

**ESTIMACIÓN DE APTITUD COMBINATORIA
Y HETEROSIS EN CRUZAS
INTERVARIETALES DE *Capsicum annuum*
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

GIBRAN JACIEL ALEJANDRO ROJAS

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

Saltillo, Coahuila, México. Diciembre de 2014.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO

**LA APTITUD COMBINATORIA Y HETEROSIS EN CRUZAS INTERVARIETALES DE
PIMIENTO X CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum*) BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO**

TESIS

GIBRAN JACIEL ALEJANDRO ROJAS

Elaborado bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada como requisito parcial,
para optar al grado de:

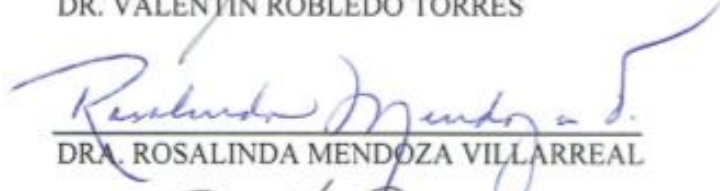
**MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA
COMITÉ PARTICULAR**

Asesor Principal:



DR. VALENTÍN ROBLEDO TORRES

Asesor:




DRA. ROSALINDA MENDOZA VILLARREAL

Asesor:




DRA. FRANCISCA RAMÍREZ GODINA

Asesor:



DR. LUIS ALONSO VALDEZ AGUILAR



DR. Alberto Sandoval Rangel
Subdirector de Posgrado
Saltillo, Coahuila, México, Diciembre 2014

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA.
RESUMEN.....	v
Agradecimientos.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivo General.....	5
Objetivos específicos.....	5
Hipótesis.....	5
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1.- El cultivo del chile	6
2.2.- Importancia del chile en México.....	8
2.3.- Producción en Invernadero.....	10
2.4.- Antioxidantes y la Salud Humana.....	11
2.5.- Programa de Mejoramiento.....	13
2.6.- Introducción a la Mejora Genética Vegetal.....	13
2.7.- El Mejoramiento y la Variabilidad Genética en <i>Capsicum</i> <i>annuum</i>	14
2.8 Aptitud Combinatoria General y Especifica.....	16
2.9 Heterosis.....	17
III. ARTÍCULO APTITUD COMBINATORIA Y HETEROSIS EN <i>Capsicum annuum</i>	19
.....	
IV. CONCLUSIONES.....	44
V. LITERATURA CITADA.....	45

ÍNDICE DE CUADROS

		PÁGINA.
ARTÍCULO Cuadro 1.	Descripción de los progenitores usados en la formación de híbridos simples	26
ARTÍCULO Cuadro 2.	Cuadrados medios de para los progenitores e híbridos de las variables de rendimiento y componentes del rendimiento.	27
ARTÍCULO Cuadro 3.	Rendimiento de fruto y componentes del rendimiento de los progenitores estudiados bajo condiciones de invernadero.	29
ARTÍCULO Cuadro 4.	<i>Variables de laboratorio y sus componentes de los progenitores.</i>	31
ARTÍCULO Cuadro 5.	Medias y componentes de las 20 cruzas de chile sobresalientes, Saltillo Coahuila 2014.	32
ARTICULO Cuadro 6	Variables de laboratorio y componentes de las 20 cruzas de chile sobresalientes, Saltillo Coahuila 2014.	34
ARTICULO Cuadro 7	Efectos de aptitud combinatoria general de nueve progenitores de pimiento evaluadas en base a cinco características agronómicas *($p \leq 0.05$).	36
ARTICULO Cuadro 8	<i>Aptitud combinatoria específica (ACE) y Heterosis de 20 cruzas de chile, para las variables de rendimiento y sus componentes. Saltillo, Coahuila 2014.</i>	37

RESUMEN

LA APTITUD COMBINATORIA Y HETEROSIS EN CRUZAS INTERVARIETALES DE PIMIENTO X CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum*) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

POR

GIBRAN JACIEL ALEJANDRO ROJAS

MAESTRO EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Saltillo, Coahuila, México, Diciembre de 2014

Dr. Valentín Robledo Torres. - Asesor-

Palabras clave: Chile, *Capsicum annuum*, ACG, ACE, Heterosis, híbridos.

El Chile *Capsicum annuum* es muy importantes en México, el número limitado de híbridos y variedades de alto rendimiento en invernadero, demanda la búsqueda de genotipos con alta ACG y ACE para el desarrollo de variedades o híbridos superiores, el objetivo del trabajo fue estimar la ACG y ACE de cinco chiles jalapeños (Invicto, UAN32, UAN23, Ciclón, Euforia) seleccionados de semillas segregantes del híbrido F1, y usados como hembras y cuatro pimientos de colores como machos (UANYw, UANRd,

UANOg, UANPp), derivados de una mezcla de semilla (MixSweetPepper) obteniendo 20 cruzas directas, usando el diseño II de Carolina del Norte. . Se trabajo en invernadero de marzo 2013 a marzo del 2014.

El análisis estadístico identifico diferencias en la ACE para RFPP, 1.746, 1.315, 1.294 y 1.363 kg/planta. Mientras que las cruzas 1*8, 4*5, 2*5, 4*7 y 1*5 presentaron los valores más altos y positivos de heterosis, fueron diferentes de cero ($P \leq 0.01$) en rendimiento, en cruzas con heterosis negativa fueron 2*7 (-2.77) y 2*8 (-12.52), Entonces se puede afirmar que no se puede saber a ciencia cierta que al cruzar un progenitor con una baja ACG y otro progenitor que tenga una alta ACG, obtendremos un híbrido con un alto valor de ACE, , también que en variables de días a floración se obtuvieron valores positivos entre 5.9 y 9.9 de ACG y para días a cosecha los valores entre 5.8 y 15.3, mientras que en la heterosis fue negativa por la precocidad de los híbridos.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, hermanos y mi familia por haberme apoyado tanto moral, espiritual y económico durante mi formación académica y profesional, y porque siempre me impulsaron a seguir adelante, por eso y más les agradezco.

A mis 2 amores, mi esposa Yesica que me apoyo en los momentos más difíciles, cuando me sentía decepcionado de la vida ella me ayudo a seguir adelante, te amo por eso y más chaparra, y también a mi princesa Fernanda que con sus besos y abrazos me contagio de alegría te amo, y por ultimo al bb que viene en camino que es el motor que me alienta a seguir adelante.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y al Departamento de Horticultura por brindarme sus infraestructura por estos años y gracias por la oportunidad de continuar mi formación profesional.

Al CONACYT por brindarme la beca con la que fue posible terminar mis estudios de maestría.

Al Dr. Valentín Robledo Torres por haberme proporcionado su apoyo en este trabajo de investigación, también por los consejos que ayudaron en mi formación profesional y como persona.

Al Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar, la Dra. Francisca Ramírez Godina, la Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal, por su apoyo incondicional y colaboración en la realización de esta investigación, además de los conocimientos adquiridos en clases, también por los tips y consejos que me dieron para mi vida profesional gracias por eso y mucho más.

A todos los profesores pertenecientes al núcleo básico de la Maestría en Ciencias en Horticultura que de una u otra manera colaboraron en mi proceso de formación profesional y como persona.

Al Ing. Juan Manuel Ramírez Cerda por su amistad y apoyo como profesional y amigo, gracias por las veces que acudió cuando tuve problemas para sacar adelante la investigación y sobre todo por haberme brindado su amistad durante estos años, gracias amigo.

A los compañeros de la maestría, Patichan, Víctor, William, Capula, Viví, Flor, Martel, Dago, Yesi, Álvaro, Paco, los Oscar's, Armando, Juanita, Peter, a los chavos de primero y segundo semestre de MCH, los amigos del grupo Unión Buitre, Gracias a todos por los gratos momentos juntos. A Miguel y Maripaz que gracias a su apoyo logramos sacar la tesis juntos gracias AMIGOS

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de chile fue muy importante en la antigüedad y actualmente es una de las hortalizas más consumidas en la dieta humana por las bondades que este contiene.

El género *Capsicum* pueden sintetizar ciertos tipos de compuestos químicos que son fundamentales en la dieta diaria y sobre todo en la nutrición humana. En la época prehispánica la gente seleccionaba las plantas con respecto al color, olor, sabor y picor. En la actualidad el chile se le han encontrado otras propiedades importantes como: efectos antiinflamatorios, antiirritantes y ayuda a la prevención del dolor (Paredes 2006). Además se ha encontrado que es bueno para el corazón, pues baja la presión arterial, estimula el sistema circulatorio, reduce el colesterol y es un anticoagulante natural que disminuye la posibilidad de un ataque cardiaco. Hoy, el chile está siendo considerado para el desarrollo de tratamientos anticancerosos, ya que la capsaicina es capaz de eliminar las células malignas del cáncer sin dañar las células sanas. El interés en este cultivo no se encuentra únicamente en su importancia económica, estudios anteriores han demostrado que el chile es una fuente excelente de colorantes naturales por lo que el uso más importante es la extracción de la capsaicina, de la cual se elaboran pinturas y cosméticos.

Por otro lado en la actualidad la población se ha incrementado de una forma considerable, con ello existe más demanda de alimentos sanos, y libres de agroquímicos usados en la agricultura. Pero este incremento reduce las Áreas verdes que se usan para la siembra, haciendo más caro la producción de alimentos. Por tal motivo se empezaron a crear programas de mejoramiento genético para crear híbridos o variedades que tengan mejor rendimiento y mejor calidad con menos recursos.

En México el cultivo de chiles (*Capsicum annuum*) tiene una gran demanda ocupando el segundo lugar en producción mundial, se exporta pimientos de colores a países como: Estados Unidos, Japón, Canadá, Reino Unido y Alemania. Se pueden encontrar chiles en toda la República Mexicana, los chiles se pueden encontrar de forma silvestre, en cultivos comerciales tecnificados, a campo abierto y en agricultura protegida. México posee una amplia variedad de producción de chiles los cuales oscilan entre 50 tipos diferentes, siendo 20 los más utilizados en las cocinas mexicanas, tales como jalapeño, serrano, guajillo, chipotle, chile de árbol, pasilla y habanero, los cuales varían en cuanto sabor, color, forma, tamaño y picor. El rendimiento promedio de chile verde es de 17.48 t.ha^{-1} , mientras que en estados con alta tecnificación como Chihuahua y Sinaloa es de 30 t.ha^{-1} (SIAP 2013).

