

UNIVERSIDAD DE SONORA

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA Y GANADERIA

“REACCION AL VIRUS HOJA ENROLLADA DE LA CALABAZA
(VHEC) DE RETROCRUZAS DE CALABACITA AMARILLA
(*Cucurbita pepo* L.) Y OBSERVACIONES SOBRE LA HERENCIA DE
LA RESISTENCIA”

TESIS

MAESTRIA EN CIENCIAS

GILBERTO CURLANGO RIVERA

JUNIO DEL 2004

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

REACCION AL VIRUS HOJA ENROLLADA DE LA CALABAZA (VHEC) DE
RETROCRUZAS DE CALABACITA AMARILLA (*Cucurbita pepo* L.) Y
OBSERVACIONES SOBRE LA HERENCIA DE LA RESISTENCIA

TESIS

Sometida a la consideración del
Departamento de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

Por

Gilberto Curlango Rivera

Como requisito parcial para obtener
El grado de Maestro en Ciencias en Horticultura

Junio del 2004

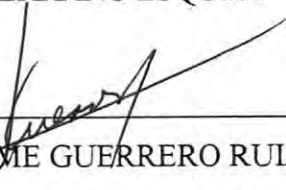
Esta tesis fue realizada bajo la Dirección del Consejo Particular aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

CONSEJO PARTICULAR:

DIRECTOR: 
M.S. SERGIO GARZA ORTEGA

ASESOR: 
M.S. ALFREDO SERRANO ESQUER

ASESOR: 
PH. D. JOSE COSME GUERRERO RUIZ

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, por proporcionar las facilidades para la realización del presente trabajo de tesis.

Se agradece al INIFAP-Culiacán por las facilidades proporcionadas para la realización del trabajo de identificación. Igualmente, se agradece al Laboratorio de Virología de la Universidad de Arizona por su ayuda en el trabajo de identificación.

Agradezco especialmente a mi director de tesis M.S. Sergio Garza Ortega por su apoyo en la realización y redacción de este estudio.

De la misma manera, gracias a mis asesores M.S. Alfredo Serrano Esquer y Ph.D. José Cosme Guerrero Ruiz, por sus sugerencias en la redacción de este manuscrito.

Gracias totales a mis Padres por gran e incansable apoyo. A mis hermanas por su especial compañía y a mi compañera por su afecto en todo momento.

Gracias a toda mi familia, especialmente a mis Abuelos Roberto y Julieta, y a mi Tío Aarón, por su motivación.

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	iii
CONTENIDO	iv
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	v
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCION	1
II. LITERATURA REVISADA	3
2.1. <i>Cucurbita pepo</i>	3
2.2. Mecanismos de transmisión de virosis	7
2.3. Mosquita blanca como vector	9
2.4. Geminivirus	10
2.5. Virus Hoja Enrollada de la Calabaza (VHEC)	13
2.5.1. Mecanismo de transmisión del VHEC por <i>B. tabaci</i>	15
2.6. Métodos de control de enfermedades virales	16
2.6.1. Mejoramiento genético	17
III. MATERIALES Y METODOS	20
5.1. Primavera-Verano	20
5.2. Verano-Otoño	22
5.2.1. Reacción al VHEC, rendimiento y color exterior del fruto	22
5.2.2. Herencia de la resistencia al VHEC	24
5.2.3. Identificación del agente viral	25
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	27
6.1. Reacción al VHEC, rendimiento y color exterior del fruto	27
6.1.1. Reacción al VHEC	27
6.1.2. Rendimiento	30
6.1.3. Color exterior del fruto	31
6.2. Herencia de la resistencia al VHEC	34
6.3. Identificación del Agente Viral	36
V. CONCLUSIONES	39
VI. LITERATURA CITADA	40

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Pág.
Cuadro 1. Materiales establecidos en el ciclo Primavera-Verano del 2001 para la realización de la primer retrocruza hacia variedades amarillas de polinización libre	21
Cuadro 2. Primer retrocruza hacia las variedades de calabacita amarilla (<i>C. pepo</i>) de polinización libre EGSC y SP, efectuada en el ciclo Primavera-Verano del 2001.....	21
Cuadro 3. Tratamientos establecidos en el ciclo Verano-Otoño del 2001 para evaluar el rendimiento, reacción al VHEC y color de retrocruzas de calabacita amarilla	24
Cuadro 4. Muestras colectadas el día 9 de diciembre del 2001 para la identificación del agente viral en retrocruzas y variedades de calabacita amarilla y en la línea 211, resistente al VHEC	26
Cuadro 5. Reacción al VHEC en la primer retrocruza de calabacita amarilla, utilizando la generación F1 como fuente de resistencia. Ciclo Verano-Otoño del 2001	28
Cuadro 6. Reacción al VHEC en la primer retrocruza de calabacita amarilla, utilizando la generación F2 como fuente de resistencia. Ciclo Verano-Otoño del 2001	29

Cuadro 7. Rendimiento y comparación de medias de la primer retrocruza de calabacita amarilla, testigo resistente y testigos susceptibles, durante el Ciclo Verano-Otoño del 2001	32
Cuadro 7. Continuación	33
Cuadro 8. Color y comparación de medias de algunos tratamientos de la primer retrocruza de calabacita amarilla, testigo resistente, testigo susceptible, y testigo comercial variedad Sunglo. Ciclo Verano-Otoño del 2001	34
Cuadro 9. Reacción al VHEC de progenitores resistentes y susceptibles, y cruzas F1 y F2 de calabacita amarilla, durante el ciclo Verano-Otoño del 2001	35
Cuadro 10. Reacción al VHEC e identificación del agente viral en retrocruzas y variedades de calabacita amarilla, así como en la línea 211, resistente al VHEC	38
Figura 1. Revelado de la Hibridación tipo Southern Blot para la identificación de Geminivirus en retrocruzas y variedades de calabacita amarilla, así como en la línea 211, resistente al VHEC	38

RESUMEN

México es el primer exportador de calabacita *Cucurbita pepo* a nivel mundial. De las variedades producidas, las amarillas son severamente afectadas por el Virus Hoja Enrollada de la Calabaza (VHEC). Para evitarlo se controlan las poblaciones de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), vector del virus, mediante la aplicación de productos químicos. Una alternativa de control es la utilización de variedades genéticamente resistentes. En el Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora se han formado líneas de *C. pepo* tipo Gray Zucchini resistentes al VHEC, las cuales, se han utilizado para introducir resistencia a variedades amarillas, obteniendo una primera y segunda generación filial.

El presente trabajo se llevó a cabo en el campo experimental del Departamento antes mencionado, en los ciclos Primavera-Verano y Verano-Otoño del 2001, teniendo como objetivo principal la realización y evaluación (reacción a virosis, rendimiento y color exterior del fruto) de una primer retrocruza, utilizando las generaciones F1 y F2 antes mencionadas como fuentes de resistencia y las variedades amarillas de polinización libre Eraly Golden Summer Croockneck y Saffron Prolific como progenitores recurrentes. Además, se realizaron observaciones de la herencia de la resistencia al VHEC y se identificó el agente viral que se presentó en el ciclo Verano-Otoño.

Se detectaron pocas plantas resistentes en las retrocruzas evaluadas, además se observó que algunas plantas con síntomas leves son capaces de producir fruto de buena calidad. El mayor rendimiento de las retrocruzas fue de 6.1 ton/ha, el cual fue muy bajo, además, se presentó alta variación dentro de cada retrocruza. Al parecer, la herencia de la resistencia al VHEC en variedades amarillas no esta condicionada por un solo gen, como sucede con la línea resistente tipo Gray Zucchini y aparentemente existe la presencia de epistasis, lo cual no permite la expresión del gen que confiere la resistencia al virus. El agente viral presentado en este ciclo se identificó como el VHEC.

ABSTRACT

Mexico is a leading exporter of summer squash (*Cucurbita pepo*) world wide including yellow squash varieties which are severely affected by Squash Leaf Curl Virus (SLCV). Prevention of SLCV infection is usually achieved by chemical control of the whitefly (*Bemisia tabaci*), vector of the virus. One control alternative is the use of genetically resistant varieties. In this way, lines of *C. pepo* Gray Zucchini type with resistance to SLCV were developed at the Department of Agriculture and Animal Science (DAAS) of the University of Sonora. These lines have been used to introduce resistance to yellow varieties, obtaining the first and second filial generation.

The present work was conducted during spring and fall season of 2001 at the experimental field of the DAAS. The main objective was to obtain and evaluate in regard to reaction to viruses, yield, and external fruit color a backcross 1 for which the F1 and F2 generations mentioned above were used as a source of SLCV resistance, and the yellow varieties Early Golden Summer Crookneck and Saffron Prolific as recurrent parents. Observations of the inheritance of the resistance to SLCV were made, and the viral agent during the fall season was identified.

Very few SLCV resistant plants were found in the backcross. Also, there were some plants with slight symptoms, and were able to produce good quality fruit. The highest yield was 6.1 Ton/ha, which was considered very low. Besides, there was a great variation in each backcross. Apparently, the inheritance of the resistance to SLCV in yellow summer squash is not conditioned by a single gene as it has been reported in the Gray Zucchini type. In addition, apparently epistasis shows in yellow squash, which does not allow the expression of the gene that confers the resistance to the virus. The viral agent in the fall season was identified as SLCV.

INTRODUCCION

México fue el primer exportador de calabacita (*Cucurbita pepo*) a nivel mundial, desde el año de 1992 hasta 1998, siendo los Estados Unidos su principal destino (Aserca, 1999), recibiendo principalmente híbridos de tipo verde oscuro y amarillo. De estas variedades, las amarillas presentan una especial importancia, ya que su pigmentación esta relacionada con el contenido de carotenos, lo cual eleva la calidad nutricional de este fruto, debido a que un adecuado consumo de estos pigmentos tienden a reducir la incidencia de ciertos tipos de cáncer (Shifriss, 1987; Lester, 1997).

La producción de otoño de estas variedades es afectada severamente por el Virus Hoja Enrollada de la Calabaza (VHEC) (Garza y González, 2000; Ramírez, 1998; Tacho, 1995). Además, en el Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora se ha observado que variedades amarillas han mostrado mayor susceptibilidad a virosis que variedades de color verde (Ceja, 1989; Domínguez, 1992; Romero, 1990)

Para evitar esta enfermedad, convencionalmente se recomienda un buen control de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), vector del virus, durante todo el ciclo, especialmente hasta antes de la producción de los primeros frutos. Uno de los métodos mas utilizados es la aplicación de productos químicos, mismos que además de generar una gran contaminación al medio ambiente, inducen la formación de nuevas razas de plagas con mayor resistencia a los insecticidas (Coudriet et al., 1986).

Otros sistemas de prevención de enfermedades virales han sido la erradicación de reservorios de virus, la aspersion al follaje de aceites minerales, la utilización de acolchados reflectivos, la destrucción de cultivos infectados después de la cosecha y la estricta sanidad en los cultivos, pero estas medidas solamente son parcialmente efectivas y se deben repetir anualmente. Por esto se ha dedicado mucho esfuerzo a encontrar fuentes de resistencia natural que sea hereditaria, ya que la resistencia a infecciones virales es estable y puede permanecer por bastante tiempo (Zitter y Simons, 1980).

En el Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora se han formado líneas de calabacita (*Cucurbita pepo*) tipo Gray Zucchini resistentes al Virus Hoja Enrollada de la Calabaza (VHEC), a partir de cruzamientos interespecíficos con *Cucurbita moschata*, especie que presenta alta resistencia al VHEC (Garza y González, 2000). Así mismo, en este departamento se han utilizado las líneas resistentes tipo Gray Zucchini para introducir resistencia a variedades amarillas de cuello curvo y recto, obteniendo la primera y segunda generación filial (Garza, 2001).

El objetivo de este trabajo es continuar con el programa de mejoramiento genético de calabacita amarilla mediante la realización y evaluación de una primer retrocruza utilizando las generaciones F1 y F2 antes mencionadas como fuentes de resistencia al VHEC y variedades amarillas de polinización libre como progenitores recurrentes. Así mismo, con el fin de generar información que facilite el desarrollo del programa de mejoramiento se realizan observaciones en la herencia de la resistencia al VHEC utilizando generaciones F2, una variedad susceptible y una línea resistente. Además, se corroboró la presencia del VHEC en las poblaciones anteriormente mencionadas, mediante las técnicas de ELISA, hibridación molecular y Reacción en Cadena de la Polimerasa.

