciatura. 29 pp.
- 17.- Duffus, J.E., R.C. Larsen, and H.Y. Liu. 1986. Lettuce infectious yellow virus. A new type of whitefly transmitted virus. *Phytopathology*. 76(1):97-100.
- 18.- Fierro, Q.A. 1987. Evaluación de 22 líneas de calabaza Cehualca Cucurbita moschata (Duch.) Duch. ex Poir. Escuela de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Tesis profesional de licenciatura. 18 pp.
- 19.- Flock, R.A. and D.E. Mayhew. 1981. Squash leaf curl, a new disease of cucurbits in California. *Plant Disease*. 65(1):75-76.
- 20.- Garzón, T.J. 1987. Enfermedades virales y viroidales en cultivos de importancia en México. Alternativas para el control de virus en hortalizas. Seminarios científicos. SARH. INIFAP. Centro de investigaciones forestales y agropecuarias del Estado de Guanajuato. Campo Experimental del Bajío. p. 60-75.

- 21.- Gerardo, G.J. 1990. Estudio y control de las enfermedades virales en el cultivo de calabacita. Informe de investigación ciclo 1989-1990. SARH. INIFAP. Centro de Investigaciones Forestales y Agropecuarias de Sonora. Campo Experimental Valle del Mayo. p. 1-32.
- 22.- Gilbert, R.Z., M.M. Kyle, and H.M. Munger. 1994. Inheritance of resistance to watermelon mosaic virus in Cucumis melo L. HortScience. 29(2):107-110.
- 23.- Grageda, G.J., A.C. Fu, y R.P. Sabori. 1997. Producción de calabaza en la Costa de Hermosillo. Simposio regional sobre mercadotecnia y manejo de cítricos, vid y hortalizas. INIFAP. Campo Experimental Costa de Hermosillo. p. 1-77.
- 24.- Halliwell, R.S. and J.D. Johnson. 1992. Lettuce infectious yellow virus infecting watermelon, cantaloupe, honey dew melon, squash, and cushaw in Texas. Plant Disease. 76(6):643.
- 25.- Lisa, V., G. Boccardo, G. D'Agostino, G. Dellavalle, and M. d'Aquilio. 1981. Characterization of a potyvirus that causes zucchini yellow mosaic. Phytopathology. 71(7):667-772.
- 26.- McLeod, P., H.A. Scott, and T.E. Morelock. 1987. Temporal relationships of watermelon mosaic virus-2 inoculation date and symptom appearance and yield in yellow squash. HortScience. 22(5):877-878.
- 27.- Munger, H.M. and R. Provvidenti. 1987. Inheritance of resistance to zucchini yellow mosaic virus in Cucurbita moschata. Cucurbit Genetics Cooperative. 10:80-81.
- 28.- Nameth, S.T., J.A. Dodds, A.O. Pauls, and F.F. Laemmlen. 1986. Cucurbit viruses of California: an ever-changing problem. Plant Disease. 70(1):8-12.
- 29.- Nee, M. 1990. The domestication of Cucurbita (Cucurbitaceae). Economic Botany. 44(3):56-58.
- 30.- NeSmith, D.S. and G. Hoogenboom. 1994. Staminate and pistillate flower production of summer squash in response to planting date. HortScience. 29(4):256-257.
- 31.- Paran, I., C. Shifriss, and B. Raccach. 1989. Inheritance of resistance to zucchini yellow mosaic virus in the interespecific cross Cucurbita maxima x C. ecuadorensis. Euphytica. 42:227-232.