En México actualmente no cuenta con un banco de germoplasma que tenga toda una colección de todos los chiles silvestres, semidomesticados y domesticados, cuya variabilidad es abundante y de gran valor como germoplasma; tampoco se ha avanzado en el mejoramiento genético, pues en nuestro país los programas no han tenido continuidad. La investigación al

respecto es muy poca y con la cual es imposible caracterizar todos los materiales que se tienen en México. Un conocimiento amplio de la diversidad sobresaliente genética tanto de las variedades silvestres como de las que se cultivan de manera tradicional y de las que se generan a partir del mejoramiento genético, resulta indispensable para el aprovechamiento adecuado de la amplia variabilidad genética que tiene *Capsicum*.

El mejoramiento genético del chile en México juega un papel importante; al cruzar por la vía sexual el material genómico de dos o más padres. Esto es posible mediante cruzamientos, con el propósito de combinar en la progenie los alelos no comunes en los progenitores, ampliar la variabilidad y mejorar la posibilidad de seleccionar plantas durante el proceso de selección (Cetz 2005).

El mejoramiento genético de chile consiste, tradicionalmente, en hacer cruces entre líneas élite o variedades comerciales, siguiendo el esquema de hibridación endocrina y selección, conocido como selección genealógica o métodos de pedigrí (Pozo y Ramírez, 2002.)

Los diseños dialélicos de apareamiento son una herramienta de gran importancia y comúnmente usados en el fitomejoramiento, para obtener información de la carga y efectos genéticos de los padres, principalmente efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE), parámetros genéticos determinantes en la selección de los padres que producen cruces superiores (Burrow y Croos 1994; Zhang y Kang 1997), además permiten establecer las estrategias y técnicas de mejoramiento genético

más adecuadas, tanto en especies autógamas como alógamas (Hallauer y Miranda, 1981).

En la actualidad el sector de las especialidades empieza a tomar un repunte significativo en todo el mundo. Pero por otro lado la salud humana se ve mermada día con día, por el uso excesivo de productos químicos.

Con el mejoramiento genético se buscan obtener nuevos materiales de *Capsicum annuum* con alto rendimiento, con alto contenido de antioxidantes (carotenos, capsaicina), esto conlleva a un mejor ingreso al productor. Esto se puede hacer con un buen programa de mejoramiento, con el uso de métodos genéticos.

Objetivo General

Generar híbridos de cruzas interraciales entre *Capsicum annuum* y estimar heterosis y aptitud combinatorias.

Identificar de poblaciones de chiles del genero *Capsicum annuum* con un alto valor genético con base a los efectos de las varianzas aditiva, dominancia, ambiental y ver qué tanta heredabilidad puede tener los híbridos obtenidos.

Objetivos específicos

Evaluación agronómica de los híbridos obtenidos, en invernadero.

Estimación del vigor híbrido o heterosis de *Capsicumannuum* para seleccionar cruzas de alto rendimiento y calidad de fruto.

Hipótesis:

Las cruzas interraciales de chile (*Capsicumannuum*) posibilita la obtención de híbridos de alto rendimiento agronómico, con altos valores de heterosis.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El Cultivo de Chile

El nombre viene del náhuatl, chilliy se aplica a numerosas variedades y formas de la planta herbácea o subarborescente anual *Capsicum annum*, de la familia de las solanáceas, aunque algunas corresponden a la especie arbustivo perenne *C. frutescens*. El chile es originario de México, Centro y Sudamérica. La tradición del consumo de chile en México ha perdurado desde tiempos prehispánicos y forma parte de la dieta diaria de los mexicanos, junto con los productos derivados del maíz (*Zea mays* L.), calabaza (*Cucurbita pepo* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), cacao (*Theobroma cacao* L.), aguacate (*Persea americana* Mill.), tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y otros productos más.

La mayoría de las especies domesticadas tienen progenitores silvestres con quienes pueden cruzarse con facilidad y llegan a producir plantas híbridas, viables y fértiles. Se han estudiado mucho menos las especies silvestres que las domesticadas, pero se sabe que algunas contienen fuentes de resistencia a enfermedades virales, bacteriales y de hongos que afectan a las especies domesticadas (Long 2007).

El chile es una Solanácea con seis especies principales y diez especies secundarias. Es una planta anual, herbácea, de crecimiento determinado. Su raíz es pivotante con numerosas raíces adventicias, alcanzando una profundidad de 70-120 cm. La altura de las plantas varía de 0.30 a 1m, según las variedades. La flor del chile es frágil. El fruto es una baya generalmente amarilla o roja en su madurez. Las semillas son aplastadas y lisas, pudiendo contarse de 150-200 por gramo; ricas en aceite y conservan su poder germinativo durante tres o cuatro años.

Los nombres de los chiles son bastante confusos porque con frecuencia el mismo chile recibe otro nombre en un lugar diferente, aún entre los que se cultivan comercialmente. En algunos lugares el chile ancho es conocido como "pasilla". El chile gordo puede llamarse jalapeño o poblano. También es frecuente que a un chile guajillo en un lugar se le llame "cascabel" y en otro "mirasol".

Uno de los problemas más fuertes en la actualidad del cultivo del chile es el bajo rendimiento por hectárea debido al ataque de plagas y enfermedades que atacan a la planta en las diferentes etapas fenológicas del cultivo. Las plagas que se presentan principalmente en chile son: mosca blanca (*Bemisiatabaci* y *Trialeurodesvaporariorum*), picudo del chile (*Anthonomuseugenii*) y ácaro blanco (*Polyphagotarsonemuslatus*) y con menor frecuencia el minador de la hoja (*Liriomyzasp.*) y el gusano soldado de franjas amarillas (*Spodoptera ornitógala*) (SENASICA 2013).

2.2 Importancia del chile en México

En México existen más de 40 variedades de chiles. La diversidad y la riqueza de los platillos preparados con este producto son impresionantes. Desde los típicos y tradicionales moles de Puebla, Oaxaca y Yucatán, por hablar sólo de los más conocidos, hasta las refinadas salsas y adobos del estado de México, Jalisco o San Luís Potosí; la variedad de gustos, sabores e ingredientes que en las cocinas del país se emplean en conjunción con los diferentes chiles, ha permitido el desarrollo de una gastronomía característica, exótica e incitante, de un gusto peculiar y sugerente, que no obstante las transformaciones e influencias extranjeras, conserva una tónica particular, debida, justamente, a la variedad de formas y maneras en que en nuestro país se consume el chile (Castro, 2006).

Capsicum annuum es la especie más importante de este género en México y el mundo, con el gran número de tipos de chile que posee, lo que representa la mayor diversidad de la misma. Entre los tipos más importantes desde el punto de vista económico se encuentran: Jalapeño, Serrano, Ancho y Guajillo, otros de menor importancia son Pasilla, Carricillo, de Árbol y Mirador. Sin embargo existen muchos otros tipos de importancia regional o local, que en ocasiones son poblaciones locales adaptadas a las diversas condiciones ambientales y con un alto potencial para usarse de forma directa por sus características particulares, y como fuente de germoplasma en programas de mejoramiento. Los usos de los chile son múltiples, aparte del consumo en fresco, cocido, o como un condimento o "especia" en comidas típicas, existe una

gran gama de productos industriales que se usan en la alimentación humana: congelados, deshidratados, encurtidos, enlatados, pastas y salsas, se utiliza como materia prima para la obtención de colorantes y de oleorresinas para fines industriales, e incluso para fines medicinales. Por otro lado, como producto medicinal se utiliza en la medicina tradicional para remediar el efecto del asma, de la tos, irritación de garganta y otros desordenes respiratorios (Andrew, 1995).

En términos de mercado, en este generó se utilizan varios términos, relativos al grado de madurez, que serían los tipos verdes y secos; en cambio por su contenido de picor se les considera, picosos y dulces o pimientos. La denominación de chile verde es para los frutos naturales o procesados, la mayoría de éstos consumen en fresco y un porcentaje bajo se deshidrata. El color verde de los frutos se debe a las altas cantidades de clorofila acumulada, los frutos maduros se tornan rojos o amarillos debido a pigmentos (licopercisina, xantofila y caroteno). Por su parte, el término de chiles “secos”, se utiliza para un gran número de chiles que se dejan madurar y secar o deshidratar, los cuales ya secos son muy utilizados en la cocina mexicana, principalmente se destinan a la industria artesanal del mole y algunos otros platillos en la comida mexicana (Montes *et. al* 2010).

México es el primer exportador de chile verde a nivel mundial y el sexto de chile seco; nuestros principales clientes Estados Unidos, Japón, Canadá, Reino Unido y Alemania. Además de un producto con presencia mundial, éste es un cultivo originario de nuestro país y parte simbólica del gusto culinario y

cultural. En 2013 destacaron Chihuahua, Sinaloa y Zacatecas como principales productores del cultivo con más la mitad del volumen nacional en su conjunto. Cabe mencionar que el orden de importancia se modifica al comparar los rendimientos de estos tres estados. En el caso de Sinaloa, un estado con alto grado de tecnificación, se registró una cosecha de 40 toneladas por hectárea, en Chihuahua, 20 toneladas por hectárea, mientras Zacatecas, el de mayor superficie sembrada reportó 7 toneladas por hectárea (SIAP 2013).

2.3 Producción en Invernadero

Debido a la alta demanda de alimentos y al poco espacio para la agricultura, se han buscado alternativas entre ellas es la producción de cultivos bajo condiciones de invernadero ya que con ellos se optimizan los componentes de la producción.

Sánchez (2007), él define a un invernadero como una estructura agrícola con cubierta de plástico transparente o lechoso, cuyo principio es simular las condiciones ambientales ideales para tener éxito en la producción de cultivos, que son altamente rentables

La agricultura protegida es aquella que se realiza bajo métodos de producción que ayudan a ejercer determinado grado de control sobre los diversos factores del ambiente. Minimizando las condiciones climáticas restricciones que limitan la producción de los cultivos. Entre las ventajas de este sistema de producción se encuentra: generación de ocho empleos directos por hectárea, producción de cultivos inocuos e incrementos de hasta cinco veces la

producción, con relación a campo abierto (SAGARPA, 2013).

2.4 Antioxidantes y la salud humana

Naturalmente nuestro organismo cuenta con un sistema de defensas antioxidantes representado fundamentalmente por ciertas enzimas. No obstante y dado el nivel de radicales libres que forman nuestro cuerpo, resulta indispensable la ingesta de antioxidantes en nuestra dieta. En la naturaleza solo los vegetales son capaces de sintetizar diversos antioxidantes, pero no todos los vegetales sintetizan antioxidantes del mismo tipo. Es aquí donde surge la necesidad de conocer las diferencias entre las fuentes vegetales de antioxidantes de nuestra dieta (frutas, verduras, granos, etc.), para de esta manera utilizar los efectos complementarios que estas presentan, de forma de prevenir enfermedades de tipo degenerativo.

Las últimas investigaciones parecen comprobar que los antioxidantes pueden anular los efectos perjudiciales de los radicales libres en las células y la gente con una dieta de frutas y vegetales ricos en polifenoles (antocianinas, flavonoides...) y carotenoides tienen un riesgo más bajo de contraer cáncer, enfermedades cardíacas, retrasar el envejecimiento y evitar algunas enfermedades neurológicas.