LITERATURA REVISADA

Cucurbita pepo.

El género *Cucurbita* es originario de América. Existe evidencia en sitios arqueológicos de México, del norte de Sur América y del sureste de los Estados Unidos, de que las especies de *Cucurbita* fueron ampliamente cultivadas desde épocas precolombinas. La mayoría de las especies silvestres de este género son encontradas en el área del sur de la ciudad de México, extendiéndose hacia la frontera sur con Guatemala. Basándose en esta evidencia, es sugerido que esta área es el centro de distribución del género (Whitaker y Robinson, 1986).

Existen alrededor de 25 a 27 especies de *Cucurbita*, todas con 20 pares de pequeños cromosomas, (Whitaker y Robinson, 1986). Según Nee (1990), el género *Cucurbita* tiene 12 o 13 especies, de éstas *C. maxima*, *C. moschata*, *C. pepo*, *C. argyrosperma* (*C. mixta*), y *C. ficifolia* son cultivadas, las cuales se encuentran separadas por barreras de esterilidad, así como por características morfológicas de los tricomas, hojas, cálices, corolas, estambres, pedicelos y semillas.

De las especies cultivadas, *C. pepo* ha sido reportada en muchos sitios arqueológicos en Norteamérica, el material mas antiguo proviene de las "Cuevas de Ocampo," Tamaulipas, México, 7,000-5,500 a.c., en donde se encontraron restos de semillas y un fragmento de corteza en el lugar llamado "infiernillo" (Whitaker y Davis, 1962).

Botánicamente, la especie *C. pepo* a sido subdividida en las subespecies *pepo*, *ovifera* y *fraterna*, basándose en variaciones de aloenzimas, morfología de las semillas y varias características fenotípicas. La subespecie *pepo* es asociada en su origen en México, y la subespecie *ovifera* en el este de los Estados Unidos; la subespecie *fraterna* representa formas silvestres de México (Decker, 1988). Así mismo, *C. pepo* se divide en ocho grupos hortícolas de acuerdo a la morfología de los frutos. De estos ocho, los grupos "vegetal marrow" (frutos pequeños y delgados de forma cilíndrica-periforme), cocozelle

(cilíndricos-delgados y extremadamente largos), zucchini (largos y cilíndricos) y calabaza, son asignados a la subespecie *pepo*; los grupos escalopa (plano en forma de disco con las orillas dentadas o irregulares), “acorn”, amarillas de cuello recto (forma cilíndrica-periforme con un pequeño cuello en el extremo del pedúnculo) y curvo (forma alargada-periforme con un delgado cuello muy curvado hacia el extremo del pedúnculo), pertenecen a la subespecie *ovifera*. De estas variedades, las de cuello curvo y recto se consumen principalmente en el lado este de los Estados Unidos desde el siglo XVIII (Paris, 1996). Las variedades amarillas presentan una especial importancia, ya que su pigmentación está relacionada con un alto contenido de β -caroteno (precursor de vitamina A), lo cual eleva la calidad nutricional de estos frutos, debido a que un adecuado consumo de estos pigmentos tiende a reducir la incidencia de ciertos tipos de cáncer y a prevenir el desarrollo de tumores malignos (Lester, 1997; Shifriss, 1987).

C. pepo es una especie bastante polimórfica, variable en caracteres morfológicos y reproductivos. Es anual con hábitos de crecimiento de guía y ocasionalmente arbustivos (Purseglove, 1968; Whitaker y Davis, 1962). Plantas arbustivas como la calabacita presentan entrenudos cortos y no presentan zarcillos (Yamaguchi, 1983). El follaje es turgente y recto dirigido hacia arriba, con vellos espinosos severos al tocarse; tallo fuerte, frecuentemente pentaangulado. Las hojas son grandes en forma triangular, cordadas, serradas o dentadas, profundamente lobuladas con cavidades agudas, con o sin manchas blancas en las axilas de las nervaduras. Esta especie es monoica ya que cuenta con flores femeninas y masculinas en forma separada en la misma planta, existiendo polinización cruzada dentro de la misma especie (Splittstoesser, 1990). La producción de flores masculinas siempre excede a la de flores femeninas en su totalidad (Purseglove, 1968). Las flores tienen sépalos cortos; corola amarillo brillante a amarillo naranja; androceo corto, ancho, cónico; estigmas pequeños, amarillos y suaves. En general, en el género *Cucurbita*, los filamentos de las flores estaminadas se encuentran libres, pero las anteras están más o menos unidas. El pedúnculo maduro es duro, pentaangulado sin desarrollo de corcho y ligeramente alargado. El fruto muy variable en tamaño, forma y color, corteza dura normalmente de color pálida; pulpa blanca a amarilla oscura, veteadas ásperamente; semillas planas, grandes o pequeñas (10-18 mm de largo), parte funicular

obtusa, color bayo a blanco oscuro, las cuales se separan fácil y limpiamente de la pulpa; pegadura funicular obtusa, simétrica; margen de la semilla suave, obtuso; sin testa en algunos cultivares (Purseglove, 1968; Yamaguchi, 1983; Whitaker y Davis, 1962).

C. pepo ha sido ampliamente distribuida y es la especie mas conocida. Muestra buen desarrollo durante los días largos de verano y óptima fructificación durante los días cortos de otoño. Algunos de sus cultivares pueden crecer en climas mas fríos (Purseglove, 1968; Whitaker y Robinson 1986; Yamaguchi, 1983). Aunque su origen es del trópico, ningún cultivar crece bien en zonas muy húmedas, prefiriendo áreas secas o de mediana precipitación pluvial (Purseglove, 1968).

Los cultivares de esta especie están adaptados a temperaturas promedio mensuales de 18 a 27°C y no son tolerantes a temperaturas cercanas a 0°C. Para su germinación, la temperatura del suelo debe estar sobre los 15°C, entre mas alta es la temperatura del suelo mas rápida es la germinación, teniendo así que a 35°C se obtiene el mas alto porcentaje de germinación. La siembra se realiza a una profundidad de 2 a 3 cm en suelos húmedos; en suelos ligeros y arenosos la siembra se realiza de 4 a 5 cm de profundidad. Es recomendable utilizar suelos con un pH entre 6.5 y 7.5. Una posible fertilización balanceada sería la siguiente: 110 kg N/ha, 40 kg P/ha y 90 kg K/ha. La mitad del fertilizante se puede aplicar de presiembra y el resto cuando las plantas tengan de 4 a 6 hojas verdaderas (Yamaguchi, 1983).

La aparición de flores masculinas y femeninas ocurre en respuesta a la longitud del día; estas se abren por un solo día y por la mañana y si la temperatura es alta solo por unas horas. Si no son polinizadas durante este lapso de tiempo abortan y caen o se deshidratan y quedan pegadas a la planta. Estas no son capaces de polinizarse por si solas ya que el grano de polen es grande, pegajoso y pesado por lo que no puede ser transportado por el viento, siendo necesaria la participación de insectos para la polinización y la producción de frutos de buena calidad. Cuando la flor no es completamente polinizada el fruto no se desarrolla totalmente. La causa es que estos frutos normalmente tienen muchas semillas, y cada una de ellas se forma de la unión del

tubo polínico de un grano de polen con un óvulo simple, de ahí que los frutos deformes y pequeños sean consecuencia de un bajo número de óvulos fertilizados. La calidad del polen es otro factor que influye en el proceso de polinización, encontrándose que el rango de 21 a 27°C es ideal para su óptima calidad, mientras que de 15 a 21°C la condición del polen es buena pero el crecimiento del tubo polínico es lento. A temperaturas menores de 10°C el polen no germina y a temperaturas superiores a 32°C existe un alto riesgo de que el polen se deshidrate (Chávez, 2001).

La calabacita es una planta arbustiva muy productiva, la cual requiere de 40 a 50 días para producir sus primeros frutos. Estos deben ser cosechados pequeños y tiernos (inmaduros) antes de que la corteza endurezca, usualmente de 2 a 7 días después de la anthesis (Splittstoesser, 1990; Yamaguchi, 1983).

Los de tipo escalopa son cosechados cuando tienen de 7.5 a 10 cm de diámetro y los otros tipos cuando tienen de 15 a 20 cm de largo y 5 a 7.5 cm de diámetro. Frutos mas grandes son de menor calidad, y deben ser cosechados para inducir mas producción, ya que cuando están maduros suprimen la formación de flores pistiladas. Los frutos inmaduros deben manejarse con cuidado ya que se magullan fácilmente, además tienen corta vida de anaquel y deben cosecharse 2 o 3 veces por semana. Así mismo, deben almacenarse a 10°C por una semana y únicamente de 2 a 4 días a 4°C, ya que después de este tiempo aparecen los daños por frio (Splittstoesser, 1990; Yamaguchi, 1983).

Todas las especies cultivadas de *Cucurbita* son afectadas por enfermedades de tipo viral, las cuales, son transmitidas principalmente por áfidos, coleópteros, mosquita blanca y otros vectores. Estas enfermedades pueden ocasionar perdidas económicas hasta de un 100%, ya que disminuyen drásticamente los rendimientos; además, la manifestación de los síntomas en los frutos disminuye su calidad, provocando pérdidas y reducciones en los precios de venta. Algunos patógenos emergentes como el Virus Mosaico Amarillo del Zucchini (VMAZ) son considerados como altamente destructivos (Lecoq et al., 1998; Provvidenti, 1993; Ramírez, 1990)

El principal complejo de virus detectado en las diversas zonas productoras de México lo conforman el Virus Mosaico del Pepino (VMP), Virus Mancha Anular de la Papaya (VMAP) y el Virus Mosaico de la Sandía (VMS), que ocasionan daños entre 25 y 60 por ciento (Gerardo, 1990). Además de las anteriores, en el estado de Sonora se han presentado otras enfermedades virales en cultivos de calabaza, entre ellas tenemos al VMAZ y al Virus Hoja Enrollada de la Calabaza (VHEC). Este último también puede ser referido por algunos autores como Virus Enrollamiento de la Hoja de la Calabaza (Avila, 2001; Montes et al., 1998a).

Mecanismos de transmisión de virosis.

Existen diferentes tipos de posibles relaciones entre el vector y el virus, en relación con la transmisión: los virus no persistentes o virus de estiletes, los virus persistentes o circulantes, los virus semi persistentes y los virus persistentes propagativos. Estos virus han sido definidos, en primer lugar, por el tiempo necesario para la adquisición y el tiempo de retención del virus en el insecto (Cornuet, 1992).

Virus no persistentes.

Estos son virus retenidos esencialmente por los estiletes. La transmisión de estos virus es rápida, se mide en segundos más que en horas. Las principales características de este tipo de transmisión son: un ayuno antes de la comida de adquisición del virus aumenta las posibilidades de transmisión, porque el vector efectúa entonces toda una serie de ensayos. Por ejemplo, la transmisión es mucho más eficaz con un tiempo de picadura corto, de 10 segundos, que uno largo. No hay período de incubación en el vector y éste está inmediatamente apto para inocular una planta. Si se efectúan transferencias sucesivas con una duración corta solamente inoculará una o dos plantas. El virus no persiste en el vector más de una hora y no se encuentran en la hemolinfa del insecto. Estos virus pueden ser inoculados por vía mecánica y se multiplican en los tejidos epidérmicos y en las células del parénquima de la planta (Cornuet, 1992).

Virus persistentes.

La transmisión de los virus persistentes presenta las siguientes características: un ayuno del vector antes de la adquisición del virus no tiene efecto en la transmisión. Hay un tiempo mínimo necesario para la adquisición del virus. Después de la toma del virus, un período de latencia es necesario antes de que el vector pueda transmitir el virus a las plantas. El poder infeccioso del vector se mantiene varios días, algunas veces hasta la muerte del insecto, y el vector tiene la capacidad de infectar sucesivamente numerosas plantas. Contrariamente a los virus no persistentes, donde la especificidad virus-vector es bastante grande, es decir, que una misma especie de vector puede transmitir virus muy diferentes, la especificidad virus-vector para los virus persistentes es muy estrecha. Los virus persistentes no pueden, en general, ser transmitidos mecánicamente, son virus del floema que se multiplican en estos tejidos y, por lo tanto, deben ser inoculados en ellos. Cuando el insecto muda conserva un poder infeccioso, lo cual significa que el virus se encuentra en otros sitios distintos a las piezas bucales. El trayecto del virus debe seguir el trayecto alimenticio que pasa por el canal ascendente de los estiletes, de ahí al sistema digestivo difundiéndose en la hemolinfa y después translocándose a las glándulas salivares. Los virus persistentes propagativos se multiplican tanto en el vector (probablemente en los núcleos) como en la planta. En ciertos casos el virus puede realizar un pasaje transovarial; el huevo resulta infectado y una parte de los estados inmaduros o ninfas son capaces de inocular las plantas desde su nacimiento (Cornuet, 1992).

