

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Un Índice de Selección Básico para la Identificación de Híbridos Superiores de Chile Jalapeño en el Noroeste de México, Basados en Componentes de Rendimiento y Calidad

Por:

ARMANDO ROSAS CUAUTLE

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México
Abril de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Un Índice de Selección Básico para la Identificación de Híbridos Superiores de Chile Jalapeño en el Noroeste de México, Basados en Componentes de Rendimiento y Calidad

Por:

ARMANDO ROSAS CUAUTLE

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada


Dr. Humberto De León Castillo

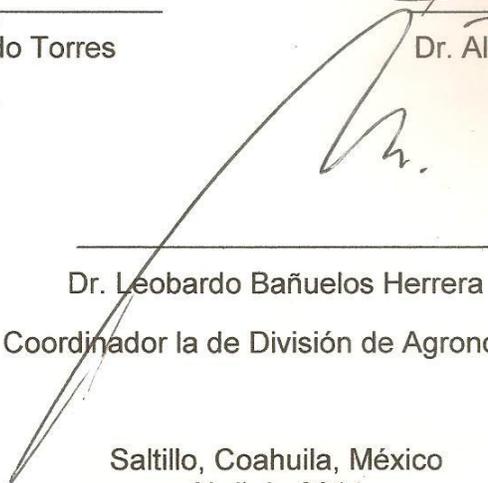
Asesor Principal


Dr. Valentín Robledo Torres

Coasesor


Dr. Alfredo De La Rosa Loera

Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Coordinador la de División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Abril de 2014

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar te agradezco a ti DIOS, por haberme dado la vida, sabiduría y el entendimiento para poder llegar al final de este gran caminar, por acompañarme en cada momento de dificultad, gracias por darme la fuerza y el coraje para hacer realidad este sueño, por ponerme en este mundo loco pero tan bonito, por darme la familia más linda del mundo por estar conmigo en cada segundo de mi vida.

A ti VIRGEN DE GUADALUPE, te agradezco por iluminar mi sendero y protegerme en todo momento, por las peticiones que me cumples sin pedir nada a cambio, por todas tus bendiciones.

A ti VIRGEN DE JUQUILA, por cumplir todas mis peticiones, sin pedir nada a cambio, por cuidar mi familia.

A mi ALMA TERRA MATER, por haberme cobijado en todo este tiempo en el cual crecí tanto personal como profesionalmente y por haberme dado lo más valioso que son las herramientas necesarias para poder enfrentar los retos que tiene para mí la vida. A mis profesores, a todo el personal que labora en esta majestuosa y esplendorosa institución y a mis compañeros “Buitres” por enseñarme ese lazo de hermandad que nos une.

Al Dr. Humberto De León Castillo, primeramente agradezco por su apoyo incondicional, humildad, calidad de persona, por su valiosa enseñanza y darme la oportunidad de confiar en usted, su afecto y amistad, fueron fundamentales para la formación de este trabajo con éxito; y decirle que admiro su ejemplo de servicio y constancia, siempre estaré en deuda con usted.

Al Dr. Flavio Ramos Domínguez, por su amistad, paciencia, y apoyo en este trabajo final con el cual puedo concluir mis estudios profesionales, ante mano muchas gracias.

Al Dr. Joseph Jacobs, por la confianza en mí depositada para el análisis de sus datos de este trabajo de tesis.

Al Dr. Valentín Robledo Torres, primeramente por aceptar ser parte de este proyecto, por la dedicación al revisar cada una de estas páginas y sus aportaciones.

Al Dr. Alfredo De La Rosa Loera, por la participación en este proyecto, la revisión de cada capítulo y por sus aportaciones.

Al Dr. Mario E. Vázquez Badillo, por su sincera amistad, apoyo y sus buenos consejos.

Al M.C. Roberto Espinoza Zapata, por la dedicación para revisar cada una de estas páginas, y sus buenos consejos.

A la Dr. Rosalinda Mendoza Villarreal, por su amistad, apoyo y orientación de este trabajo de tesis.

Ing. Víctor Montiel, por su amistad, valiosos consejos y enseñanzas que me puedo compartir.