Como ya sabemos que hay ciertos compuestos antioxidantes tales como la vitamina C que están en las frutas como naranjas y limones o como la vitamina E presente en hortalizas de hoja, que es posible adquirirlos en el mercado y que permiten su ingesta como fuentes antioxidantes. Dichas vitaminas normalmente no son extraídas de sus fuentes naturales, sino que son

sintetizadas en forma artificial. No obstante esto, hoy por modernas técnicas, es posible extraer y preservar compuestos antioxidantes de frutas, verduras, hojas, granos, etc., conservándolas en forma sólida (polvo), de forma de que al disolverlas en agua, entreguen todas sus propiedades antioxidantes a quienes los consumen. Este tipo de productos con antioxidantes obtenidos directamente de sus fuentes naturales, son los que hoy se comercializan en muchas farmacias de todo el mundo, encontrando extractos de fuentes tales como semilla de uva, hojas de olivo, hojas de ginkgo biloba, berries (arándano, mora, frutilla, etc.), tomate (licopeno), entre muchos otras.

En las plantas los estudios que se han hecho recientemente en las plantas han demostrado que los niveles relativamente bajos de radicales libres actúan como moléculas de señalización que inducen la tolerancia al estrés abiótico mediante la regulación de la expresión de genes de defensa. Además, numerosos resultados han demostrado que las plantas con mayores niveles de antioxidantes, ya sea constitutiva o inducida, mostraron una mayor resistencia a diferentes tipos de estrés ambiental (Martínez *et al.*, 2012).

2.5 Programa de mejoramiento

Desde la antigüedad, los agricultores y los ganaderos ya realizaban mejoramiento genético al hacer su propia selección, se quedaban con los mejores granos y con los mejores animales, entonces ellos mismos eran los mejoradores. En la actualidad en los países con poco desarrollo se sigue implementando estos métodos de selección, mientras tanto en los países desarrollados esta tarea, la realizan los mejoradores, que son profesionales especializados en la materia, por tal motivo agricultores y ganaderos solo utilizan lo que los mejoradores les proporcionan (Cubero 2003).

2.6 Introducción a la mejora genética vegetal

Cubero en el 2003 menciona que la situación actual en las empresas e instituciones semilleras internacionales, mantienen una gran diversidad de cultivos, que resultan rentables en la agricultura de altos rendimientos. Mantienen varios programas de mejoramientos los cuales van encaminados a formar híbridos y/o transgénicos los cual implican fuertes inversiones para la empresa, pero con ellos generar grandes ganancias.

En el mejoramiento van de la mano el agricultor con el mejorador, por más cambios que tenga la metodología del trabajo, los fines de mejora seguirán siendo los mismos; obtención de productos de interés agrícola con objetivos claros y precisos.

La reducción de los costos de inversión por compra de semilla es una estrategia sustentable que impactaría en la producción de chiles, e incrementaría los márgenes de ganancia para el productor, puesto que algunos

híbridos comerciales podrían ser usados exitosa y ventajosamente en programas de mejoramiento genético vegetal para la formación de variedades sintéticas cuyos progenitores sean híbridos de cruce simple sobresaliente.

2.7 El mejoramiento y la variabilidad genética en *Capsicum annum*

En Chile la variabilidad genética es amplia, según lo menciona Bosland en 1996, por lo que es importante realizar estudios que nos indiquen el camino para identificar caracteres agronómicos de interés en el cultivo. Los recursos genéticos relacionados con el género *Capsicum* son muy importantes y adquieren gran relevancia por el potencial genético que este cultivar presentan, menciona González y Pita en 2001, esto lo aprovechan los mejoradores como base para empezar programas de mejoramiento y así obtener variedades o híbridos sobresalientes (Gunn, 2004). Se han realizado muchos estudios de la diversidad genética en el género *Capsicum* y todos están basados en la alta variabilidad de los caracteres morfológicos con el uso de métodos descriptivos y técnicas moleculares.

El uso de técnicas moleculares se están usando actualmente por la importancia del cultivo y entre esas técnicas se usan, el polimorfismo de ADN, ha permitido formar grupos diferentes con base en caracteres morfológicos y moleculares en *C. annum* (Adetula, 2006), y con técnicas isoenzimática se han caracterizado genotipos similares en colectas de *C. chinense*.

Los cruzamientos interespecíficos en *Capsicum* han sido llevados a cabo experimentalmente con fines agronómicos y taxonómicos. Los híbridos fértiles

de diversa magnitud pueden producirse fácilmente entre los grupos del complejo *Capsicum annuum* (Jarret y Dang, 2004), además de la cruza entre estas especies con *C. baccatum*, y con las cruza con *C. pubescens* se obtienen en menor grado.

En 1941 Odland y Porter encontraron que los niveles de polinización en las cruza entre *C. annuum*, *C. chinense*, *C. frutescens* y *C. baccatum* en un se obtenía en promedio un 16.5% de éxito en las cruza realizadas entre las especies antes mencionadas.

En las hibridaciones espontaneas o híbridos interespecificos naturales entre estas especies son difíciles de determinar, pero en algunos casos muy especiales se presentan (Jarret y Dang, 2004). Su estudio se complica por lo difícil de la taxonomía del género, la extensa variación dentro de las especies domesticadas y plasticidad de las plantas individuales. Las hibridaciones entre poblaciones silvestres, semisilvestres y semicultivadas de *C. annuum* var. *Glabriusculum* se cruzaron con un grupo de poblaciones de chiles locales y otras poblaciones de chiles que han sido mejoradas genéticamente de *C. annuum* var. *annuum* entre sí (Guzmán et al., 2005).

2.8 Aptitud Combinatoria General y Específica

Los diseños de apareamiento son una herramienta de gran importancia y comúnmente usados en el fitomejoramiento, para obtener información de la carga y efectos genéticos de los padres, principalmente efectos de aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE), parámetros determinantes en la selección de los padres que producen cruza

superiores (Burrow y Croos 1994; Zhang y Kang,1997) y que además permiten establecer las estrategias y técnicas adecuadas para estimar parámetros genéticos y con ello determinar el método de mejoramiento genético más adecuado, tanto en especies autóгамas como alógamas (Hallauer y Miranda, 1981). La aptitud combinatoria es la capacidad que tienen un individuo o una población de combinarse con otros, medida por medio de su progenie (Márquez, 1988), sin embargo, la aptitud combinatoria debe determinarse no sólo en un individuo de la población sino en varios, a fin de poder seleccionar los que exhiban la más alta aptitud combinatoria. Mientras que (Gutiérrez *et al.*, 2004; Castañón *et al.*, 2005) mencionan que conocer la aptitud combinatoria de los progenitores, mejora la eficiencia de un programa de mejoramiento.

De acuerdo con el criterio de agrupamiento propuesto por Serrano y Mendoza (1990), los mejores progenitores para formar una población base para mejoramiento por selección, serán aquellos con mayores efectos de ACG o acción génica aditiva, y que en sus combinaciones híbridas se comporten mejor que el promedio de los progenitores involucrados en el cruzamiento. Mientras que Reyes *et al.*, (2004) afirman que una crusa simple será de alto rendimiento si sus dos progenitores son de alta ACG, o si su efecto de ACE es alto y al menos uno de los progenitores muestra alta ACG, por lo que se espera el máximo rendimiento cuando sus progenitores presentan alta ACG y su efecto de ACE en su crusa también es alto, sin embargo, si los progenitores son de baja ACG y su efecto de ACE también es bajo el rendimiento de la crusa será bajo.

2.9.- Heterosis

La heterosis es el fenómeno en el que el individuo resultante del cruzamiento entre dos genotipos, es superior en crecimiento, tamaño, rendimiento y vigor, fenómeno que puede presentarse en todos los individuos heterocigotos (Gutiérrez *et al.*, 2004). Mientras que Robles (1986) señala que la heterosis es la manifestación del vigor híbrido en la progenie en relación con la manifestación de los caracteres de sus progenitores, se puede presentar entre cruza de líneas puras, cruza intervarietales o cruza interespecíficas, además señalan que la heterosis es negativa cuando el vigor híbrido o la expresión de los caracteres son menores que la de los progenitores, en cambio la heterosis es positiva cuando la expresión de los caracteres es mayor que la de sus progenitores. La heterosis, es la diferencia de la generación F1 y el promedio de sus progenitores, mientras que la heterobeltiosis es la diferencia de la generación F1 y el promedio del mejor progenitor, ambos parámetros expresados en porcentaje.

$$heterosis = \frac{F1 - (P1 + P2)/2}{(P1 + P2)/2} * 100$$

Donde;

F1 = híbrido de la primera cruza.

P1= progenitor uno.

P2= progenitor dos.

III.-ARTICULO

APTITUD COMBINATORIA Y HETEROSIS EN *Capsicumannuum*

GibránJaciél Alejandro Rojas¹, Valentín Robledo Torres*¹, Rosalinda Mendoza Villarreal¹, Francisca Ramírez Godina², Homero Ramírez Rodríguez¹.

¹Departamento de Horticultura, ²Departamento de Fitomejoramiento, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Calzada Antonio Narro 1923, C.P. 25315 Saltillo, Coahuila, México

* Autor para correspondencia, e-mail: varoto@prodigy.net.mx

RESUMEN

El Chile *Capsicumannuum* es muy importantes en México, el número limitado de híbridos y variedades de alto rendimiento en invernadero, demanda la búsqueda de genotipos con alta ACG y ACE para el desarrollo de variedades o híbridos superiores, el objetivo del trabajo fue estimar la ACG y ACE de cinco chiles jalapeños (Invicto, UAN32, UAN23, Ciclón, Euforia) seleccionados de semillas segregantes del híbrido F1, y usados como hembras y cuatro pimientos de colores como machos (UANYw, UANRd, UANOg, UANPp), derivados de una mezcla de semilla (MixSweetPepper) obteniendo 20 cruza directas, usando el diseño II de Carolina del Norte. . Se trabajo en invernadero de marzo 2013 a marzo del 2014.

El análisis estadístico identifico diferencias en la ACE para RFPP, 1.746, 1.315, 1.294 y 1.363 kg/planta. Mientras que las cruza 1*8, 4*5, 2*5, 4*7 y 1*5 presentaron los valores más altos y positivos de heterosis, fueron diferentes de cero ($P \leq 0.01$) en rendimiento, en cruza con heterosis negativa fueron 2*7 (-2.77) y 2*8 (-12.52), Entonces se puede afirmar que no se puede saber a ciencia

cierta que al cruzar un progenitor con una baja ACG y otro progenitor que tenga una alta ACG, obtendremos un híbrido con un alto valor de ACE, , también que en variables de días a floración se obtuvieron valores positivos entre 5.9 y 9.9 de ACG y para días a cosecha los valores entre 5.8 y 15.3, mientras que en la heterosis fue negativa por la precocidad de los híbridos.