Virus semi persistentes.

Estos virus presentan características de transmisión intermedias entre los virus no persistentes y los persistentes. El ayuno del vector antes de la adquisición del virus no tiene efecto. Se necesita de un período de adquisición mayor que el de los virus no persistentes y el vector debe poder alimentarse en el floema. No hay período de latencia, el insecto es inmediatamente infeccioso, lo que excluye la posibilidad del paso por la hemolinfa; por otra parte no conserva el poder infeccioso después de una muda; son necesarios tiempos de inoculación bastante largos porque el insecto debe inocular el virus en el floema. Además, el vector puede permanecer infeccioso uno o dos días

pudiendo infectar varias plantas, unas a continuación de otras. Por lo tanto, estos virus son virus no persistentes que deben extraerse e inocularse en el floema (Cornuet, 1992).

Mosquita blanca como vector.

La mosquita blanca transmite tres géneros de virus, los Begomovirus de la familia Geminiviridae, los Crinivirus y algunos Closterovirus de la familia Closteroviridae. La mayoría de estos virus son encontrados en áreas tropicales y subtropicales, en donde tienen una gran importancia. Los Closterovirus y Crinivirus son transmitidos por la mosquita blanca de invernadero *Trialeuroides vaporariorum*, *T. abutilonea*, y por *B. tabaci*. Los Begomovirus son transmitidos exclusivamente por *Bemisia tabaci* en la forma persistente o circulante (Hull, 2002).

Bemisia tabaci es la más importante en el continente americano y en el mundo. Se presenta entre los 0 y 1000 msnm, aunque en Guatemala, Costa Rica y Panamá se encuentra en altitudes mayores. Ataca muchos cultivos, sobre todo de las familias Cucurbitaceae, Fabaceae, Malvaceae y Solanaceae (Caballero, 1996).

En la última década, *Bemisia tabaci* ha venido adaptándose con mucha facilidad a diferentes ambientes, ocasionando problemas en los cultivos con su sola presencia. Además, posee alta eficiencia como transmisor de Geminivirus, devastando diversos cultivos en algunas zonas. Los reportes sitúan a los Geminivirus transmitidos por mosquita blanca en todos los continentes: Norte, Centro y Sudamérica, Europa básicamente en la zona mediterránea, el Medio Oriente, Asia y Australia, África y la India (Markham et al., 1994).

Un factor importante en la emergencia de Begomovirus en el agro-ecosistema de Sonora es el desplazamiento del biotipo "A" de *B. tabaci* por el biotipo "B." Este último se alimenta en una variedad de especies hospederas mucho más amplia que la que tiene el biotipo "A." La conducta polífaga del biotipo "B" incrementa la probabilidad de que Begomovirus residentes en la flora silvestre sean adquiridos y posteriormente introducidos en los distintos cultivares. Una vez introducidos, las altas densidades de las

plantas en cultivo y del vector, conducen a una rápida y amplia diseminación de los nuevos virus que están emergiendo (Brown, 2001).

Márquez y Valenzuela (1993) detectaron que en el año de 1992 la presencia y distribución del biotipo "B" es más predominante en el norte que en el sur del estado de Sonora, encontrando que se encuentra en forma generalizada en las áreas de San Luis Río Colorado, Sonoita y Caborca, mientras que en la Costa de Hermosillo se detectó en un 58% de los campos muestreados, pero predominando el biotipo "A." En el área de Guaymas no se encontró el biotipo "B," mientras que en el área agrícola de Ciudad Obregón se detectó solamente en un campo, al igual que en el bajo Río Mayo. Estos mismos autores concluyen que de acuerdo a estos datos, el biotipo "B" de *B. tabaci* se diseminó del norte hacia el sur del estado de Sonora.

Geminivirus.

Los Geminivirus son fitopatógenos que pertenecen a una familia que está creciendo rápidamente. Algunos de estos virus son sumamente agresivos y sus efectos han sido particularmente devastadores debido a una extensa dispersión potenciada por sus insectos vectores: mosquitas blancas y chicharritas (Ascencio et al., 1999).

Los Geminivirus están compuestos por ácido desoxirribonucleico (ADN) y una proteína que forma la cubierta. El nombre (gemini = gemelo) se debe a la estructura de su partícula, compuesta por dos cubiertas icosaédricas unidas por una de las caras. El genoma está constituido por una (virus monopartitas) o dos (virus bipartitas) moléculas de ADN. Estas moléculas son circulares y de cadena sencilla; sólo durante la replicación se convierten en moléculas de doble cadena. La molécula de los virus monopartitas tiene unas 2900 pares de bases nitrogenadas, mientras que la de los bipartitas cuenta con unas 2600 pares. Las moléculas de los virus bipartitas, denominadas A y B, tienen una constitución diferente, excepto en un fragmento de unas 200 bases, llamado región común, la cual generalmente difiere entre virus (Ramírez y Rivera-Bustamante, 1996).

Recientemente se ha propuesto una agrupación en tres géneros dentro de la familia Geminiviridae, utilizando virus tipo para diferenciarlos y para la nomenclatura de los mismos. Para una mejor comprensión se lista en algunos su nomenclatura en Inglés. El primero sería el *Mastrevirus* (antes subgrupo I), con el miembro tipo Maize Streak Virus (MSV), con genomas monopartitas, transmitidos por chicharritas e infectando monocotiledóneas. El segundo sería el *Curtovirus* (antes subgrupo II), cuyo miembro tipo es el Beet Curly Top Virus (BCTV), siendo también monopartitas transmitidos por chicharritas, pero infectando dicotiledóneas. El tercero sería el género *Begomovirus* (antes subgrupo III), con el Bean Golden Mosaic Virus (BGMV) como su miembro tipo, presentando genoma bipartita o monopartita, transmitido por mosquita blanca e infectando dicotiledóneas (Padidam et al., 1997).

El género *Mastrevirus* incluye 41 virus diferentes, de los cuales 24 corresponden a diferentes aislados, cepas u otra subdivisión del MSV. En el género *Curtovirus*, hay 8 virus diferentes y 5 de ellos están relacionados con el BCTV. El grupo más numeroso corresponde a los *Begomovirus*, con 122 miembros definidos, 18 de ellos asociados al Tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV) y 14 al Virus Hoja Enrollada del Tomate (VHET) (Padidam et al., 1997). De acuerdo a Hull (2002), recientemente se ha asignado el género *Topocuvirus* a la familia Geminiviridae, separándolo del género *Curtovirus*, y tiene como miembro tipo al Tomato Pseudocurly Top Virus (TPCTV). Este nuevo género tiene una organización del genoma similar a los *Curtovirus*, pero es transmitido por la chicharrita arbórea *Micrutalis malleifera*.

La sintomatología causada por Geminivirus puede ser similar a la causada por deficiencias nutrimentales y a la inducida por otras familias de virus, principalmente los Potyvirus y los Tobamovirus, lo cual ha dificultado el diagnóstico de los Geminivirus mediante las técnicas convencionales. Estos síntomas varían enormemente dependiendo de cada hospedero, la etapa en que es infectado, del Geminivirus de que se trate e incluso la latitud en que se encuentre (condiciones ambientales). De forma general se pueden incluir los siguientes síntomas, ya sean aislados o en combinación: mosaico amarillo brillante, moteado clorótico, clorosis foliar marginal, enrollamiento foliar,

epinastias, otras deformaciones foliares como abultamientos o ampollamientos, reducción del área foliar, enaciones, amoratamiento foliar, enanismos, abscisión floral y reducción del tamaño de los frutos (Cohen et al., 1983; Flock y Mayhew, 1981; Polston y Anderson, 1997).

En algunas zonas, el monocultivo, el aislamiento geográfico y la baja presencia de plantas arvenses portadoras ocasionan epifitias con un solo Geminivirus como agente causal, como es el caso del TYLCV en Israel. En zonas tropicales y subtropicales, generalmente se presentan infecciones mixtas, con dos o más componentes de un sistema (Garzon-Tiznado et al., 1993). En estos casos la interacción puede ocasionar cambios en los síntomas, afectando en mayor o menor grado a cada Geminivirus. Por ejemplo el modelo de interacción entre el Pepper Huasteco Virus (PHV) y el Texas Pepper Geminivirus (TPV), mezcla causante del síndrome conocido como Rizado Amarillo del Chile en Tamaulipas, México. El PHV produce síntomas más leves que el TPV, mientras que el TPV solo, resulta ser un virus muy devastador. Cuando se inoculan juntos, la presencia del PHV reduce la severidad del TPV, aminorando sus síntomas (Ascencio et al., 1999).

En el periodo comprendido entre el año de 1998 y 2000, en los estados de Arizona y Texas, así como en Coahuila, México, se descubrió un nuevo virus dañando cultivos de melón y pepino, al cual se le dió el nombre de Virus de la Hoja Enrollada de las Cucurbitáceas (VHECu). Además este nuevo Begomovirus tiene la capacidad de infectar frijol y calabaza (Brown, 2001).

Algunos Geminivirus son restringidos al floema (BCTV y VHEC) y se replican en las células del procambium, utilizando la maquinaria celular pre-existente. En cambio, otros Geminivirus se pueden encontrar en otros tejidos, tal es el caso del Tomato Golden Mosaic Virus (TGMV), que se ha encontrado en hoja, tallo y raíz, o el MSV, hallado en células de tejido vascular y mesófilo de hojas maduras. Aún no se han encontrado Geminivirus en células meristemáticas. Para el caso de los Geminivirus bipartitas, se les ha considerado restringidos al floema, pero en estudios recientes se ha visto que el Virus

del Enanismo y Mosaico del Frijol (VEMF), cuando infecta frijol (*Phaseolus vulgaris*) o tabaco (*Nicotiana benthamiana*) no se restringe al floema, al menos en los estadios tempranos de la infección (Wang et al., 1996).

En su vector, los Geminivirus han sido observados en células epiteliales del intestino, así como en las glándulas salivares accesorias (Rosell et al., 1999). En el caso específico de Begomovirus, éstos han sido localizados con fluorescencia en los primeros dos tercios del intestino medio y no fueron encontrados ni en el esófago, la boca del intestino, ni en el último tercio del mismo (Hunter et al., 1998).

Virus Hoja Enrollada de la Calabaza (VHEC).

El VHEC se reportó por primera vez en California (Flock y Mayhew, 1981), dañando severamente a varias especies de cucurbitáceas (incluyendo variedades de calabacita como Zucchini, amarilla de cuello curvo y escalopa), coincidiendo con poblaciones extremadamente grandes de mosca blanca. El agente causal del VHEC, es clasificado por Cohen et al., en 1983, como un Geminivirus, y es transmitido por la mosquita blanca, *Bemisia tabaci* (Flock y Mayhew, 1981).

El complejo de virus asociado a la enfermedad hoja enrollada de la calabaza, inicialmente fue transmitido por el biotipo "A" de *B. tabaci*, el cual era nativo en el desierto del suroeste de Estados Unidos y de Sonora, cuando la enfermedad ocurrió por primera vez. La enfermedad se hizo mas prevalente con la introducción del biotipo "B" de *B. tabaci*, comenzando entre 1987 y 1988. La producción de cucurbitáceas en el suroeste de los Estados Unidos es afectada seriamente por el VHEC, sobre todo cuando se presenta en combinación con el plateado de la hoja, una respuesta de la planta causada por la alimentación del vector biotipo "B." Se ha sugerido y algunas publicaciones así lo citan, que el biotipo "B" es otra especie de mosca blanca llamada *Bemisia argentifolii* por el intenso plateado que induce en el follaje de la planta (Brown, 2001; Perring et al., 1993).