- 32.- Paris, H.S. 1987. Leaf silvering of Cucurbita. Plant Science. 67:593-598.
- 33.- Paris, H.S., P.J. Stoffela, and C.A. Powell. 1993. Sweetpotato whitefly, drought stress, and leaf silvering of squash. HortScience. 28(2):157-158.
- 34.- Perring, T.M., A.D. Cooper, R.J. Rodríguez, C.A. Farrar, and T. Bellows. 1993. Characterization of whitefly species by genomic and behavioral studies. Science. 259:74-77.
- 35.- Polston, J.E., A. Al-Musa, T.M. Perring, and J.A. Dodds. 1990. Association of the nucleic acid of squash leaf curl geminivirus with the whitefly Bemisia tabaci. Phytopathology. 80(9):850-856.
- 36.- Provvidenti, R.D., D. Gonsalves, and H.S. Humaydan. 1984. Occurrence of zucchini mosaic virus in cucurbits from Connecticut, New York, Florida, and California. Plant Disease. 68(5):443-446.
- 37.- Reyes, C.P. 1985. Fitogenética básica y aplicada. Primera edición. AGT editor, S.A. México, D.F. 460 pp.
- 38.- Rivera, B.R. 1987. Enfermedades virales y viroidales en cultivos de importancia en México. Obtención de variedades resistentes a enfermedades virales. Seminarios científicos. SARH. INIFAP. Centro de investigaciones forestales y agropecuarias del Estado de Guanajuato. Campo Experimental del Bajío. p. 32-36.
- 39.- Robinson, R.W., R. Provvidenti, and J.W. Shail. 1993. Test for seedborne transmission of zucchini yellow mosaic virus. HortScience. 28(7):694-696.
- 40.- Rodríguez, D.M. 1988. Evaluación de 23 líneas de calabaza Cehualca Cucurbita moschata (Duch.) Duch. ex Poir. Escuela de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Tesis profesional de licenciatura. 23 pp.
- 41.- Romanow, L.R., J.W. Moyer, and G.G. Kennedy. 1986. Alteration of efficiencies of acquisition and inoculation of watermelon mosaic virus-2 by plant resistance to the virus and to an aphid vector. Phytopathology. 76(12):1276-1281.
- 42.- Schuster, J.D., J.B. Kring, and J.F. Price. 1991. Association of the sweetpotato whitefly with silverleaf disorder of squash. HortScience. 26(2):155-156.
- 43.- Shifriss, O. 1987. Notes on squash breeding. Cucurbit Genetics Cooperative. 10:93-97.

- 44.- Smith, J.M., J. Dunez, R.A. Lelliott, D.H. Phillips y S.A. Archer. 1988. Manual de enfermedades de las plantas. Ediciones Mundi Prensa, S.A. Bilbao, España. 671 pp.
- 45.- Tacho, A.A. 1995. Comportamiento de materiales comerciales y líneas obtenidas por cruzamientos interespecíficos y sus híbridos en calabacita. Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Tesis de Maestría en Ciencias en Horticultura. 50 pp.
- 46.- Valenzuela, A.A. 1991. Evaluación de una primera retrocruza y autofecundaciones en una generación  $F_3$  provenientes de un cruzamiento interespecífico en Cucurbita. Escuela de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Tesis profesional de licenciatura. 21 pp.
- 47.- Wang, H.L., D. Gonsalves, R. Provvidenti, and H.L. Locoq. 1991. Effectiveness of cross protection by a mild strain of zucchini yellow mosaic virus in cucumber, melon, and squash. *Plant Disease*. 75(2):203-207.
- 48.- Whitaker, T.W. and R.J. Knight. 1980. Collecting cultivated and wild cucurbits in México. *Economic Botany*. 34(4):312-319.
- 49.- Whitaker, T.W. and R.W. Robinson. 1986. Squash breeding. En: Basset, J.M. *Breeding vegetable crops*. Avi. Pub. Westport, Conn. 584 pp.
- 50.- Yamaguchi, M. 1983. *World vegetables*. Avi. New York. 415 pp.
- 51.- Yeh, S.D., D. Gonsalves, H.L. Wang, R. Namba, and R.J. Chiu. 1988. Control of papaya ringspot virus by cross protection. *Plant Disease*. 72(5):375-380.
- 52.- Yokomi, R.K., K.A. Hoelmer, and L.S. Osborne. 1990. Relationships between the sweetpotato whitefly and the squash silverleaf disorder. *Phytopathology*. 80(10):895-900.
- 53.- Zitter, T.A., D.A. Pink, and D.G. Walkey. 1991. Reaction of Cucurbita pepo L. cv. Cinderella to strains of cucumber mosaic virus. *Cucurbit Genetics Cooperative*. 14:125-128.