Palabras clave: Chile., ACG, ACE, Heterosis, híbridos.

INTRODUCCIÓN

México es el país con la mayor diversidad genética del Chile (*Capsicum*), pero curiosamente no es el productor más importante. Las estadísticas lo ubican en el tercer lugar de producción, después de China y Turquía. La baja producción de chile, se debe a la baja incorporación de tecnología en el cultivo, semilla y control de plagas, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014).

Los chiles del genero *Capsicumannuum*, están presentes en toda la República Mexicana, se pueden encontrar de forma silvestre, en cultivos comerciales tecnificados, a campo abierto y en agricultura protegida. México posee una amplia variedad de producción de chiles, los cuales oscilan entre 50 tipos diferentes, siendo 20 los más utilizados en las cocinas mexicanas, tales como jalapeño, serrano, guajillo, chipotle, chile de árbol, pasilla y habanero, los cuales varían en cuanto sabor, color, forma, tamaño y picor. (SIAP 2013).

Actualmente, en México se producen dos millones 294 mil 399 toneladas de chile verde, los principales estados de productores son: Sinaloa, Chihuahua, Zacatecas y San Luis Potosí, que concentran 67% de la producción nacional de chile, el rendimiento promedio de chile verde es de 17.48 t/h, además en los últimos años el 99% de las exportaciones de México son enviadas a la Unión Americana, siendo el pimiento morrón el de mayor producción a nivel nacional con 370 mil toneladas anuales, seguido de otras variedades, entre las que destaca el chile jalapeño, con 431 mil toneladas (SAGARPA 2013).

En cuanto a la producción mundial de chile seco, el país ocupa el octavo lugar, con 110 mil 275 toneladas anuales y una superficie cosechada de 59088 Ha. Mientras que los principales países importadores de chiles frescos son Estados Unidos, Alemania, Reino Unido, Francia, Canadá y Rusia; en tanto que los mayores importadores de chiles secos son Estados Unidos, Malasia y Tailandia (FAO 2014)

En el cultivo de chile (*Capsicum annuum*), la variabilidad genética es amplia, por lo que es importante realizar estudios que nos indiquen el camino para identificar caracteres agronómicos de interés en el cultivo (Bosland 1996).

En la naturaleza existen hibridaciones espontáneas o híbridos inter específicos naturales que son difíciles de determinar, pero en algunos casos muy especiales son identificados, (Jarret y Dang, 2004). Su estudio se complica por lo difícil de la taxonomía del género, la extensa variación dentro de las especies domesticadas y plasticidad de las plantas individuales. Las hibridaciones entre poblaciones silvestres, semisilvestres y semicultivadas de *C. annum* var. *Glabriusculum* se cruzaron con un grupo de poblaciones de chiles y otras poblaciones de chiles que han sido mejoradas genéticamente de *C. annum* var. *annuum* entre sí, (Guzmán et al., 2005).

En México los recursos genéticos relacionados con el género *Capsicum* son muy importantes y adquieren gran relevancia por el potencial genético que esta especie presenta. Esto lo aprovechan los mejoradores como base para empezar programas de mejoramiento y así obtener variedades o híbridos sobresalientes (Ramos 2006).

El mejoramiento genético es un proceso continuo en la formación de nuevas variedades e híbridos comerciales; el conocimiento de los diversos tipos de acción génica y la importancia de éstos en la determinación de caracteres de interés, es básico para lograr avances rápidos en un programa destinado a la obtención de híbridos (Malacara y San Vicente, 2003). Se han desarrollado sistemas de apareamiento o diseños genéticos para conocer la acción génica de caracteres cuantitativos, determinar la aptitud combinatoria de los progenitores,

seleccionar los mejores y diseñar los métodos de mejoramiento más eficientes (Comstock y Robinson, 1948).

La variación genética puede a su vez subdividirse en tres componentes. 1) Para determinar cómo evoluciona cualquier carácter morfológico y la tasa a la que responde a la selección es imprescindible cuantificar la varianza genética aditiva, que es el componente de variabilidad genética del que depende la respuesta a la selección, 2) Además de los genes que tienen un efecto aditivo sobre un carácter cuantitativo, existen otros que pueden poseer una acción dominante que enmascara la contribución de los alelos recesivos en ese locus. Esta fuente de variabilidad se atribuye a la varianza genética de dominancia. 3) El otro tipo de varianza genética está asociada a las interacciones entre los genes. La base genética de esta varianza es la epistasia y se denomina variación genética por interacción (Mackay 2001)

La heredabilidad se define como el cociente entre la varianza genética aditiva y la fenotípica total, también se puede estimar evaluando familias procedentes de la naturaleza o mantenidas en el laboratorio, encontrándose que los mayores valores se obtuvieron en las familias criadas en el laboratorio, (Rodríguez, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el invernadero ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Saltillo, Coahuila (ubicada a 25° 21' 24" Latitud Norte y 101° 02' 05" Longitud Oeste, a una altitud de 1762 msnm, con una precipitación media de 400mm y una temperatura media anual oscilante entre 12-18 °C. (Servicio Meteorológico Nacional 2013). El material genético que se usó fue chiles del género *Capsicum annuum*, cinco chiles jalapeños (Invicto, UAN32, UAN23, Ciclón, Euforia) materiales seleccionados de semillas del híbrido F1, y fueron usados como hembras y como machos fueron cuatro pimientos de colores (UANYw, UANRd, UANOg, UANPp), derivados de una mezcla de semilla conocida como, MixSweetPepper con estos materiales se obtuvieron 20 cruza directas, el diseño de cruzamientos fue de acuerdo al diseño II de Carolina del Norte. La evaluación agronómica se realizó bajo condiciones de invernadero del mes de marzo del 2013 al mes de marzo del 2014 y con una temperatura dentro del invernadero de 15 a 34°C.

Formación de los híbridos F1

Los progenitores se sembraron el 12 de Marzo del 2013, en charolas de poliestireno de 200 cavidades, usando como medio de germinación Peatmoss y perlita en una proporción 70:30 respectivamente, a los 40 días después de la siembra se trasplantaron 10 plántulas por genotipo, en invernadero. El trasplante fue realizado en camas de 40 cm de ancho en forma de tresbolillo a una distancia entre surcos de 120cm y 40 cm entre plantas. se usó una solución de Steiner para la nutrición N 167, P 31, K 270, Mg 49 y Ca 180 ppm, esta se aplicaba cada tercer día, también se hicieron labores culturales como deshierbes, podas y en las labores de control de plagas (mosca blanca, paratíroza y trips), se usó imidacloprid 30.7%, metomilo 54%, tiocyclam 49.5 y para prevenir las enfermedades se usó mancozeb + metalaxil

+cloratolonil 32.1%, Tecto 60 23.34%, estos productos se aplicaron semanalmente, de manera aleatoria para no provocar algún tipo de resistencia a los productos, la floración en los chiles jalapeños (*Capsicum annuum*) inicio a los 65 días después del trasplante, mientras que los pimientos fue a los 90 días después del trasplante. Pech (2010) menciona, que realizando mejoramiento en poblaciones de chile dulce, encontró que para garantizar las cruza realizadas se deben de emasculas a las plantas que se usaran como hembras, además de colocar pequeños glassines para evitar la contaminación por polen de otras plantas, y obtener los mejores resultados. Cuando todas plantas estaban en floración se empezaron a realizar las cruza de forma manual, realizando la emasculación manual y posteriormente realizando la cruza correspondiente, de acuerdo al método antes indicado. Las polinizaciones fueron realizadas entre las 8:00 y 10:00 am, para obtener suficiente semilla de cada cruza. El polen tomado de las plantas usadas como machos fue depositado en el estigma de las plantas usadas como hembras. Una vez realizada la polinización las flores fueron cubiertas con glassines para evitar una posible contaminación con el polen de otras plantas, también a las flores se les coloco una etiqueta para identificar los progenitores usados en las cruza realizadas. Cuando el fruto alcanzo la madurez fisiológica (cambio de coloración) en la planta se cosecharon y se mantuvieron 3 días a temperatura ambiente, antes de extraerle las semillas, después se colocaron en un papel de estraza para un mejor secado y ahí se mantuvieron 3 días más a la sombra y temperatura ambiente entre (20 y 28°C), para después colocarlas en sobres de papel de estraza para su conservación hasta la siembra de la siguiente etapa que fue la evaluación de progenitores e híbridos formados.

Evaluación de progenitores e híbridos

Se obtuvo semilla de las 20 cruzas y la de los progenitores se sembraron el 15 de Septiembre del 2013 y se llevaron a cabo los mismos procedimientos que los usados para la producción de plántulas de los progenitores. Las plántulas fueron trasplantadas 40 días después de la siembra en invernadero en suelo, en camas con acolchado plástico de color negro y riego por goteo, de 1.20 m de ancho a doble hilera en forma de tresbolillo con 40 cm entre hileras y entre plantas, con un total de 41,665 plantas.ha⁻¹, bajo un arreglo experimental de bloques al azar con 4 repeticiones. Se tuvieron 5 tratamientos, de las cuales se sembraron 10 plantas usando 5 plantas con competencia completa.

Rendimiento

El rendimiento total de fruto se determinó a los 70 días después del trasplante pesando todo los frutos producidos por planta en una balanza digital marca VELAB con capacidad de 1 kg, considerando la suma de 7 cortes con intervalos de 10 días, estimado de una muestra aleatoria de 5 plantas en cada una de las cuatro repeticiones,. posteriormente, se estimó el rendimiento por hectárea. Para el número de frutos por planta (NFP) se contaron los frutos obtenidos de los 7 cortes, a su vez se estimó el peso promedio de frutos en gramos (PPF), Se tomaron 4 frutos al azar para evaluar el diámetro polar y ecuatorial de los frutos en cm (DPF y DEF), se uso un vernier digital marca Autotec.

Mediciones de calidad de fruto

Las variables de calidad del fruto fueron determinadas en el laboratorio de Nutrición Vegetal y Cultivo de Tejidos del Departamento de Horticultura de la UAAAN. La cantidad de vitamina C en los frutos de los progenitores e híbridos F1, fue estimada mediante la metodología de la AOAC (2000).

La cuantificación del contenido de capsaicina en frutos de chile se determinó por el método descrito por Bennett y Kerry (1968), cuando los frutos cambiaron de coloración, se midió con un espectrofotómetro (Bio-145025 BIOMATE-5 ThermoElectron Corporation) a una longitud de onda de 286 nm. Esto sirve cuando la absorbancia de la capsaicina está en su fase orgánica. Las lecturas se realizaron por triplicado para cada muestra. Para determinar la concentración de capsaicina en las muestras se construyó, una curva de calibración de este antioxidante (Sigma, Co.) dentro de un rango de 0 a 0.40 mg ml⁻¹, el contenido de capsaicina se expresó en unidades Scoville (SHU) para determinar el picor de los materiales obtenidos.