Los síntomas del VHEC aparecen 5 días después de la inoculación (Cohen et al., 1983). Además de este autor, Flock y Mayhew (1981) observaron severos enanismos y muerte de las plantas en cultivo, y que el VHEC causó enrollamiento y enanismo en los brotes nuevos. Los márgenes de las hojas fueron enrollados hacia arriba y mostraron engrosamiento en sus nervaduras. El tejido entre las nervaduras, usualmente se volvió clorótico o moteado con decoloramiento de las nervaduras o reforzamiento del color verde de las mismas. En el envés de las hojas, frecuentemente se observaron enaciones de varios tamaños y normalmente de forma ovalada. Ocasionalmente, las flores no desarrollaban frutos o los frutos eran pequeños y deformes. También observaron que el VHEC no se transmite mecánicamente, pero si se desarrolló en un 75% de plantas de calabaza injertadas con tejido infectado. Estos últimos autores mencionan que la mortalidad fue mas alta si las plantas eran infectadas antes de la etapa de cuatro hojas verdaderas, incrementándose a temperaturas mayores de 32.2°C; a temperaturas de 21°C los síntomas no se presentaron.

Según Ceja (1989), los síntomas del VHEC en calabacita se pueden observar en cualquier etapa del cultivo, siendo las variedades de color verde en las que primero se manifiestan. Después se generaliza en el resto de ellas, observándose en éstas los síntomas clásicos de virosis como entrenudos cortos, amarillamientos de las hojas del centro de la planta y posteriormente en toda la planta; enrollamiento de las hojas hacia arriba con áreas amarillentas y verdes intercaladas (mosaico). Además, Domínguez (1992) y Romero (1990) observaron que variedades de color amarillo, mostraron mayor susceptibilidad que las variedades de color verde.

Respecto a la disponibilidad del VHEC en la planta hospedera, se determinaron por el método de ELISA altas concentraciones del virus en hojas jóvenes de plantas de calabaza infectadas con este Begomovirus, en comparación con hojas mas maduras de la misma planta. Adicionalmente, se detectó un contenido mayor del VHEC en hojas jóvenes de plantas de 2 a 3 meses después de la inoculación, que en hojas jóvenes de plantas de 15 a 20 días después de la inoculación, la cual se realizó en la etapa de la primera hoja verdadera. De igual manera, se encontró un alto contenido de este virus en

mosquitas blancas alimentadas en hojas jóvenes de plantas maduras que en hojas jóvenes de plantas de menor edad. Sin embargo, la probabilidad de que el vector adquiriera el VHEC de hojas jóvenes o maduras, fue la misma (Cohen, 1990).

Mecanismo de transmisión del VHEC por *B. tabaci*.

El mecanismo de transmisión del VHEC es del tipo persistente o circulante. El período mínimo de alimentación de las mosquitas blancas para adquirir el virus y efectuar una transmisión del 100% es de 6 hr, aunque algunas veces, el virus es adquirido por el vector en tan solo media hora, pero sin lograr altos porcentajes de transmisión. Para inocular el VHEC en plantas sanas y obtener un 100% de transmisión del VHEC, *B. tabaci* necesita estar alimentándose y al mismo tiempo inoculando el virus por un período mínimo de 2 hr, lo anterior con un período previo de adquisición del virus de 48 hr. Así mismo, la mosquita blanca no es capaz de readquirir el VHEC, al menos durante las primeras 96 hr de inoculación. El VHEC tiene un período de latencia relativamente mas largo en comparación con otros Begomivirus, ya que es necesario un periodo de al menos 48 hr para que el vector efectúe transmisiones sucesivas, aunque se ha registrado que después de 8 hr se observan transmisiones, pero es necesario un período de 19 hr para lograr transmisiones significativas. Para determinar la persistencia del VHEC, se han realizado pruebas de transmisión en donde se ha registrado que el virus es retenido por 26 días (Cohen et al., 1983).

La eficiencia de transmisión del VHEC es bastante alta, ya que se ha observado que después de un periodo de adquisición de 48 hr, un mínimo de 5 mosquitas blancas por planta logran un 100% de transmisión del virus, aunque se menciona que lo anterior puede deberse a una alta concentración de virus en la planta infectada (Cohen et al., 1983).

Se han hecho experimentos de transmisión simulada del VHEC y éstos indican que el virus pasa al homocelo y a las glándulas salivares a través del canal alimenticio; sin embargo luego de pasar por dicho canal se reduce la cantidad de virus detectado, indicando que parte del inóculo viral se pierde en las excretas del insecto. El paso del virus del intestino a la hemolinfa sucede rápidamente después de que el insecto se ha

comenzado a alimentar, aproximadamente dos horas, aunque el período mínimo de latencia para el VHEC es de unas seis a ocho horas. En el caso de insectos no transmisores, también se ingiere el virus en ese lapso, pero no aparece en el homocelo posteriormente. Los experimentos sugieren que el paso limitante para la transmisión está definido cuando el virus pasa al homocelo y luego es transmitido, o cuando pasa del intestino al homocelo (Rosell et al., 1999).

El VHEC ha sido asociado con anomalías histopatológicas en algunos tejidos de su vector, pudiendo ocasionar efectos perjudiciales en la biología y reproducción del vector (Hull, 2002). Cohen et al. (1983) notó que el ciclo de vida de hembras de *B. tabaci* alimentadas por 24 horas sobre plantas infectadas con el VHEC, fue más corto que el de las hembras alimentadas de la misma manera pero por un período de cuatro horas. Observando en promedio 19.5 días de vida para las mosquitas blancas alimentadas por 24 horas y 25.4 días para las que se alimentaron por cuatro horas. Según Hull (2002), estas observaciones han sido tomadas para sugerir que los virus son propagativos, pero aún no se ha detectado propagación alguna. Sin embargo, Cohen et al. (1989), menciona que antígeno del VHEC pudo ser detectado por el método de ELISA en extractos de hembras de *B. tabaci* previamente alimentadas por un período de 48 horas. Este antígeno decrece rápidamente con el tiempo después de dejar la fuente de adquisición del virus, lo cual sugiere que el VHEC no es propagativo. Adicionalmente, Cohen et al. (1983), observó que no existió pasaje transovarial del VHEC en una primera generación de *B. tabaci* compuesta de 1000 individuos y provenientes de progenitores virulentos.

Métodos de control de enfermedades virales.

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 por el vector e interferir en la multiplicación del virus en el hospedante (Garzón, 2001).

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). Además, Brown y Bird (1992), mencionan que *B. tabaci* va obteniendo resistencia a los productos químicos. Estos mismos autores comentan que la utilización de acolchados plásticos repelentes tienen un efecto fototáctico en la mosca blanca (interfiriendo en su comportamiento), siendo una alternativa prometedora hacia el futuro, para reducir la incidencia de virosis, pero no es efectiva cuando las poblaciones de mosca blanca y los niveles del virus son muy altos.

Garzón (1987), menciona la utilización de ciertos aceites asperjados sobre el follaje de la planta (interfiriendo en el proceso de transmisión del virus) para reducir la incidencia de enfermedades virales. En el cultivo de melón se evaluaron dosis de citrolina al 1.0 y 1.5%, logrando una ligera reducción en la incidencia de la enfermedad con la segunda dosis.

El control de malezas adyacentes al cultivo, la utilización de cultivos trampa o barreras biológicas y el establecimiento de periodos libres de cultivos hospedantes de la mosca 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, interfiriendo en el proceso de multiplicación del virus (Brown y Bird, 1992; Garzón, 2001).

Mejoramiento genético.

Las enfermedades infecciosas de las plantas son el resultado de la interacción de por lo menos dos organismos, la planta hospedera y el patógeno. Las propiedades de cada uno de ellos son controladas por su material genético. La herencia genética de la reacción del hospedero (el grado de susceptibilidad o resistencia) a varios patógenos se ha conocido durante mucho tiempo y se ha utilizado con efectividad en la producción y distribución de variedades resistentes a patógenos que producen alguna enfermedad en

particular. Sin embargo, la herencia genética del tipo de infección (el grado de virulencia) se había pasado por alto hasta años relativamente recientes. Es bien conocido que los patógenos constan de una gran cantidad de razas, cada una de las cuales difiere de las demás en la capacidad de atacar a ciertas variedades de una especie vegetal pero no a otras (Agrios, 1986).

Una planta puede ser inmune a un patógeno o mostrar varios grados de resistencia, que va casi desde la inmunidad hasta la completa susceptibilidad. La resistencia puede estar condicionada por varios factores internos y externos que influyen para reducir la probabilidad y el grado de infección. Cualquier característica heredable de la planta que contribuya a la localización y al aislamiento del patógeno en los puntos de entrada, a la reducción de los efectos dañinos de sustancias tóxicas producidas por el patógeno y a la inhibición de la reproducción y, en consecuencia, a la posterior distribución del patógeno, contribuye a la resistencia de la planta ante las enfermedades. Además, cualquier característica heredable que haga que una variedad particular complete su desarrollo y maduración en condiciones desfavorables al desarrollo del patógeno, también contribuye a la resistencia. A principios del siglo XX se reconoció el valor de la resistencia en el control de las enfermedades. Los avances en la genética y las evidentes ventajas de evitar pérdidas por enfermedades de las plantas por el simple hecho de sembrar una variedad resistente en vez de una susceptible, hacen posible y muy deseable la producción de estas variedades tolerantes (Agrios, 1986).

Las hibridaciones interespecíficas en los programas de mejoramiento genético son comúnmente aplicadas con el fin de desarrollar un organismo único que combine los genomas de ambos progenitores, o transferir una característica o gen específico de la especie donadora a la receptora. Esto es comúnmente seguido por un programa de retrocruzas y selección para recuperar las características deseables. Este método puede transferir rápidamente niveles útiles de resistencia dentro de un tipo deseado (Superak et al., 1993). Para el hecho de la hibridación son esenciales las condiciones ambientales favorables (Shifris, 1987).

Una de las barreras más grandes para la obtención de plantas por medio de cruza interespecíficas es la esterilidad de los híbridos F1. Estos híbridos pueden ser obtenidos de muchos cruzamientos; sin embargo, son altamente estériles debido a la producción de polen no funcional y falta de homología o desigualdad en el número de cromosomas, lo que trae como consecuencia una baja formación de frutos. Los cruzamientos interespecíficos en *Cucurbita* han sido estudiados por muchos investigadores, originando o mejorando 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).

Según Shifriss (1987), el cruzamiento de *C. pepo* con *C. moschata* es importante, 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.

En el Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora se han formado líneas de calabacita tipo Gray Zucchini a partir de cruzamientos interespecíficos con *C. moschata*. Esta última especie es cultivada en pequeña escala en la región tratándose principalmente de tipos criollos sin uniformidad pero que exhiben inmunidad al VHEC; esta característica de resistencia se logró transmitir a las líneas antes mencionadas. Se ha observado que algunas líneas e híbridos han sido superiores a Gray Zucchini en rendimiento de fruto inmaduro llegando a duplicar su rendimiento (Garza y González, 2000; Ramírez, 1998; Tacho, 1995). En otros trabajos con estas líneas, se estudió la herencia de la resistencia al VHEC, encontrando que la resistencia tiende a ser dominante y que es condicionada por un solo gen (Montes et al., 1998b).

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo se llevó a cabo en el campo experimental del Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, en los ciclos de cultivo de Primavera-Verano y Verano-Otoño del año 2001.

En el mismo Departamento, Garza (2001) trabajó con una de las líneas resistentes tipo Gray Zucchini al VHEC. Así, en el ciclo Primavera-Verano del año 2000, se utilizó la línea 211 como fuente de resistencia, realizándose cruzas con variedades comerciales de calabacita amarilla totalmente susceptibles al VHEC, con el fin de transferir resistencia a estas últimas. Las variedades amarillas utilizadas como progenitores femeninos fueron las siguientes: Dixie, Prelude y Meigs de tipo cuello curvo; General Patton y Lemon Drop de tipo cuello recto. De esta manera las cruzas realizadas en este ciclo fueron Dixie x 211, Prelude x 211, Meigs x 211, General Patton x 211 y Lemon Drop x 211. Posteriormente, estos híbridos mostraron resistencia al VHEC en el ciclo Verano-Otoño del 2000, autofecundándose plantas sobresalientes para la obtención de semilla F2.

Primavera-Verano

En este ciclo se realizó una retrocruza hacia variedades amarillas de polinización libre, utilizando las generaciones F1 y F2 (Cuadro 1) provenientes de las cruzas de la línea 211 y variedades amarillas realizadas en el año 2000, en el Departamento de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora.

La preparación del terreno se llevó a cabo de acuerdo a las prácticas realizadas de manera convencional en la zona agrícola de la Costa de Hermosillo. El riego y la fertilización se aplicó mediante un sistema presurizado. La siembra se llevó a cabo el día 3 de marzo, la cual se realizó en húmedo, a una sola hilera y con una separación de 30 cm por punto. El módulo experimental se formó de 9 bordos de 30 m de largo cubiertos con acolchado plástico y con una separación entre bordos de 2 m.

Durante el desarrollo del cultivo se controló por métodos químicos la población de áfidos para evitar virosis transmitidas por estos insectos. También se controló la población de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) para evitar solamente el plateado de la hoja, ya que normalmente en este ciclo no se presentan los síntomas causados por el VHEC. Así mismo, se realizaron aplicaciones químicas contra el minador de la hoja, *Liriomyza sativae* y la cenicilla, *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht Fr.) Poll.

Cuadro 1.- Materiales establecidos en el ciclo Primavera-Verano del 2001 para la realización de la primer retrocruza hacia variedades amarillas de polinización libre.

Cuello Curvo	Cuello Recto
Early Golden Summer Crookneck (EGSC)	Saffron Prolific (SP)
F1 (Dixie x 211)	F1 (General Patton x 211)
F1 (Prelude x 211)	F1 (Lemon Drop x 211)
F1 (Meigs x 211)	F2 (General Patton x 211)
F2 (Dixie x 211)	F2 (Lemon Drop x 211)
F2 (Prelude x 211)	
F2 (Meigs x 211)	

Al inicio de la floración se realizaron polinizaciones manuales, utilizando las variedades amarillas de polinización libre EGSC y SP como progenitores femeninos (recurrentes), las cuales son altamente susceptibles al VHEC. Como progenitores masculinos (donantes de resistencia al VHEC) se utilizaron las generaciones F1 y F2 mencionadas anteriormente, realizándose las retrocruzas que se muestran en el Cuadro 2. Las plantas donantes de resistencia fueron seleccionadas tomando en cuenta su apariencia general y que su fruto fuera de color amarillo. En este ciclo se cosechó el fruto maduro de las polinizaciones efectuadas y se extrajo la semilla constituyendo la primera retrocruza (R1).

Cuadro 2.- Primer retrocruza hacia las variedades de calabacita amarilla (*C. pepo*) de polinización libre EGSC y SP, efectuada en el ciclo Primavera-Verano del 2001.

Cuello Curvo	Cuello Recto
EGSC x F1(Dixie x 211)	SP x F1(General Patton x 211)
EGSC x F1(Prelude x 211)	SP x F1(Lemon Drop x 211)
EGSC x F1(Meigs x 211)	SP x F2(General Patton x 211)
EGSC x F2(Dixie x 211)	SP x F2(Lemon Drop x 211)
EGSC x F2(Prelude x 211)	
EGSC x F2(Meigs x 211)	

Además, en este mismo ciclo se realizaron autofecundaciones en las plantas de la generación F1, con el fin de contar con suficiente semilla de la segunda generación filial, la cual, se utilizó en el ciclo Verano-Otoño del 2001.

Verano-Otoño

En este ciclo se evaluó la reacción al VHEC, el rendimiento y el color del fruto en la R1; así mismo, se estudió la herencia de la resistencia al VHEC y se identificó el agente viral causante de la enfermedad.

Reacción al VHEC, rendimiento y color exterior del fruto.

La preparación del terreno y labores de cultivo se realizaron de acuerdo a las prácticas convencionales de manejo en la región bajo riego presurizado, exceptuando el control de plagas, ya que durante las primeras etapas del cultivo se permitió la infestación de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) con el fin de obtener una buena inoculación del VHEC en las plantas. Posteriormente, se realizó una aplicación química para controlar la población de mosquita blanca y evitar daños ocasionados por el plateado de la hoja. Hacia finales del cultivo se realizó una última aplicación química, pero en este caso fue para el control de áfidos, previniendo así la infección con otro virus lo que consecuentemente afectara en las evaluaciones.

La siembra se realizó en húmedo el día 7 de Septiembre, a doble hilera y con una separación de 30 cm por punto. El módulo experimental se formó de 12 bordos de 30 m de largo, con una separación entre bordos de 2 m, en donde se establecieron 48 tratamientos (Cuadro 3) utilizando un diseño completamente aleatorio. Cada tratamiento constó de 40 plantas provenientes de la semilla obtenida de cada una de las distintas retrocruzas o de los testigos utilizados, los cuales fueron la línea resistente 211 y las variedades susceptibles de polinización libre EGSC y SP.

La reacción al VHEC se evaluó el día 23 de octubre, observando la sintomatología característica de esta enfermedad en cada tratamiento y registrando la proporción de plantas sin síntomas y plantas susceptibles con diferentes niveles de infección. Para ello

se diseñó la siguiente escala ordinal: A = sin presencia de síntomas; B = síntomas leves (plantas grandes con ligeros arrugamientos en el follaje y plantas de tamaño medio pero sin síntomas); C = síntomas fuertes (plantas de tamaño medio a grandes con presencia de arrugamientos y ligeros enrollamientos en la mayoría del follaje); D = síntomas severos (plantas sin crecimiento y plantas de tamaño medio a grandes con fuertes arrugamientos y enrollamientos en la mayoría del follaje).

Para analizar estadísticamente el rendimiento de las retrocruzas, se tomaron muestras de 10 plantas dentro de cada tratamiento, de esta manera se tuvieron como máximo 4 repeticiones y 2 como mínimo, esto porque en algunos tratamientos no fue posible contar con sus 40 plantas respectivas, ya que algunas de ellas murieron en etapas tempranas del cultivo. Posteriormente, se realizaron de 2 a 3 cortes por semana dentro del periodo del 12 de octubre al 12 de noviembre, para un total de 10 cortes. Se cosecharon los frutos sin síntomas de virosis y se pesaron utilizando una balanza digital. Después se sumaron los pesos de los 10 cortes para cada repetición y se sometieron a un análisis de varianza, además se aplicó la prueba de rangos múltiples Ryan-Einot-Gabriel-Welsch para comparar las medias.

El color exterior de los frutos cosechados se determinó mediante un colorímetro portátil ColorTEC PCMTM. El análisis se llevó a cabo el día 14 de Noviembre y para ello se tomó una muestra de 10 frutos por cada tratamiento y se tomaron las lecturas individualmente. Además, se incluyó como testigo el híbrido de cuello curvo Sunglo, el cual se cultiva comercialmente en la región. Después de lo anterior, se llevó a cabo un análisis de varianza y prueba de rangos múltiples de Ryan-Einot-Gabriel-Welsch para comparar las medias.

Cuadro 3.- Tratamientos establecidos en el ciclo Verano-Otoño del 2001 para evaluar el rendimiento, reacción al VHEC y color de retrocruzas de calabacita amarilla.

211 ²	
Early Golden Summer Crookneck (EGSC) ^y	Saffron Prolific (SP) ^y
EGSC x F1(Dixie x 211) (1)	SP x F1(Patton x 211) (1)
EGSC x F1(Dixie x 211) (2)	SP x F1(Patton x 211) (2)
EGSC x F1(Dixie x 211) (3)	SP x F1(Patton x 211) (3)
EGSC x F1(Dixie x 211) (4)	SP x F1(Patton x 211) (4)
EGSC x F1(Prelude x 211) (1)	SP x F1(Patton x 211) (5)
EGSC x F1(Prelude x 211) (2)	SP x F1(Drop x 211) (1)
EGSC x F1(Prelude x 211) (3)	SP x F1(Drop x 211) (2)
EGSC x F1(Prelude x 211) (4)	SP x F1(Drop x 211) (3)
EGSC x F1(Meigs x 211) (1)	SP x F1(Drop x 211) (4)
EGSC x F1(Meigs x 211) (2)	SP x F1(Drop x 211) (5)
EGSC x F1(Meigs x 211) (3)	SP x F1(Drop x 211) (6)
EGSC x F1(Meigs x 211) (4)	SP x F2(Patton x 211) (1)
EGSC x F1(Meigs x 211) (5)	SP x F2(Patton x 211) (2)
EGSC x F2(Dixie x 211) (1)	SP x F2(Patton x 211) (3)
EGSC x F2(Dixie x 211) (2)	SP x F2(Patton x 211) (4)
EGSC x F2(Dixie x 211) (3)	SP x F2(Patton x 211) (5)
EGSC x F2(Dixie x 211) (4)	SP x F2(Patton x 211) (6)
EGSC x F2(Prelude x 211) (1)	SP x F2(Drop x 211) (1)
EGSC x F2(Prelude x 211) (2)	SP x F2(Drop x 211) (2)
EGSC x F2(Prelude x 211) (3)	SP x F2(Drop x 211) (3)
EGSC x F2(Meigs x 211) (1)	SP x F2(Drop x 211) (4)
EGSC x F2(Meigs x 211) (2)	
EGSC x F2(Meigs x 211) (3)	
EGSC x F2(Meigs x 211) (4)	

²Resistente; ^ySusceptible.

Herencia de la resistencia al VHEC.

Para estudiar la herencia de la resistencia al VHEC se diseñó un experimento en donde se observó la segregación de plantas resistentes y susceptibles al VHEC. Para ello, se preparó y fertilizó el terreno de acuerdo a las prácticas de manejo realizadas de manera convencional en la región de la Costa de Hermosillo, a excepción del control de plagas, el cual se llevó a cabo de igual manera que en el experimento anterior. El riego se aplicó por el método "rodado".

Se sembró en húmedo el día 1 de Septiembre, a una sola hilera, con una separación de 30 cm por punto. El módulo experimental se formó de 4 bordos de 100 m de largo, con una separación entre bordos de 2 m, en donde se establecieron los siguientes

materiales: 211 (línea resistente); Dixie (híbrido comercial susceptible); F1 (Dixie x 211); F2 (Dixie x 211); F2 (Prelude x 211); F2(General Patton x 211); F2(Lemon Drop x 211).

Para determinar la segregación de la resistencia al VHEC se llevó a cabo una evaluación el día 17 de octubre, la cual, se basó en la reacción al VHEC utilizando la misma metodología que en el experimento anterior.

Identificación del agente viral.

Para identificar el virus presente durante los experimentos, el 9 de diciembre del 2001, se colectaron 11 muestras de diferentes plantas y con distintos niveles de daño (Cuadro 4). Para ello se tomaron meristemos y partes jóvenes del follaje. Posteriormente se empacaron las muestras en húmedo y en fresco para transportarse al laboratorio de biología molecular del INIFAP en Culiacán, Sinaloa, en donde se realizó la identificación. Las muestras fueron sometidas a una extracción de ácido desoxirribonucleico (ADN) del genoma mediante el método Dellaporta. Ya obtenido el ADN se realizó una electroforesis para ver su tamaño y posteriormente realizar una hibridación tipo Southern blot (ADN-ADN) con una sonda marcada con fluoresceína, y que consta de una parte de la secuencia del gen que codifica para la proteína de la cápside de los Geminivirus. Después se obtuvo el revelado de la hibridación para confirmar la presencia de Geminivirus. Además, se llevó a cabo la identificación por el método de ELISA.

Para obtener una identificación mas específica, el 14 de noviembre del 2001, se enviaron las siguientes muestras al laboratorio de virología de la Universidad de Arizona: Early Golden Summer Crookneck (EGSC); F2 (General Patton x 211); F2 (Lemon Drop x 211); EGSC x F1(Meigs x 211) (5); correhuela (*Convolvulus arvensis*). Aquí se aisló el ADN de las muestras y se amplificó por PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa) para confirmar la presencia de Geminivirus. Posteriormente se realizó una secuenciación para determinar si el agente viral presente en los experimentos pertenecía al VHEC.

Cuadro 4.- Muestras colectadas el día 9 de diciembre del 2001 para la identificación del agente viral en retrocruzas y variedades de calabacita amarilla y en la línea 211, resistente al VHEC.

Muestra	Tratamiento
1	EGSC x F1(Meigs x 211) (5)
2	EGSC x F1(Meigs x 211) (1)
3	Dixie ^y
4	Saffron Prolific (SP) ^y
5	Early Golden Summer Crookneck (EGSC) ^y
6	EGSC x F2(Dixie x 211) (2)
8	Línea 211 ^z
9	F2 (Patton x 211)
10	EGSC x F2(Prelude x 211) (2)
11	Línea 211 ^z

^zResistente; ^ySusceptible.