Para la cuantificación de los carotenos totales, se utilizó la técnica descrita por Silverstein y Webster (1998), este método se hace por el método colorimétrico con un espectrofotómetro, el aparato se ajustó a una longitud de onda de 454 para cuantificar la absorbancia de las muestras analizadas de carotenos, con el mismo método, pero a una longitud de onda de 430, 450 y 480 se obtiene la absorbancia de los diferentes tipos de β -caroteno, también con la misma muestra usada para las pruebas anteriores, pero con una longitud de onda de 474 también obtenemos la cantidad de xantofilas que contienen los progenitores e híbridos obtenidos.

Análisis Genético

El análisis genético se hizo con el diseño II de apareamiento de Carolina del Norte (Comstock y Robinson, 1948), cuyo modelo lineal es:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + H_j + \phi_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Donde $i=1,2,\dots,m$ (machos); $j=1,2,\dots,h$ (hembras); $k=1,2,\dots,r$ (rep); Y_{ijk} = observación de la cruce entre el i -ésimo macho y la j -ésima hembra en la k -ésima repetición; μ =Media general; M_i y H_j =Efecto del i -ésimo macho y j -ésimahembra; ϕ_{ij} =Efecto de la interacción del i -ésimo macho con la j -ésima hembra; ϵ_{ijk} =error experimental.

La estimación de los efectos de aptitud combinatoria general (ACG) para los machos y hembras, y de aptitud combinatoria específica (ACE) para las cruces, se hizo según la propuesta de Sprague y Tatum (1942).

Cuadro 1. Descripción de los progenitores usados en la formación de híbridos simples

PROGENITORES NOMBRE DESCRIPCIÓN		
Pimientos		
1	UANRd	Rojo
2	UANYw	Amarillo
3	UANOg	Naranja
4	UANPp	Morado
Jalapeños		
5	Invicto	
6	UAN23	
7	UAN32	
8	Ciclón	
9	Euforia	

1, 2,3, 4= indica los materiales usados como Machos y Hembra= 5, 6, 7, 8, 9

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de varianza

Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre machos, hembras y en la interacción de M x H, en las variables RTF, NFP, PPF, DPF y DEF (Cuadro 2). Estas diferencias son consecuencia de la variabilidad presente entre las poblaciones de machos y hembras bajo estudio, además es posible inferir que en las poblaciones bajo estudio hay divergencia genética, las cuales permitieron generar híbridos fenotípicamente diferentes en las variables estudiadas, coincidiendo con lo señalado por Guerrero et al. (2011); Wong et al. (2007) y De la Cruz et al. (2005), quienes identificaron híbridos en maíz con un alto rendimiento, con alta variabilidad genética presente en los progenitores estudiados. Además Luna (2013) indica que las diferencias significativas ($P \leq 0.01$) en la interacción de M x H se le puede atribuir a la alta variabilidad genética entre los progenitores, así como al diferente grado de combinación entre los progenitores involucrados en las cruces.

Cuadro 2. Cuadrados medios de para los progenitores e híbridos de las variables de rendimiento y componentes del rendimiento.

Fuentes de variación	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS				
		RFPP	PPF	NFP	DPF	DEF
Repetición (R)	3	0.068*	0.09ns	0.004 *	0.345 ns	0.045ns
Hembras (H)	4	0.829**	7.44**	0.052**	86.075**	128.581**
Machos (M)	3	1.777**	9.93**	0.111**	121.179**	110.445**
H x M	12	0.591**	10.31**	0.037**	55.116**	62.206**
Error	57	0.011**	0.29**	0.001**	0.293**	0.308**
CV (%)		2.39	4.51	2.39	1.11	0.76

*= Significativo a $P \leq 0.05$ y ** = significativo a $P \leq 0.01$.

El rendimiento de fruto y componentes del rendimiento

El progenitor UANOg del grupo de los machos fue estadísticamente superior ($p \leq 0.05$) a los tres restantes progenitores macho en RFPP, mientras que en el caso de las hembras todas fueron estadísticamente iguales, mostrando escasa variabilidad respecto a ésta variable. Mientras que en el PPF los progenitores macho UANYg y UANOg fueron estadísticamente iguales pero diferentes de los dos restantes progenitores macho y todas las hembras fueron estadísticamente iguales en la variable antes indicada. El progenitor macho UANPp fue estadísticamente igual al Genotipo UANRd, aunque el progenitor UANPp presentó el mayor número de frutos por planta, el progenitor macho UANOg fue el que presentó el mayor cantidad de frutos por planta y el mayor peso promedio de fruto, por lo tanto éste progenitor y el UANPp presentan componentes importantes del rendimiento si se desea incrementar el rendimiento de fruto. Martínez (2010) menciona que los efectos significativos encontrados en las variables antes citadas, se debe a la diversidad genética

presente en las poblaciones bajo estudio. Por otro lado también menciona, que el comportamiento sobresaliente del rendimiento y sus componentes, es debido a que las plantas fueron estudiadas bajo condiciones de invernadero y estas condiciones favorecieron la expresión de los genes relacionados con el rendimiento de fruto. En precocidad el progenitor UANPp exhibió una madurez más temprana, lo cual también es muy recomendable, mientras que en los progenitores hembra el UAN 23 y UAN32 fueron los más precoces, en éste sentido Montaño *et al* (2012) demostró que con el uso de invernadero se aceleró la floración y maduración de los frutos de 7 variedades de pimiento, mientras que en éste estudio hubo progenitores que fueron más precoces en 5 días con respecto a los más tardíos.

Cuadro 3. Rendimiento de fruto y componentes del rendimiento de los progenitores estudiados bajo condiciones de invernadero.

Progenitores	RFPP	PPF	NFP	DC
Machos	Kg	G		
1.- UANRd	1.956b	55.62b	35.18 ab	115b
2.- UANYw	1.851b	85.869a	21.74b	120a
3.- UANOg	2.179a	85.237a	25.63 b	120a
4.- UANPp	1.181 c	26.703c	45.67 a	115b
Hembras				
5.- Invicto	1.586 a	17.967 ^a	88.22 c	90a
6.- UAN23	1.593 a	10.683 ^a	149.07 b	85a
7.- UAN32	1.537 a	16.520 ^a	93.89 c	85a
8.- Ciclón	1.578 a	9.407 ^a	167.74 a	90a
9.- Euforia	1.568 a	11.007 ^a	142.52 b	90a

Medias con la misma letra dentro de cada columna en cada grupo, no son significativamente diferentes (Tukey, 0.05).

Otras características de interés alimenticio en las hortalizas son los compuestos bioquímicos, el análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas

($P \leq 0.05$) en el contenido de vitamina C, Carotenoides totales, β Caroteno, Xantofilas y en Contenido de capsaicina, por lo tanto en el Cuadro 4 se muestra que los progenitores UANYw y UANOg fueron los que presentaron cantidades significativamente superiores a los progenitores macho UANRd y UANPp, donde el progenitor UANYw supero en 60% al progenitor UANOg. En el caso de los progenitores el genotipo Ciclón presentó 37% más vitamina C y fue significativamente superior al segundo mejor progenitor hembra. En relación al contenido de carotenoides el progenitor UANOg superó significativamente ($p \leq 0.05$) en 24 % al progenitor UANYw que ocupó el segundo valor más alto en dicha variable, dentro del grupo de las hembras los progenitores UAN23, UAN32 y Ciclón fueron los que presentaron las mayores cantidades y fueron estadísticamente iguales. El progenitor macho UANOg presentó 25% más β -carotenos y fue significativamente superior al progenitor UANYw que ocupó el segundo lugar en esta variable, en cambio los progenitores hembra UAN23, UAN32 y Ciclón fueron los que presentaron las mayores cantidades de este importante metabolito secundario, que está relacionado con proporcionar antioxidantes a la nutrición humana. En contenido de xantofilas el progenitor macho UANYw solo fue significativamente superior en 11% al progenitor UANRd. Otro componente importante en impartir sabor a las comidas mexicanas es la pungencia de los chiles y en este caso el progenitor macho UANYw fue el que presentó la mayor pungencia 60% más capsaicina que el progenitor macho UANOg. En el caso de los progenitores hembra euforia e invicto fueron los que presentaron la mayor pungencia, superando a los tres progenitores hembra restantes, aunque Caldaria *et al*, (2007) estos antioxidantes pueden alterarse por las características que tienen los invernaderos, esto podría concordar con de la investigación ya que los progenitores usados nunca se habían sembrado dentro de un ambiente protegido, también Contreras (2014) en su investigación trabajando con chile serrano encuentra que usar invernaderos aumenta el contenido de antioxidantes

Cuadro 4. Variables de laboratorio y sus componentes de los progenitores.

Progenitores	Vit C	Caroto	BetaCar	Xanto	Caps
Machos	mg/100grs				SHU
1.- UANRd	31.90b	15100.16b	31.25d	205.97b	900c
2.- UANYw	137.50 a	17549.35b	173.61b	228.67a	1200 a
3.- UANOg	139.20a	21753.48a	217.59a	214.93ab	750c
4.- UANPp	22.00b	1419.376c	141.98c	210.35ab	1000 ab
Hembras					
5.- Invicto	32.00c	9935.632c	11.88 d	215ab	18970a
6.- UAN23	68.75b	14193.76 ^a	157.94 ab	215ab	16000b
7.- UAN32	34.90c	14070.37ab	164.81ab	219.50a	2400c
8.- Ciclón	94.50a	14070.34ab	185.18 a	219.5a	16845b
9.- Euforia	63.25b	6163.486d	99.73 c	219.50a	19300a

Medias con la misma letra dentro de cada columna en cada grupo, no son significativamente diferentes (Tukey, 0.05).

La comparación de medias para la variable RFPP muestra que el híbrido 5x3 fue estadísticamente superior al resto de los híbridos obtenidos (Cuadro 5), aunque en segundo lugar se presentó un grupo de cuatro híbridos (6x1, 6x4, 9x3, 5x1), registrando una gran variabilidad en el rendimiento por planta, ya que el híbrido más rendidor superó en aproximadamente 70% al de menor rendimiento de fruto por planta. En la variable PPF los híbridos 5x1, 7x4 y 8x4 fueron los de mayor peso y fueron estadísticamente iguales, sin embargo su peso fue muy inferior a los progenitores macho que fueron los pimientos, sin embargo en el NFPP todos los híbridos produjeron mayor número que el progenitor con el mayor número de frutos por planta, el híbrido 5x3 que tuvo el mayor valor superó en 15% al segundo mejor híbrido que fue el 6x4, además superó en 116% al híbrido con la menor cantidad de frutos por planta, en éste sentido Rodríguez *et al* (2010) indican que algunas características de rendimiento se ven favorecidas por condiciones climáticas favorables que se presentan en ambientes protegidos, al aumentar la carga de frutos por planta.