RESULTADOS Y DISCUSION

Reacción al VHEC, rendimiento y color exterior del fruto.

Reacción al VHEC.

El testigo resistente 211 estuvo libre de síntomas a excepción de 5 plantas que mostraron síntomas muy leves en el follaje, las cuales, tuvieron buen vigor y desarrollo, lo cual coincide en lo reportado por Ramírez (1998) y Tacho (1995), quienes también evaluaron esta línea resistente. Por el contrario, los testigos susceptibles EGSC y SP fueron severamente afectados por el VHEC, coincidiendo con las observaciones de Ceja (1989), Domínguez (1992) y Romero (1990), quienes mencionan que variedades de calabacita amarilla son altamente susceptibles. Las retrocruzas evaluadas mostraron una proporción muy baja de plantas resistentes respecto a las susceptibles, incluso la mayor parte no presentó plantas resistentes (Cuadros 5 y 6). Sin embargo, en las retrocruzas se observó generalmente un mayor vigor y desarrollo que en los testigos susceptibles, pero sin ser igual que en el testigo resistente, lo cual indica la presencia de gen(es) que confieren resistencia al VHEC en las retrocruzas evaluadas.

Dentro de los tratamientos en donde se utilizó la generación F1 como fuente de resistencia, se obtuvo una cantidad de 26 plantas resistentes (Cuadro 5), en comparación con los tratamientos en donde se utilizó la generación F2 como progenitor donante de resistencia, en donde solo se obtuvieron 11 plantas sin síntomas característicos del VHEC (Cuadro 6). Lo anterior se pudo deber a que las plantas F2 utilizadas como progenitores donantes de resistencia no tuvieron presión de selección, ya que en el ciclo Primavera-Verano no existe una considerable población de mosquita blanca, vector del VHEC (Cohen et al., 1983; Flock y Mayhew, 1981). De esta manera, al existir una gran variación en una población F2, se obtuvo un error mayor al momento de seleccionar los progenitores. Esto sucede en menor grado en una población F1, la cual tiene mayor uniformidad y así el error es menor cuando se selecciona con una presión de selección mínima.

Cuadro 5.- Reacción al VHEC en la primer retrocruza de calabacita amarilla, utilizando la generación F1 como fuente de resistencia. Ciclo Verano-Otoño del 2001.

Tratamiento	Sin síntomas	Leves	Fuertes	Severos
211 ^z	35	5	0	0
EGSC ^y	0	0	11	29
SP ^y	0	5	10	17
EGSC x F1(Dixie x 211) (1)	2	15	12	10
EGSC x F1(Dixie x 211) (2)	1	22	7	6
EGSC x F1(Dixie x 211) (3)	4	19	9	6
EGSC x F1(Dixie x 211) (4)	1	18	15	3
EGSC x F1(Prelude x 211) (1)	4	10	8	18
EGSC x F1(Prelude x 211) (2)	0	12	6	24
EGSC x F1(Prelude x 211) (3)	0	23	5	10
EGSC x F1(Prelude x 211) (4)	0	13	10	5
EGSC x F1(Meigs x 211) (1)	6	10	8	14
EGSC x F1(Meigs x 211) (2)	1	12	15	11
EGSC x F1(Meigs x 211) (3)	2	10	18	8
EGSC x F1(Meigs x 211) (4)	0	17	12	8
EGSC x F1(Meigs x 211) (5)	3	17	9	10
SP x F1(Patton x 211) (1)	0	0	3	37
SP x F1(Patton x 211) (2)	0	6	10	24
SP x F1(Patton x 211) (3)	0	2	3	33
SP x F1(Patton x 211) (4)	0	1	11	26
SP x F1(Patton x 211) (5)	0	13	18	7
SP x F1(Drop x 211) (1)	1	6	17	15
SP x F1(Drop x 211) (2)	0	5	12	20
SP x F1(Drop x 211) (3)	1	12	13	13
SP x F1(Drop x 211) (4)	0	11	9	19
SP x F1(Drop x 211) (5)	0	7	16	16
SP x F1(Drop x 211) (6)	0	12	13	14

^zResistente; ^ySusceptible.

Tomando en cuenta que la resistencia al VHEC fue dominante en las generaciones F1 evaluadas en el ciclo Verano-Otoño del 2000, se esperaba obtener una proporción de una planta resistente por una susceptible (1:1) en los tratamientos de la primer retrocruza, principalmente al utilizar la población F1 como progenitores donantes de resistencia. Contrariamente se encontraron muy pocas plantas resistentes, lo cual coincide con los resultados presentados por Romero (1990), quien menciona que las retrocruzas evaluadas se mostraron tolerantes con síntomas menos severos y sólo algunas plantas resistentes o libres de síntomas. Cabe aclarar que Romero (1990) evaluó segundas y terceras retrocruzas, con lo cual se obtiene menor segregación de plantas susceptibles.

Cuadro 6.- Reacción al VHEC en la primer retrocruza de calabacita amarilla, utilizando la generación F2 como fuente de resistencia. Ciclo Verano-Otoño del 2001.

Tratamiento	Sin síntomas	Leves	Fuertes	Severos
211 ^z	35	5	0	0
EGSC ^y	0	0	11	29
SP ^y	0	5	10	17
EGSC x F2(Dixie x 211) (1)	0	8	15	17
EGSC x F2(Dixie x 211) (2)	0	17	7	14
EGSC x F2(Dixie x 211) (3)	0	1	7	30
EGSC x F2(Dixie x 211) (4)	1	27	8	2
EGSC x F2(Prelude x 211) (1)	0	12	21	7
EGSC x F2(Prelude x 211) (2)	0	17	15	7
EGSC x F2(Prelude x 211) (3)	3	12	14	10
EGSC x F2(Meigs x 211) (1)	0	12	14	13
EGSC x F2(Meigs x 211) (2)	1	10	11	15
EGSC x F2(Meigs x 211) (3)	1	29	6	1
EGSC x F2(Meigs x 211) (4)	4	23	8	4
SP x F2(Patton x 211) (1)	0	9	17	13
SP x F2(Patton x 211) (2)	0	5	12	22
SP x F2(Patton x 211) (3)	0	10	16	8
SP x F2(Patton x 211) (4)	0	5	11	21
SP x F2(Patton x 211) (5)	0	1	12	21
SP x F2(Patton x 211) (6)	0	13	13	12
SP x F2(Drop x 211) (1)	0	0	8	31
SP x F2(Drop x 211) (2)	0	9	17	24
SP x F2(Drop x 211) (3)	1	0	5	33
SP x F2(Drop x 211) (4)	0	21	11	8

^zResistente; ^ySusceptible.

La generación F1 se formó utilizando la línea resistente 211 tipo Gray Zucchini e híbridos comerciales de calabacita amarilla. Consecuentemente, los tratamientos de la primer retrocruza de calabacitas amarillas se formaron utilizando estas poblaciones F1, además de poblaciones F2, y variedades amarillas de polinización libre como progenitores recurrentes. Tal vez esto pueda ser la explicación por la cual no se obtuvo la segregación esperada, al no haber algún arreglo en la recombinación genética entre los híbridos amarillos comerciales utilizados para formar la F1 y las variedades de polinización libre utilizadas como progenitores recurrentes en la primer retrocruza.

La mayor cantidad de plantas resistentes al VHEC se obtuvo al utilizar plantas F1 provenientes del híbrido comercial Meigs y la línea 211, al obtener 12 plantas sin síntomas. Esto también se ve reflejado al utilizar las poblaciones F2 como progenitores donantes, ya que F2 (Meigs x 211) produjo 6 plantas asintomáticas, la mayor cantidad entre los progenitores F2. Al parecer, para el carácter resistencia al VHEC, este híbrido de cuello curvo presenta el mejor arreglo genético al cruzarse con la variedad de polinización libre EGSC. En contra parte, al utilizar progenitores tanto F1 como F2 provenientes del híbrido comercial de cuello recto General Patton, se presentó el mínimo arreglo genético con la variedad amarilla de cuello recto Saffron Prolific, ya que no se obtuvo ninguna planta resistente, además de la mayor cantidad de plantas susceptibles con síntomas severos.

Rendimiento.

El rendimiento del testigo resistente (211), estuvo dentro del rango comercial ya que tuvo una producción de 20.4 ton/ha, además debemos tomar en cuenta que se realizaron solo 10 cortes, cuando comercialmente se realizan entre 20 y 30 (Cuadro 7). Por otra parte el rendimiento fue similar al reportado por Ramírez (1998) y Tacho (1995), quienes evaluaron esta misma línea resistente, registrando un rendimiento de 24.65 ton/ha y 15.94 ton/ha respectivamente. Contrariamente, los testigos susceptibles al VHEC tuvieron un rendimiento muy bajo encontrándose entre los peores tratamientos, lo cual coincide con los resultados obtenidos por Ceja (1989) y Domínguez (1992) quienes observaron que el rendimiento de variedades amarillas es muy afectado por el VHEC, siendo de las menos productivas. En cuanto a las retrocruzas, no se obtuvo una producción aceptable ya que el mejor de los tratamientos produjo 6.12 ton/ha, lo cual está muy por debajo del límite inferior del margen de producción comercial. Este rendimiento coincide con los reportados por Romero (1990), al evaluar 2 retrocruzas de calabacita amarilla registrando una producción de 8.5 y 6.8 ton/ha.

Al observar los datos presentados en el Cuadro 7 vemos que existe mucha diferencia entre los mismos grupos estadísticos, por ejemplo, el rendimiento de la mejor retrocruza EGSC x F1(Meigs x 211)(4) y el rendimiento del tratamiento SP x F1(Patton x 211)(1)

se diferencian notablemente, sin embargo están dentro del mismo grupo estadístico y no son significativamente diferentes. Lo anterior se debe a que se presentó un error experimental bastante alto, debido a la gran variación dentro de cada tratamiento, ya que había muy pocas plantas produciendo buenos frutos. Entonces, el rendimiento obtenido en las retrocruzas proviene de muy pocas plantas resistentes dentro de cada tratamiento, lo cual explica los bajos rendimientos. Además, se observa que los tratamientos con mayor producción tienen un alto número de plantas con síntomas leves. Por ejemplo, el mejor tratamiento EGSC x F1(Meigs x 211)(4) no presenta ninguna planta resistente (Cuadro 5) y casi la mitad de sus plantas muestra síntomas leves. Esto significa que existen plantas con síntomas leves que toleran el daño del VHEC y son capaces de producir frutos de buena calidad, coincidiendo con las observaciones de Romero (1990) y Tacho (1995).

Color exterior del fruto.

Para evaluar el color no se contó con el total de los tratamientos, ya que algunos de ellos produjeron muy pocos frutos y severamente afectados. A excepción del testigo resistente 211 (calabacita verde tipo Gray Zucchini), no se presentaron diferencias significativas (Cuadro 8) entre los tratamientos y testigos susceptibles respecto al testigo comercial Sunglo, el cual se utilizó como patrón para comparar el color de las retrocruzas. Al parecer, lo anterior significa que la calidad correspondiente al color amarillo del fruto y consecuentemente al contenido de *B-carotenos*, no se vio afectada por las cruas efectuadas con la línea resistente 211.

Cuadro 7.- Rendimiento y comparación de medias de la primer retrocruza de calabacita amarilla, testigo resistente y testigos susceptibles, durante el Ciclo Verano-Otoño del 2001.

Tratamiento	Rendimiento (gr)	Repeticiones	Grupos Homogéneos
211	6802.5	4	a
EGSC x F1(Meigs x 211) (4)	2040.0	3	b
EGSC x F1(Meigs x 211) (5)	1796.7	3	bc
SP x F1(Patton x 211) (5)	1406.7	3	bc
EGSC x F2(Meigs x 211) (3)	1305.0	3	bc
EGSC x F1(Prelude x 211) (1)	1268.7	4	bc
EGSC x F2(Dixie x 211) (2)	1227.5	4	bc
EGSC x F1(Dixie x 211) (1)	997.5	4	bc
EGSC x F1(Meigs x 211) (3)	931.2	4	bc
EGSC x F2(Prelude x 211) (1)	841.2	4	bc
EGSC x F1(Dixie x 211) (3)	773.3	3	bc
EGSC x F1(Meigs x 211) (2)	756.2	4	bc
EGSC x F2(Meigs x 211) (4)	736.7	3	bc
EGSC x F2(Prelude x 211) (2)	681.7	3	bc
EGSC x F1(Dixie x 211) (2)	661.7	3	bc
EGSC x F1(Meigs x 211) (1)	650.0	4	bc
SP x F1(Drop x 211) (1)	582.5	4	bc
SP x F2(Patton x 211) (6)	582.5	4	bc
SP x F2(Drop x 211) (4)	562.5	4	bc
SP x F1(Drop x 211) (4)	540.0	3	bc
EGSC x F1(Dixie x 211) (4)	503.3	3	bc
SP x F2(Drop x 211) (3)	395.0	4	bc
EGSC x F1(Prelude x 211) (4)	375.0	2	bc

REGW 0.05 Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes

^zResistente; ^ySusceptible.