Otra variable de importancia es la precocidad, que está determinada por los días a cosecha como consecuencia de una floración temprana, en éste estudio se encontró que los híbridos 5x2 y 8x4 fueron los que presentaron un menor periodo a floración y a cosecha, con 65 días a primer corte, resultando estos híbridos 20 días más precoces que el híbrido 8x3, que fue el más tardío, aunque Martínez et al (2005) señalan que el cultivo chile habanero desarrollado bajo condiciones de invernadero acelera la etapa de floración y maduración de los frutos. De lo antes indicado es posible mencionar que en los híbridos estudiados se presento una amplia variabilidad que puede ser aprovechada en un programa de mejoramiento genético, y en éste sentido Moreno *et al* (2011) indica de la posibilidad de que al juntar por selección caracteres que podrían contribuir a la formación de poblaciones o genotipos sobresalientes, por su parte Duvick (1999) también refiere que los híbridos más sobresalientes, fuero no solo por la los híbridos con altos valores de heterosis, también aquellos que por selección permitieron aumentar frecuencias génicas favorables.

Cuadro 5. Medias y componentes de las 20 cruzas de chile sobresalientes, Saltillo Coahuila 2014.

Cruza	RFPP kg	PPF Grs	NFPP	DF	DC
5x1	4.60 bc	15.50 a	297 l	45 d	70d
5x2	4.02 hij	11.05 efghij	364 fghij	42 f	65e
5x3	5.28 a	9.73 j	543 a	50 c	75c
5x4	4.50 cdef	10.18 hij	443 cb	45 d	70d
6x1	4.84 b	13.51 bc	359 ghij	52 b	80b
6x2	3.11 l	12.41 cde	251 m	50 c	75c
6x3	4.36 defg	11.52 defgh	379 efghi	60 a	85 a
6x4	4.75 bc	10.07 ij	472 b	45 d	70d
7x1	4.56 cde	11.94 def	382 efgh	55 c	74c
7x2	4.24 fgh	12.43 cde	343 j	50 c	75c
7x3	4.32 efg	12.25 cdef	352 hij	44 df	70d
7x4	4.31 efg	14.36 ab	301 kl	45 d	70d
8x1	4.36 defg	12.58 cd	347 ij	53 b	75c
8x2	3.90 jk	11.14 efghij	350 hij	50 c	75c

8x3	3.96 jkl	11.96 def	331 jk	50 c	75c
8x4	3.71 k	14.48 ab	257 m	43 f	65e
9x1	4.50 cdef	11.45 defghi	394 def	50 c	75c
9x2	4.22 ghi	10.91 fghij	388 defg	44 d	74c
9x3	4.66 bc	11.64 defg	401 de	50 c	75c
9x4	4.31 efg	10.28 ghij	420 cd	50 c	75c

PTF=peso total de fruto, RPP= rendimiento promedio por planta, PPF=peso promedio por fruto, NFP=numero de fruto por planta, DF=días a floración, DC=días a cosecha. ($P \leq 0.05$)

Para las variables de bioquímicas, el híbrido 7x3 fue el que presentó el mayor contenido de vitamina C, superando estadísticamente ($p \leq 0.05$) al híbrido 8x4, que presentó $218.1 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ de peso fresco, y éstos híbridos fueron superiores a todos los progenitores de ésta investigación. En relación a carotenoides totales el híbrido 8x3 fue el que presento la mayor cantidad con $20827.7 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$, superando en 16% a segundo mejor híbrido y en más de 500% al híbrido con el menor contenido de carotenoides totales, lo antes citado permite inferir que en los híbridos formados existe una amplia variabilidad genética que podrá ser explotada mediante su uso en forma de híbridos o bien mediante la segregación y posterior selección, en función de los valores de ACG o ACE estimados en él presente trabajo. La importancia de los pigmentos antes señalados y de manera más específica de los β carotenos y xantofilas es que tienen una función provitamínica A, o bien en la protección ante la presencia de radicales libres debido a una actividad antioxidante, igualmente la vitamina C que tiene un efecto protector del sistema inmunológico, de ahí la importancia del estudio de éstos pigmentos y metabolitos secundarios como es la vitamina C y capsaicinoides. Es éste trabajo se encontró que los híbridos 8x3 y 8x4 fueron los que presentaron la mayor cantidad de b carotenos, que es un importante pigmento que contribuye a la salud humana. En el caso del la xantofila que es un pigmento que infiere el color amarillo a algunos frutos se encontró en mayores cantidades en los híbridos 5x2,5x3, 6x2 los cuales fueron estadísticamente iguales y el 6x2 supero en 11% al híbrido con el menor contenido de xantofilas. En relación a la pungencia se encontró que el híbrido 8x2 fue el que presentó la mayor cantidad de unidades Scoville con un valor de

43462.5, superando a todos los progenitores. Cruzet *et al* (2007) en frutos de chile habanero cosechados a los 58 días encontraron valores de 68337 Shu, indicando que para lograr la mayor cantidad de este antioxidante se debe de tener en cuenta la etapa de desarrollo del fruto. Dado que los híbridos obtenidos tienen cantidades por encima de 30000 Shu se le considera adecuados comercialmente. Aunque es importante considerar la interacción genotipo-ambiente para lograr la mayor pungencia (Borges *et al.*, 2010; Zewdie y Bosland 2000). Tanto en la concentración de capsaicina como en el contenido tiene que ver la etapa de madures del fruto como lo señala Herrera (2013).

Cuadro 6. Variables de laboratorio y componentes de las 20 cruzas de chile sobresalientes, Saltillo Coahuila 2014.

Cruza	Vit C	CaroTo	β -Car	Xantofila	SHU
	5x1	113.5 c	5619.7 n	50.7 m	219.4 hij
5x2	118.4 c	10372.2 f	107.6 e	238.4 a	28725.0 f
5x3	99.2 d	74.23.1 j	74.2 i	237.8 ab	15900.0 h
5x4	99.3 d	11605.8 d	114.2 d	224.2 efg	10'162.5 j
6x1	8.3 j	3456.6 q	91.3 g	228.2 de	8212.5 k
6x2	66.6 f	8788.2 h	91.6 g	239.5 a	31875.0 e
6x3	74.2 f	15042.3 c	132.4 c	214.9 j	28612.5 f
6x4	57.2 g	7081.3 k	68.7 j	230.3 cd	13106.3 i
7x1	96.6 de	6387.4 l	68. j	224.5 efg	19192.5 g
7x2	44.1h	7081.4 k	68.7 j	219.8 fghi	4263.8 l
7x3	235.5 a	17895.5 b	143.2 b	217.5 ij	19440.0 g
7x4	99.2 d	11605.8 d	114.1 d	224.2 efg	10162.5 j
8x1	112.5c	9442.1 g	94.5 g	224.4 efg	13179.0 i
8x2	113.2c	9441.9 g	94.3 f	223.6 efgh	43462.5 a
8x3	43.7h	20827.7 a	177.1 a	214.9 j	8002.5 k
8x4	218.1b	11245.3 e	177.5 a	224.5 ef	37837.5 c
9x1	100.1 d	5785.7 m	55.9 k	224.2 efg	35925.0 d
9x2	89.7 e	3610.1 p	34.1 n	233.3 bc	4912.5 l
9x3	95.2 de	8423.8 i	87.4 h	219.7 ghi	32025.0 e

9x4 43.9 h 4813.3 o 51.7 l 214.9 j 29350.0 f

Vit C= contenido de vitamina C, Caroteno=contenido de carotenos, Beta= contenido de betacaroteno, Xantofilas= contenido de xantofilas, SHU= nivel de picor en unidades Scoville.

Los mayores efectos de aptitud combinatoria general para RFPP los progenitores UANRw, UANOg, UAN23 y Euforia presentaron valores positivos ($p \leq 0.05$) con valores de 0.061, 0.046, 0.008 y 0.067 respectivamente. Para PPF los progenitores UANRw, UANOg, UAN23, UAN32, ciclón y euforia presentaron valores positivos y significativos ($p \leq 0.05$), destacando el progenitor UANRw que presento un valor de 1.351, para la variable NFPP los progenitores UANOg, UANPp, invicto y euforia también presentaron valores positivos y significativos, el progenitor euforia con la mayor aptitud combinatoria general con un valor de 143.610. Al revisar los progenitores estudiados se encontró que el UANOg y Euforia fueron los que presentaron en los tres componentes del rendimiento valores positivos y significativos, lo cual sugiere la presencia de efectos aditivos en estos materiales genéticos. Además los valores positivos de ACG pueden ser interpretados como una manifestación de la variabilidad presente en los progenitores que puede ser transmitida a su progenie (Zewdie *et al.*, 2000). Por su parte Pech *et al* (2010) mencionan que los valores positivos de ACG, permitirá seleccionar plantas que combinen las características superiores de los progenitores, así como predecir las cruzas con mayor potencial, en cambio Ahmed *et al.* (1997) señalaron que con buenos valores de ACG y ACE de padres y sus cruzas, se pueden definir los métodos de mejoramiento más apropiados para aprovechar los alelos favorables.

Cuadro 7. Efectos de aptitud combinatoria general de nueve progenitores de pimiento evaluadas en base a cinco características agronómicas *($p \leq 0.05$).

Progenitores	RFPP	PPF	NFPP	DF	DC
UANRd	-0.106	-0.058	-110.60	1.826	2.398
UANRw	0.061*	1.351*	-45.000	1.903	2.463
UANOg	0.046*	0.021*	137.150*	1.821	2.183
UANPp	-0.002	-1.315	18.450*	1.793	2.135
Invicto	0.025	-2.537	134.730*	2.513	2.360
UAN23	0.008*	1.099*	-89.325	2.349	3.774
UAN32	-0.016	0.232*	-6.950	2.560	2.407
Ciclón	-0.086	0.982*	-182.07*	2.560	3.141
Euforia	0.067*	0.223*	143.610*	2.550	3.614

* Significativo al ($P \leq 0.05$)

La ACE para RFPP, 1.746, 1.315, 1.294 y 1.363 kg/planta, respectivamente. Mientras que las cruzas 1*8, 4*5, 2*5, 4*7 y 1*5 presentaron los valores más altos y positivos de heterosis, las cuales fueron diferentes de cero ($P \leq 0.01$) para el rendimiento, mientras que las cruzas con heterosis negativa fueron 2*7 (-2.77) y 2*8 (-12.52), Hasanuzzaman *et al* (2013) encontró en su investigación que la heterosis varió en el rendimiento de frutos por planta, el peso de frutos y el número de frutos, según Han *et al.* (1991), todos los valores bajos o negativos de heterosis podrían deberse a la amplia diversidad genética entre las poblaciones y a la mayor variabilidad genética dentro de las poblaciones.