Cuadro 7.- Continuación.

Tratamiento	Rendimiento (gr)	Repeticiones	Grupos Homogéneos
SP x F1(Patton x 211) (2)	366.3	4	bc
EGSC x F2(Prelude x 211) (3)	301.3	4	bc
EGSC x F1(Prelude x 211) (3)	281.7	3	bc
SP x F1(Drop x 211) (6)	268.3	3	bc
SP x F2(Drop x 211) (2)	258.8	4	bc
SP x F1(Drop x 211) (2)	250.0	3	bc
SP x F1(Patton x 211) (1)	245.0	4	bc
SP x F2(Drop x 211) (1)	200.0	2	c
SP x F1(Patton x 211) (4)	196.7	3	c
Saffron Prolific (SP) ^y	186.7	3	c
EGSC x F2(Dixie x 211) (1)	170.0	3	c
SP x F2(Patton x 211) (1)	151.7	3	c
EGSC x F1(Prelude x 211) (2)	150.0	3	c
SP x F1(Drop x 211) (3)	126.7	3	c
SP x F2(Patton x 211) (3)	126.7	3	c
SP x F2(Patton x 211) (5)	121.7	3	c
SP x F1(Patton x 211) (3)	116.7	3	c
EGSC x F2(Meigs x 211) (2)	90.0	3	c
Early Golden Summer Crookneck ^y	63.7	4	c
EGSC x F2(Dixie x 211) (4)	60.0	2	c
SP x F2(Patton x 211) (2)	51.7	3	c
SP x F1(Drop x 211) (5)	48.3	3	c
EGSC x F2(Dixie x 211) (3)	28.3	3	c
SP x F2(Patton x 211) (4)	0.0	2	c
EGSC x F2(Meigs x 211) (1)	0.0	4	c

REGW 0.05 Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

^zResistente; ^ySusceptible.

Cuadro 8.- Color y comparación de medias de algunos tratamientos de la primer retrocruza de calabacita amarilla, testigo resistente, testigo susceptible, y testigo comercial variedad Sunglo. Ciclo Verano-Otoño del 2001.

Tratamiento	Color	Repeticiones	Grupos Homogéneos
EGSC x F2(Dixie x 211) (2)	6.879	10	a
EGSC x F2(Meigs x 211) (4)	6.834	10	a
SP x F1(Drop x 211) (3)	6.631	10	a
Sunglo	6.508	10	a
EGSC x F1(Meigs x 211) (1)	6.486	10	a
EGSC x F1(Prelude x 211) (4)	6.441	10	a
SP x F2(Patton x 211) (1)	6.324	9	a
EGSC x F1(Prelude x 211) (3)	6.316	10	a
SP x F2(Drop x 211) (4)	6.288	10	ab
EGSC x F1(Dixie x 211) (3)	6.234	10	ab
SP x F1(Drop x 211) (6)	6.226	7	ab
EGSC x F1(Meigs x 211) (4)	6.204	10	ab
EGSC x F1(Meigs x 211) (5)	6.195	10	ab
EGSC x F1(Dixie x 211) (2)	6.161	8	ab
EGSC x F2(Prelude x 211) (3)	6.108	10	ab
EGSC x F1(Dixie x 211) (1)	6.085	10	ab
SP x F1(Patton x 211) (5)	6.043	10	ab
EGSC x F2(Prelude x 211) (2)	6.026	10	ab
EGSC x F1(Meigs x 211) (3)	5.963	10	ab
EGSC x F1(Dixie x 211) (4)	5.957	10	ab
EGSC x F1(Meigs x 211) (2)	5.927	10	ab
EGSC x F1(Prelude x 211) (1)	5.918	10	ab
EGSC x F2(Prelude x 211) (1)	5.901	10	ab
SP x F2(Patton x 211) (6)	5.857	10	ab
Early Golden Summer Crookneck	5.855	2	ab
SP x F1(Drop x 211) (1)	5.791	10	ab
EGSC x F2(Meigs x 211) (2)	5.761	8	ab
EGSC x F2(Meigs x 211) (3)	5.723	10	ab
Saffron Prolific	5.607	4	ab
211	4.691	10	b

REGW 0.05 Tratamientos con la misma letra no son significativamente diferentes.

Herencia de la resistencia al VHEC.

De acuerdo a la evaluación de los síntomas en el follaje (Cuadro 9) de los diferentes materiales analizados, se encontró que existe dominancia de la resistencia al VHEC coincidiendo en lo reportado por Montes et al. (1998b). Esto lo podemos corroborar en los datos del Cuadro 9, en donde observamos que el testigo resistente (211) no presentó ningún síntoma, además de mostrar buen vigor y desarrollo, coincidiendo en lo reportado por Ramírez (1998) y Tacho (1995). Al igual que lo observado por Ceja

(1989), el testigo susceptible (Dixie) fue totalmente dañado por el VHEC, mostrando achaparramientos muy severos. La primera generación de la cruce entre Dixie y 211 fue casi totalmente resistente a excepción de un 10 % de la población que mostró síntomas leves. Se observó de esta manera, al igual que Garza (2001), que la resistencia al VHEC es dominante en la primera generación, y que la línea 211 funcionó como fuente de resistencia.

Cuadro 9.- Reacción al VHEC de progenitores resistentes y susceptibles, y cruces F1 y F2 de calabacita amarilla, durante el ciclo Verano-Otoño del 2001.

Tratamiento	# Plantas	Resistentes (R)	Susceptibles (S)	Proporción Observada	Proporción Esperada
211 ^z	60	60	0	Todas R	Todas R
Dixie ^y	46	0	46	Todas S	Todas S
F1 (Dixie x 211)	55	49	6	8:1	3:1
F2 (Dixie x 211)	127	54	73	1:1	3:1
F2 (Prelude x 211)	102	38	64	1:2	3:1
F2 (G. Patton x 211)	238	101	137	1:1	3:1
F2 (L. Drop x 211)	253	55	198	1:4	3:1

^zResistente; ^ySusceptible.

Según los resultados observados en las poblaciones F2 estudiadas se puede decir que la resistencia al VHEC no es condicionada por un solo gen o que existen genes epistáticos que no permiten la expresión del gen que confiere la resistencia al VHEC, ya que en ninguna de estas poblaciones encontramos una proporción de tres plantas resistentes por una susceptible (3:1), segregación característica de la herencia de un solo gen dominante. La población F2 (Lemon Drop x 211) presentó una excepción, ya que se observó una proporción cercana a una planta resistente por tres susceptibles (1:3), lo cual, nos indica que en esta cruce se manifestó un gen aparentemente recesivo que confiere la resistencia al VHEC.

Nuestros resultados difieren a los encontrados por Montes et al. (1998b), quien estudió la herencia de la resistencia al VHEC utilizando la línea resistente 264 (tipo Gray Zucchini). Este autor encontró proporciones muy cercanas a tres plantas resistentes por una susceptible (3:1) en la generación F2, concluyendo que en cruces entre individuos resistentes y susceptibles tipo Gray Zucchini la resistencia al VHEC fue

dominante y condicionada por un solo gen. Sin embargo, nuestros resultados coinciden con los de Montes et al. (1998b), quien así mismo evaluó generaciones F2 provenientes de la línea resistente 214, sin encontrar segregaciones características de un gen dominante. Este mismo autor concluye que es posible la presencia de genes modificadores y además menciona la posibilidad de un mejor arreglo genético de Gray Zucchini con la línea 264 que con 214, ya que estas líneas resistentes provienen de un programa de retrocruzas utilizando Gray Zucchini como progenitor recurrente.

En el presente trabajo se utilizó como progenitor resistente la línea 211 que es de tipo Gray Zucchini, pero como progenitores femeninos, híbridos de tipo amarillo. Similar a lo reportado por Montes (1998b), aparentemente las variedades amarillas tienen otro tipo de arreglo genético, o la cruce con híbridos amarillos como Dixie, Prelude, General Patton y Lemon Drop con la línea 211, tiene influencia en la expresión de la resistencia al VHEC, dejando la posibilidad de que exista un efecto de epistasis desfavorable a la resistencia al VHEC en calabacita amarilla.

Identificación del Agente Viral.

En general, la identificación llevada a cabo por los métodos de ELISA y la hibridación tipo Southern Blot, detectaron resultados positivos a la infección por Geminivirus, lo cual coincide con los análisis de Montes et al. (1998a), Montes et al. (1998b) y Ramírez (1998). Sin embargo, se encontraron contrastes entre algunos de los resultados de estas técnicas.

Las muestras se sometieron a un análisis para identificar virus transmitidos por áfidos obteniendo resultados negativos contra el Virus Mancha Anular de la Papaya (PRSV) y el Virus Mosaico del Pepino (CMV), (Cuadro 10). La identificación para Geminivirus por el método de ELISA dió resultados positivos coincidiendo con Cohen et al. (1983), excepto para el tratamiento EGSC x F1(Meigs x 211)(5), el cual presentó síntomas leves, y para la muestra número once (libre de síntomas), resultando la identificación negativa en ambos casos (Cuadro 10).

La identificación por medio de la hibridación arroja resultados positivos en diferente grado. La muestra número once, la cual es una planta resistente que no mostró ningún síntoma (Cuadro 10) resultó positiva por este método, coincidiendo con los análisis de Montes (1998a) y Ramírez (1998) quienes detectaron la presencia del VHEC en plantas sin ningún síntoma ocasionado por este Begomovirus. Así mismo, la muestra número uno que corresponde a una de las retrocurzas dio un resultado positivo por esta misma técnica, lo cual resultó contrastante en comparación con la técnica de ELISA. Cabe aclarar que la hibridación molecular es más sensible y específica que el método de ELISA, lo cual puede ser la causa de estas diferencias.

En el revelado de la hibridación (Fig. 1), se observa que las bandas de las muestras presentan un mayor tamaño respecto al control positivo (parte del gen que codifica la proteína de la cápside del Geminivirus Virus Huasteco del Chile). Además, hay bandas que no se distinguen claramente y que confunden los resultados de la identificación. Por ejemplo, la muestra número tres pertenece al testigo susceptible Dixie, el cual presentó síntomas y achaparramientos muy severos (Cuadro 10), sin embargo, no se obtiene un resultado positivo de manera convincente. Esto pudo ser debido a que la hibridación no lo haya detectado, o que esta muestra no haya estado completamente purificada al momento de realizar la hibridación.

Las muestras enviadas al laboratorio de virología de la Universidad de Arizona, confirman la presencia del VHEC, lo cual coincide con las identificaciones presentadas por Montes et al. (1998a), Montes et al. (1998b) y Ramírez (1998). Así mismo, la maleza correhuela (*C. arvensis*) resultó positiva a la presencia del VHEC. De acuerdo con Cohen et al. (1983), parece ser que esta especie es inmune a este Begomovirus y puede estar funcionando como su reservorio.

Cuadro 10.- Reacción al VHEC e identificación del agente viral en retrocruzas y variedades de calabacita amarilla, así como en la línea 211, resistente al VHEC.

Muestra	Tratamiento	Síntomas	ELISA			Hibridación
			VMAP	VMP	3F7	
1	EGSC x F1(Meigs x 211) (5)	Leves	-	-	-	±
2	EGSC x F1(Meigs x 211) (1)	Leves	-	-	±	±
3	Dixie ^y	Severos	-	-	++	±
4	Saffron Prolific (SP) ^y	Severos	-	-	++	++
5	EGSC ^y	Severos	-	-	++	+
6	EGSC x F2(Dixie x 211) (2)	Severos	-	-	±	+++
8	Línea 211 ^z	Leves	-	-	±	++
9	F2 (Patton x 211)	Fuertes	-	-	++	+++
10	EGSC x F2(Prelude x 211) (2)	Fuertes	-	-	++	±
11	Línea 211 ^z	Sin	-	-	-	±

^zResistente; ^ySusceptible.

VMAP Virus Mancha Anular de la Papaya.

VMP Virus Mosaico del Pepino.

3F7 Geminivirus.

C 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12



C = Control positivo

Figura 1.- Revelado de la Hibridación tipo Southern Blot para la identificación de Geminivirus en retrocruzas y variedades de calabacita amarilla, así como en la línea 211, resistente al VHEC.

CONCLUSIONES

- 1.- La reacción al VHEC en los distintos tratamientos de la primer retrocruza de calabacita amarilla no fue la esperada, ya que hubo presencia de muy pocas plantas resistentes al VHEC y no se observó la segregación 1:1, la cual es característica en una retrocruza en donde la resistencia la confiere un solo gen dominante.
- 2.- Tomando en cuenta la gran productividad de las variedades amarillas, se obtuvo un rendimiento muy bajo en las retrocruzas evaluadas, probablemente debido a la gran variabilidad mostrada en cada uno de los tratamientos. Además se presentaron algunas plantas tolerantes al VHEC, ya que mostraron síntomas leves y fueron capaces de producir fruto de buena calidad.
- 3.- Basándonos en las observaciones sobre la herencia de la resistencia al VHEC en calabacita amarilla, existe dominancia de la resistencia en la generación F1. Posiblemente la resistencia al VHEC en las generaciones F2 estudiadas no es condicionada por un solo gen, con la excepción de F2 (Lemon Drop x 211), en donde la resistencia al VHEC en esta población la confiere un gen aparentemente recesivo. Al parecer, en calabacita amarilla existe el efecto de genes epistáticos, los cuales pueden modificar la expresión del gen que confiere la resistencia al VHEC.
- 5.- La calidad del color exterior del fruto no se vio modificada en ninguna de las retrocruzas, al compararse con el híbrido comercial Sunglo.
6. El agente viral presente en el ciclo Verano-Otoño del 2001 se identificó como VHEC, familia Geminiviridae.

LITERATURA CITADA

1. Agrios, N.G. 1986. Fitopatología. 1ª ed. Ed. Limusa. México, D.F. 756 p.
2. Ascencio, I.J.T., F.Z.I. Monsalve, C.M.B. Pruna, P.R. Díaz y B.R.F. Rivera. 1999. Los Geminivirus. Revista Mexicana de Fitopatología. 17 (2): 113-127
3. ASERCA. 1999. La calabaza y la calabacita mexicanas en el mercado Norteamericano. Revista Claridades Agropecuarias. Diciembre (76): 3-21
4. Avila, J.M.S. 2001. Índice de enfermedades parasitarias de los cultivos en Sonora. Universidad de Sonora. Boletín E-2.
5. Blancard, D., H. Lecoq y M. Pitrat. 1991. Enfermedades de las cucurbitáceas. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 301 p.
6. Brown, J.K. and J. Bird. 1992. Whitefly-transmitted Geminiviruses and associate disorders in the Americas and Caribbean basin. Plant Disease. 76(3): 220-225
7. Brown, J.K. 2001. Cucurbit-infecting Begomoviruses of Arizona and Northern Mexico. Sexto Seminario de Horticultura. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. México. 9: 1-7
8. Caballero, R. 1996. Identificación de moscas blancas. En: Hilje, L. Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y Geminivirus. Unidad de Fitoprotección. Turrialba, Costa Rica. 133 p.
9. Ceja, E.G. 1989. Evaluación de 14 cultivares de calabacita (*Cucurbita pepo*) durante la temporada Verano-Otoño bajo las condiciones de la costa de Hermosillo. Escuela de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Tesis de Licenciatura. 36 p.
10. Cohen, S., J.E. Duffus, R.C. Larsen, H.Y. Liun, and R.A. Flock. 1983. Purification, serology, and vector relationships of Squash Leaf Curl Virus, a whitefly-transmitted Geminivirus. Phytopathology. 73 (12): 1669-1673
11. Cohen, S., J.E. Duffus, and H.Y. Liu. 1989. Acquisition, interference, and retention of Cucurbit Leaf Curl Viruses. Phytopathology 79: 109-113
12. Cohen, S. 1990. Epidemiology of whitefly-transmitted viruses. En: Gerling, D. Whiteflies: their bionomics, pest status, and management. 1a ed. Intercept. Great Britain. 348 p.
13. Cornuet, P. 1992. Elementos de virología vegetal. Mundi-Prensa. Madrid, España. 218 p.

14. Coudriet, D.L., D.E. Meyedrirk, N. Prabharker and N. Kishaba. 1986. Bionomics of sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) on weed hosts in the Imperial Valley, California. *Environ. Entom.* 15 (6): 1179-1183
15. Chávez, C.M. 2001. Polinización en cucurbitáceas. Inifap. CAECH. Folleto Técnico No. 23.
16. Decker, D.S. 1988. Origin(s), evolution, and systematics of *Cucurbita pepo* (Cucurbitaceae). *Econ. Bot.* 42: 4-15
17. Domínguez, R.I. 1992. Evaluación de 16 cultivares y 6 líneas de calabacita (*Cucurbita pepo*) en la región de la costa de Hermosillo durante la época Verano-Otoño de 1991. Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Tesis de Licenciatura. 33 p.
18. Flock, R.A. and D. E. Mayhew. 1981. Squash leaf curl, a new disease of cucurbits in California. *Plant Disease.* 65 (1): 75-76
19. Garza, O.S. 2001. Informe de actividades de año sabático. Departamento de Agricultura y Ganadería. División de Ciencias Biológicas y de la Salud. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora.
20. Garza, O.S. y V.O. González. 2000. Rendimiento de líneas e híbridos de calabacita (*Cucurbita pepo*) de tipo Gray Zucchini. Quinto Seminario de Horticultura. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. México. 78-81 pp.
21. Garzón, J.A.T. 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. 60-75 pp.
22. Garzón, T.J.A., P.I. Torres, I.J.T. Ascencio, E.J.T. Herrera, and B.R.F Rivera. 1993. Inoculation of peppers with infectious clones of a new Geminivirus by biobalistic procedure. *Phytopathology.* 83: 514-521
23. Garzón, J.A.T. 2001. Manejo de virus en cucurbitáceas en México. Sexto Seminario de Horticultura. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México. 9: 8-18
24. 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. 32 p.
25. Hull, R. 2002. Matthews' plant virology. 4a. ed. Academic Press. Great Britain. 1001 p.

26. Hunter, W.B., E. Hiebert, S.E. Webb, J.H. Tsai, and J.E. Polston. 1998. Location of Geminiviruses in the whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Plant Disease*. 82: 1147-1151
27. Lecoq, H., G. Wisler, and M. Pitrat. 1998. Cucurbit Viruses: the classics and the emerging. *Cucurbitaceae '98*. 126-142 pp.
28. Lester, G. 1997. Melon (*Cucumis melo* L.) fruit nutritional quality and health functionality. *HortTechnology*. 7 (3): 222-227
29. Markham, P.G., I.D. Bedford, S. Liu, and M.S. Pinner. 1994. The transmission of Geminiviruses by *Bemisia tabaci*. *Pesticide Science*. 42: 123-128
30. Márquez, O.J.A. y A.V. Valenzuela. 1993. Caracterización de razas de la mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) mediante análisis de esterases y reacción de hospederas en el estado de Sonora. Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Tesis de Licenciatura. 76 p.
31. Montes, C.E.G., J.K. Brown y S.O. Garza. 1998a. Caracterización de enfermedades de origen viral en cucurbitáceas en Hermosillo, Sonora. Cuarto Seminario de Horticultura. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora. México. 7: 17-22
32. Montes, C.E.G., J.K. Brown y S.O. Garza. 1998b. Herencia de la resistencia al virus hoja enrollada de la calabaza en *Cucurbita pepo*. Cuarto Seminario de Horticultura. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México. 7: 90-93
33. Nee, M. 1990. The domestication of *Cucurbita* (Cucurbitaceae). *Economic Botany*. 44 (3): 56-58
34. Padidam, M., D.P. Maxwell, and C.M. Fauquet. 1997. A proposal for naming Geminiviruses. *Virology Division News* 142 (12): 2553-2562. Original no consultado. En : Ascencio, I.J.T., F.Z.I. Monsalve, C.M.B. Pruna, P.R. Díaz, y B.R.F. Rivera. 1999. Los Geminivirus. *Revista Mexicana de Fitopatología*. 17 (2): 113-127
35. Paris, H.S. 1996. Summer squash: History, diversity and distribution. *HortTechnology*. 6 (1): 6-13
36. Perring, T.M., A.D. Cooper, R.J. Rodriguez, C.A. Farrar, and T.S. Bellows, Jr. 1993. Identification of a whitefly species by genomic and behavioral studies. *Science* 259: 74-77
37. Polston, J.E. and P.K. Anderson. 1997. The emergence of whitefly-transmitted Geminiviruses in tomato in the Western Hemisphere. *Plant Disease*. 81 (12): 1358-1369

38. Provvidenti, R. 1993. Resistance to viral diseases of cucurbits. En : Kyle, M.M. Resistance to viral diseases of vegetables : genetics and breeding. Timber Press. Portland, Oregon. USA. 278 p.
39. Pursglove, J.W. 1968. Tropical crops. Dicotyledons. 1st. Ed. John Wiley and Sons. USA. 332 p.
40. Ramírez, V.J. 1990. Enfermedades de las Hortalizas. Colección Agronomía. 1^a ed. Universidad Autónoma de Sinaloa. 131 p.
41. Ramírez, P. y Rivera-Bustamante, R. 1996. Identificación de Geminivirus. En: Hilje, L. Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y Geminivirus. Unidad de Fitoprotección. Turrialba, Costa Rica. 133 p.
42. Ramírez, R.F. 1998. Rendimiento, reacción al Virus Hoja Enrollada de la Calabaza y características morfológicas de líneas autofecundadas e híbridos F1 de calabacita (*Cucurbita pepo* L.). Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Tesis de Maestría en Ciencias en Horticultura. 61 p.
43. Romero, M.L.A. 1990. Evaluación del rendimiento y reacción a virosis de dos cultivares y 14 retrocruzas en calabacita *Cucurbita pepo* provenientes de cruzas interespecíficas con *Cucurbita moschata* como polinizador. Escuela de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Tesis de Licenciatura. 36 p.
44. Rosell, R.C., J.I. Torres, and J.K. Brown. 1999. Tracing the Geminivirus-whitefly transmission pathway by polymerasa chain reaction in whitefly extracts, saliva, hemolymph, and honeydew. *Virology* 89 (3): 239-246
45. Shifriss, O. 1987. Notes on squash breeding. *Cucurbit Genetics Cooperative*. 10: 9397
46. Splittstoesser, E. W. 1990. Vegetable growing handbook. 3^a ed. Van Nostrand Reinhold. USA. 362 p.
47. Superak, T.H., B.T. Scully, M.M. Kyle, and H.M. Munger. 1993. Interspecific transfer of plant viral resistance in *Cucurbita*. En: Kyle, M.M. Resistance to viral diseases of vegetables: genetics and breeding. Timber Press. Portland, Oregon. U.S.A. 278 p.
48. Tacho, A.A. 1995. Comportamiento de materiales comerciales y líneas obtenidas por cruzamientos interespecíficos y sus híbridos en calabacita (*Cucurbita pepo* L.). Departamento de Agricultura y Ganadería. Universidad de Sonora. Tesis de Maestría en Ciencias en Horticultura. 59 p.
49. Wang, H.L., R.L. Gilbertson, and W.J. Lucas. 1996. Spatial and temporal distribution of Bean Dwarf Mosaic Geminivirus in *Phaseolus vulgaris* and *Nicotiana benthamiana*. *Phytopathology*. 86: 1204-1214

50. Whitaker, T.W. and G.N. Davis. 1962. Cucurbits. 1^a ed. Interscience Publishers. Great Britain. 250 p.
51. Whitaker, T.W. and R.W. Robinson. 1986. Squash breeding. En: Basset, J.M. Breeding vegetable crops. Avi. Pub. Westport, Conn. 584 p.
52. Yamaguchi, M. 1983. World Vegetables. Avi. New York. 415 p.
53. Zitter, T.A. and J. N. Simons. 1980. Management of viruses by alteration of vector efficiency and by cultural practices. *Ann. Rev. Phytopathology*. 18: 289-310