Entonces en nuestra investigación se puede afirmar que no se puede saber a ciencia cierta que al cruzar un progenitor con una baja ACG y otro progenitor que tenga una alta ACG, obtendremos un híbrido con un alto valor de ACE, pero por el contrario si se sabe que los progenitores tienen una ACG negativa, los valores de ACE serán negativos o de un valor muy pequeño. También podría ser el caso que al cruzar, progenitores con un valor alto de ACG, el híbrido obtenido tendrá un valor alto de ACE (por ejemplo 5*1), otro caso sería que se crucen una progenitor con alto valor de ACG y uno con un valor mediano, puedan generar híbridos con un alta ACE, un ejemplo de este sería la cruce 5*3 que obtuvo el mayor contenido de ACE (1.97).

también señalar que en la variables de días a floración se obtuvieron solo valores positivos que oscilaban entre 5.9 y 9.9 de ACG y para días a cosecha

los valores oscilaban entre 5.8 y 15.3, mientras que en la heterosis los resultados fueron negativos esto se debe a que son variables que hacen mención a la precocidad de los híbridos. Un trabajo realizado por Segura *et al* (2010) en el cultivo de maíz, mostro que entre más negativa sea la heterosis, el hibrido tendrá mayor precocidad, lo cual es bueno para adelantar la cosecha y aventajar en el mercado. Por lo tanto en la variable donde la heterosis fue alta, algunos caracteres podrían ser más mejorados de una forma más eficaz, mediante de métodos de mejoramiento que exploten los efectos de acción génica no aditiva, como por ejemplo la hibridación, y para la variables con valores pequeños de heterosis se pueden mejorar por métodos de endocria y selección (Vázquez *et al* 2010).

Cuadro 8 Aptitud combinatoria específica (ACE) y Heterosis de 20 cruzas de chile, para las variables de rendimiento y sus componentes. Saltillo, Coahuila 2014.

Cruza	RFPP	Het	PPF	Het	NFPP	Het	DF	Het	DC	Het
1x5	-0.06	47.6	2.28	-71.2	-380.06	73.9	6.54	-41.9	10.7	-33.3
2x5	-0.04	65.6	-0.77	-79.4	-44.96	156.6	5.9	-40.0	9.5	-31.7
3x5	0.12	34.7	-1-14	-42.8	421.29	90.6	8.77	-33.3	14.4	-30.0
4x5	-0.22	69.2	-0.37	-84.9	3.74	219.6	6.65	-37.9	11	-31.7
1x6	0.08	20.7	0.28	-78.0	20.50	95.3	5.99	-33.3	9.5	-36.6
2x6	-0.18	12.8	0.59	-77.5	-345.00	64.6	7.96	-33.3	5.8	-25
3x6	-0.02	14.3	-0.39	-81.2	-83.40	81.1	7.51	-38.8	7.5	-27.6
4x6	0.12	27.2	-0.49	-179.1	408.00	49.7	7.54	-47.7	7.2	-28.9
1x7	-0.01	15.4	-2.15	-76.8	194.88	119.6	9.92	-37.7	15.3	-27.7
2x7	0.08	10.0	-0.25	-70.9	104.73	60.5	7.71	-41.3	11.8	-25
3x7	-0.01	3.2	-10.35	-79.8	-105.40	104.7	7.54	-40.7	11	-25.3
4x7	-0.13	-3.2	1.61	-81.7	-194.30	110.8	9.92	-28.9	6.5	-28
1x8	0.09	48.5	-0.05	-74.9	49.55	128.1	7.71	-27.8	12.4	-26.7
2x8	0.08	66.2	-1.49	-79.7	226.20	196.1	6.22	-25.7	6.4	-22.2
3x8	-0.01	-8.0	-0.43	-77.4	-97.27	47.4	7.57	-44.5	6.4	-25.3
4x8	-0.06	33.8	3.17	-82.3	-277.00	141.8	7.53	-33.3	6.5	-22.2
1x9	-0.04	19.3	0.99	-78.9	16.56	148.9	7.51	-33.3	7.2	-22.2
2x9	0.056	27.7	1.86	-79.3	59.16	162.6	7.51	-35.7	7.0	-25.9
3x9	0.012	11.9	2.38	-80.3	-135	126.0	7.54	-30.0	6.7	-26.5
4x9	-0.26	23.4	-0.26	-82.2	59.61	155.1	7.72	-34.5	6.4	-25.0

PTF= rendimiento total de fruto, PPP= peso promedio por planta, PPF= peso promedio de fruto, NF= número de fruto por planta, DF= días a floración y DC= días a cosecha. ******($P \leq 0.01$) y ***** ($P \leq 0.05$)

BIBLIOGRAFIA

- Ahmed N, S H Khan, M I Tanki (1997) Combining ability analysis for fruit yield and its component characters in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *C capsicum* Eggplant News let. 16:27 – 75
- Banda, A. E., & Gil, A. P. (2011). Aptitud combinatoria del rendimiento y sus componentes en dos grupos de líneas de maíz. *Agronomía Mesoamericana*.
- Bennett J; Kirby G. W. (1968) Constitution and Biosynthesis Of Capsaicin. *J ChemSoc C* 442–446.
- Bosland W. P. 1996. Capsicums: Innovative Uses Of An Ancient Crop. Pp. 479-487. In: J. Janick (ed.), *Progress In New Crops*. Ashs Press, Arlington, Va.
- Comstock, Re; Robinson, Hf. 1948. The Components Of Genetic Variance In Populations Of Biparental Progenies And Their Use In Estimating The Aver Age Degree Of Dominance *Biometrics* 4:254-266.
- Córdova Orellana, H., Espinoza Banda, A., Gutiérrez del Río, E., Lozano García, J. J., Palomo Gil, A., Rodríguez Herrera, S., & Wong Romero, R. (2007). Aptitud combinatoria de componentes del rendimiento en líneas de maíz para grano en la Comarca Lagunera, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*.
- Cruz, P. A. B.; González H. V. A.; Soto, H. R. M.; Gutiérrez, E. M. A.; Gardea B. A. Pérez. G. M. 2007. Capsaicinoides, Vitamina C Y Heterosis Durante

El Desarrollo Del Fruto De Chile Manzano. *Agrociencia* 09 2007

De la Cruz-Lázaro, E., Rodríguez-Herrera, S., Estrada-Botello, M. A., Mendoza Palacios, J. D., Brito-Manzano, N. P., & Buenavista, S. (2005). Análisis dialéctico de líneas de maíz QPM para características forrajeras. *Universidad y Ciencia*, 21(41), 19-26.

Duvick D N (1999) Heterosis: Feeding people and protecting natural resources. In: *The Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops*. J G Coors, S Pandey (eds). CIMMYT. Pp:19-29.

Falconer, D.S.; Mackay, T.F.C. 2001. *Introducción A La Genética Cuantitativa*. Acribia Editorial, 2001.

FAO 2013. *Organización De Las Naciones Unidas Para La Agricultura Y La Alimentación*

Gnayfeed, M. H., H. G. Daood, P. A. Biacs, And C. F. Alcaraz. 2001. Content Of Bioactive Compounds In Pungent Spice Red Pepper (paprika) As Affected By Ripening And Genotype. *J. Si. FoodAgric*. 81: 1580-1585.

García-Rodríguez, M., Chiquito-Almanza, E., Loeza-Lara, P. D., Godoy-Hernández, H., Villordo Pineda, E., Pons-Hernández, J. L., ...& Anaya-López, J. L. (2010). Producción de chile ancho injertado sobre criollo de Morelos 334 para el control de *Phytophthora capsici*. *Agrociencia*, 44(6), 701-709.

Guerrero, G. C.; Espinoza B. A.; Palomo, G. A.; Gutiérrez R. E.; Zermeño, G. H.; González, C. M. P. 2011. Aptitud Combinatoria Del Rendimiento Y Sus Componentes En Dos Grupos De Líneas De Maíz. *Agronomía Mesoamericana Print Versión* Issn 1021-7444 Agron. Mesoam Vol.22

N.2 2011.

Gunn S. 2004. Why Genetic Diversity Matters?. International Board For Plant Genetic Resources. Edit. MarchesiGraficheEditoriali Spa. Roma, Italia. 22 P.

Guzmán, F. A., Ayala H.; Azurdia C.; Duque M. C.; Méndez, C. V. 2005. Aflp Assessment Of Genetic Diversity Of Capsicum Genetic Resources In Guatemala: Home Gardens As An Option For Conservation. CropScience. 45: 363–370.

Herrera, A. M. 2013. Estudio Comparativo Del Contenido De compuestos Volátiles, Ácidos Grasos, Capsaicina Y Carotenos En *CapsicumAnnuumVarAnnuum*Sometido A Un Proceso De Secado, Universidad Autónoma De Veracruz 2013.

Jarret R. L. Y P. Dang. 2004. Revisiting The Waxy Locus And The Capsicum Annuum L. Complex. Georgia Journal Of Science 62: 117-133.

Júnior, P. C. Manejo de la luz en Invernaderos. Los beneficios de Luz de Calidad en el cultivo de Hortalizas

Luna, O. J. G.; García, H. J. L.; Valdez, C. R. D; Gallegos, R. M. A.; Preciado, R. P.; Guerrero, G. C.; Espinoza, B. A. 2011. Aptitud Combinatoria Y Componentes Genéticos En Líneas De Maíz. Agron. Mesoam. Vol.22. N.2, San Pedro Dec.2011

Malacara M F, F M San Vicente G (2003) Patrones Heteróticos De Líneas Tropicales Blancas De Maíz. Agron. Trop. 53:32-40

Martínez, S. D.; Pérez G. M.; Rodríguez P. J. E.; Moreno, P. E. 2010. Colecta y Caracterización Morfológica De 'Chile De Agua' (*CapsicumAnnuum L.*)

En Oaxaca, México. Rev. Chapingo Ser.Hortic Vol.16 No.3 Chapingo Sep./dic.2010.

Moreno-Pérez, E. D. C., Avendaño-Arrazate, C. H., Mora-Aguilar, R., Cadena-Iñiguez, J., Aguilar-Rincón, V. H., & Aguirre-Medina, J. F. (2011). Diversidad morfológica en colectas de chile guajillo (*Capsicum annum* L.) del centro-norte de México. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 17(1), 23-30.

Molina, Q. D. M. 2009. Contenido De Compuestos Fitoquímicos Y Su Relación Con La Capacidad Antioxidante De Extractos De Pimientos (*Capsicum Annuum* L.) Cultivados En El Noroeste De México. Hermosillo, Sonora. Diciembre.

Pech, M. A. M.; Castañón, N. G.; Tun, S. J.; Mendoza, E. M.; Mijangos C. J.; Perez, G. A.; Latournerie, M. L. 2010. Combiningability And Heterotic Effects In Sweet Pepper Populations (*Capsicum Annuum*). Rev. Fitotec. Mex Vol.33 No.4 Chapingo Oct/Dic 2010.

Ramírez-Luna, E., Castillo-Aguilar, C. D. L. C., Aceves-Navarro, E., & Carrillo-Ávila, E. (2005). Efecto De Productos Con Reguladores De Crecimiento Sobre La Floración y Amarre De Fruto En Chile 'Habanero'. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 11(1), 93-98.

Ramos-Gourcy Y A. De Luna-Jiménez, 2007. Evaluación De Tres Variedades De Chile *Capsicum Annuum* L.) En Cuatro Concentraciones De Una Solución Hidropónica Bajo Invernadero. Revista Investigación Y Ciencia Universidad Autónoma De Aguascalientes

Rodríguez, D. T.; Gómez, O. 2008. Eficiencia De La Selección En Líneas De Pimiento (*Capsicum Annuum*), Provenientes De Cuatro Sub-Poblaciones, En Caracteres De Interés Productivo. Instituto De

Investigaciones Hortícolas, Quivicán, La Habana, Cuba. Cien. Inv. Agr. 35(1): 37-49.

Sánchez, E.; Flores, P.; Rodríguez-Burruezo, A.; Gomariz, J.; Navarro, F.; Costa, J.; Catalá, M. S. 2010. Contenido En Vitamina C De Siete Variedades Tradicionales De Pimiento De La Región De Murcia. Actas De Horticultura Nº 60

Sagarpa 2013. Secretaria De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación

Segura, J. C., Dzib-Aguilar, L. A., Ortega-Paczka, R., & Latournerie Moreno, L. (2010). Diallelic crosses among maize landraces from Yucatan and improved populations. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14(1), 119-127.

SMN 2013. Servicio Meteorológico Nacional.

Siap 2013. Servicio De Información Agroalimentaria Y Pesquera

Sprague G F, L A Tatum (1942) General versus specific combining ability in single crosses of corn. J. Amer. Soc. Agron. 34:923-932.

Trujillo Contreras, Mario Iván. *Cuantificación de compuestos antioxidantes, capsaicina y capacidad antioxidante en chile serrano (Capsicum Annum) bajo distinto manejo agronómico y sistema de cultivo*. Diss. 2014.

Vázquez García, E., Ramírez Meraz, M., Mata Vázquez, H., Ariza Flores, R., & AliaTejacal, I. (2010). Atributos De Calidad Y Vida De Anaquel De Frutos De Cultivares De Chile

Wong-Romero, E. Gutiérrez-Del Río, S. A. Rodríguez-Herrera, A. Palomo-Gil, H.

Córdova O. Aptitud Combinatoria Y Parámetros Genéticos De Maíz Para Forraje En La Comarca Lagunera. Revista México Universidad Y Ciencia, Vol. 22, Núm. 2, Diciembre, 2006, Pp. 141-151.

Zewdie, Y., And P. W. Bosland. 2000. Evaluation Of Genotype, Environment, And Genotype-By-Environment Interaction For Capsaicinoids In *Capsicum Annuum* L. *Euphytica* 111:185-190.

IV.- CONCLUSIÓN

Entonces en nuestra investigación se puede afirmar que no se puede saber a ciencia cierta que al cruzar un progenitor con una baja ACG y otro progenitor que tenga una alta ACG, obtendremos un híbrido con un alto valor de ACE, pero por el contrario si se sabe que los progenitores tienen una ACG negativa, los valores de ACE serán negativos o de un valor muy pequeño. También podría ser el caso que al cruzar, progenitores con un valor alto de ACG, el híbrido obtenido tendrá un valor alto de ACE (por ejemplo 5*1), otro caso sería que se crucen una progenitor con alto valor de ACG y uno con un valor mediano, puedan generar híbridos con un alta ACE, un ejemplo de este sería la cruce 5*3 que obtuvo el mayor contenido de ACE (1.97).

También señalar que en la variables de días a floración se obtuvieron solo valores positivos que oscilaban entre 5.9 y 9.9 de ACG y para días a cosecha los valores oscilaban entre 5.8 y 15.3, mientras que en la heterosis los resultados fueron negativos esto se debe a que son variables que hacen mención a la precocidad de los híbridos. Un trabajo realizado por Segura *et al* (2010) en el cultivo de maíz, mostro que entre más negativa sea la heterosis, el híbrido tendrá mayor precocidad, lo cual es bueno para adelantar la cosecha y aventajar en el mercado. Por lo tanto en la variable donde la heterosis fue alta, algunos caracteres podrían ser más mejorados de una forma más eficaz, mediante de métodos de mejoramiento que exploten los efectos de acción génica no aditiva, como por ejemplo la hibridación, y para la variables con valores pequeños de heterosis se pueden mejorar por métodos de endocria y selección (Vázquez *et al* 2010).

V.- LITERATURA CITADA

- Adetula O. A. 2006. Genetic diversity of Capsicum using Random Amplified Polymorphic DNAs. *African Journal of Biotechnology* 5: 120-122.
- Andrews, J. 1995. Peppers: The Domesticated Capsicum, new ed. University of Texas Press, Austin. 186 p.
- Bosland W.P. 1996. Capsicums: Innovative uses of an ancient crop. pp. 479-487. In: J. Janick (ed.), *Progress in New Crops*. ASHS Press, Arlington, VA.
- Burrow M. D.; Croos G. 1994. DIALLEL: a microcomputer program for the simulation and analysis of diallel crosses. *Agron. J.* 86: 154-158.
- Castañón N. G.; Latournerie M. L.; Mendoza E. M. 2005. Macro de SAS-IML para analizar los diseños II y IV de Griffing. *Universidad y Ciencia* 21: 27-35.
- Cetzluit, J., et al CATIE, Turrialba (Costa Rica). (2005). Micropropagación de chile dulce (*Capsicum annuum* L. var. Najera) y chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) con miras al mejoramiento genético del cultivo. Micropropagation of sweetpepper (*Capsicum annuum* var. Najera) and habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq) with the aim to genetic improvement of the culture. *SECAB: Ciencia y Tecnología-Secretaría Ejecutiva del Convenio Andrés Bello (Colombia)*, (83).
- Cubero R. J.I; 2002. Introducción a la mejora genética vegetal Cultivo del chile. http://www.conabio.gob.mx/institucion/conabio_espanol/doctos/chile.html . 18 de octubre del 2004
- GONZÁLEZ A., F.; PITA V. J., M. 2001. Conservación y Caracterización de Recursos Fitogenéticos. Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. 279 p
- GRIFFING V. 1956a. A generalized treatment of the use of diallel crosses in

quantitative inheritance. *Heredity* 10 31-50.

GRIFFING V. 1956b. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. *Austr. J. Biol. Sci.* 9: 463-493..

GUNN S. 2004. Why genetic diversity matters?. *International Board for Plant Genetic Resources*. Edit. Marchesi Grafiche Editoriali Spa. Roma, Italia. 22 p.

Gutiérrez del R.E.; Espinoza B. A.; Palomo G. J.; Lozano G. y O. Antuna G. 2004. Aptitud combinatoria de híbridos de maíz para la Comarca Lagunera. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 27 Num. Especial (1): 7-11.

Guzmán, F. A., Ayala H.; Azurdia C.; Duque M. C.; Méndez, C. V. 2005. AFLP Assessment of Genetic Diversity of Capsicum Genetic Resources in Guatemala: Home Gardens as an option for Conservation. *Crop Science*. 45: 363–370.

Hallauer A. R. Miranda B. 1981. *Quantitative Genetic in Maize Breeding*. Iowa State University Press. Ames, Iowa. pp. 268-368.

Jarret R. L. y P. Dang. 2004. Revisiting the waxy locus and the Capsicum annum L. complex. *Georgia Journal of Science* 62: 117-133.

López L., P. y F. H. Castro G. 2006. La diversidad de los chiles (*Capsicum* spp., Solanaceae) de Oaxaca. In: López L. P y S. Montes H. (eds.). 2006. *Avances de investigación de la red de hortalizas del SINAREFI*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío. Celaya, Gto. México. 466 p. (Libro Científico Núm. 1). Pp. 135-178.

MÁRQUEZ S., F. 1988. *Genotecnia Vegetal*. Tomo II. Métodos, Teoría, Resultados. AGT Editor. México. 665 p.

Márquez S. F. 1988. *Genotecnia Vegetal*. Tomo II. Métodos, Teoría, Resultados. AGT Editor. México. p. 665.

- Martínez, T.R.; Larqué, E.; Gonzales, S. D.; Sánchez, C. M; Burgos, M. I.; Wellner, A.; Parra, S.; Bialek, L.; Alminger, M.; Pérez, L. F. 2012. Effect of the consumption of a fruit and vegetable soup with high in vitro carotenoid bioaccessibility on serum carotenoid concentrations and markers of oxidative stress in young men. *European Journal of Nutrition*. 51:231–239
- Montes H. S. (2008) Campo Experimental Bajío, INIFAP. Recopilación y análisis de la información existente de las especies del género *Capsicum* que crecen y se cultivan en México. P.p 11-12
- Odland, M. L. y A. M. Porter. 1941. A study of natural crossing in peppers (*Capsicum frutescens*). *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 38: 585-588.
- Reyes L. D J.; Molina D.; Oropeza M. A.; Moreno E. del C. 2004. Cruzas dialélicas entre líneas autofecundadas de maíz derivadas de la raza tuxpeño. *Rev. Fitotec. Mex.* 27: 49 – 56.
- Robles S. R. 1986. *Genética elemental y fitomejoramiento práctico*. 1era. Edición. Ed. Limusa. México D.F. P. 477.
- SAGARPA (2013). *Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación*.
- Sánchez, C, F. 2007. *Diseño agronómico de invernaderos*. Memoria del primer simposium internacional de invernaderos “producción, construcción e insumos”. Edo. de México del 20-22 de junio.
- SENASICA (2013). *Servicio Nacional de Sanidad Inocuidad y Calidad Agroalimentaria*.
- Serrano C. L.; Mendoza O. L. 1990. Formación de híbridos de sorgo para grano III. Proposición de un modelo de selección de progenitores con base en sus parámetros genéticos. *Revista Fitotecnia Mexicana* 13: 44-55.

SIAP (2013). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca.

Zhang Y.; Kang S. 1997. diallel- SAS+: A SAS program for Griffings diallel analyses Agron. J. 89-176-182.