Ing. Andrés C. Vázquez Tapia, por su amistad, sus buenos consejos y apoyo.

Ing. Ramón Montiel, por su amistad, apoyo y disponibilidad para la toma de datos de este trabajo con el cual puedo culminar mis estudios.

Lic. Sandra López Betancourt, por el apoyo para estructural de este documento.

Ing. Maciel Valdez y Ing. Carlos Serrano, por su amistad y por todos sus conocimientos compartidos.

A la Empresa Semillas Harris Moran Mexicana, por la confianza en mí depositada para el análisis e interpretación de sus datos para la realización de mi tesis y pueda concluir mis estudios profesionales, además de brindarme una de las más invaluable experiencias durante mi estancia profesional, al personal que labora en esta, y por los amigos y amigas logrados, muchas gracias...

A mis mejores amigos, Oscar A. Sánchez, Diego Romero, Javier A. Jiménez, Francisco J. Pérez, Víctor M. Torés, María de los Ángeles Contreras, Carla Ibarra, Jorge Valencia, Antonio Zeferino, Jorge Corrales, José Luis Castañeda, Mario A. Flores, Y Hernán Cortes, con los que siempre compartí muchos momentos bonitos, y por estar siempre conmigo en aquellos instantes malos y buenos, por sus consejos y todas sus enseñanzas, siempre los llevare con migo, los extrañare carnales...

A Dulce María Vázquez Sandoval, por todo tu apoyo incondicional, por todos aquellos bonitos momentos que compartimos juntos, siempre los llevare conmigo, a tu lado estoy viviendo los más hermosos momentos eres lo mejor que me ha pasado, tú has sido una motivación para seguir adelante, sabes que tienes un lugar muy especial en mi corazón, gracias por estar conmigo en esta aventura flaquita.

A mis tres princesas Leydi, Rosi y Maricruz, por todo su apoyo y por todas sus palabras que me sirvieron de motivación para seguir adelante, las amo hermanitas, nuevamente gracias por estar conmigo en todo momento.

A todos mis compañeros de la carrera Ingeniero Agrónomo en Producción de la generación CXVI, por su amistad y por todos aquellos momentos que compartimos juntos, los extrañare...

DEDICATORIA

Con mucho respeto y cariño para mis padres.

Cornelio Rosas Vallejo y Jovita Cuautle Sebrian

A mi madre, por todo tu amor y cariño que me has brindado todos estos años, por tus consejos, regaños que hicieron de mí una mejor persona día con día, siempre estaré en deuda contigo, por el sacrificio, esfuerzos, preocupaciones y desvelos que te hice pasar, que diosito siempre te cuide y te bendiga mamita.

A mi padre, por todo el apoyo, por la enseñanzas de y buenos consejos, por formarme para ser una persona de bien, por haberme dado la mejor de las herencias, el estudio, por todos los días de trabajo que has realizado para que no nos falte nada a mí a mis hermanos, eres el mejor padre, te quiero mucho no lo olvides.

A mi abuelita, Marcelina Vallejo Ortiz, por todo su apoyo, consejos y por estar siempre al pendiente de mí y de mi familia, te quiero mucho mamá Marce.

A mis hermanos Leydi, Rosi, Jesús, Mauricio, Pedro, Antonio y Maricruz, por ser siempre el pilar de motivación para superarme día con día, que a pesar de estar lejos, siempre me alimentaron con sus palabras, consejos para seguir firme en este camino, y como ya lo saben son lo más lindo que dios me ha dado, los amo hermanos.

Nuevamente a ti Dulce Maria Vázquez Sandoval, por mostrarme el significado de la vida y hacerme feliz, te deseo lo mejor mi vida, que diosito te bendiga a ti y a toda tu familia, te amo flaquita.

Al resto de mi familia por todo el apoyo moral que siempre me brindaron y por creer en mi muchas gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pagina
AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE APÉNDICE.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 El Cultivo de Chile	4
2.2 Características del Chile Jalapeño	5
2.3 Descripción	6
2.4 Importancia.....	8
2.5 Usos	9
2.6 Pungencia.....	9
2.7 Métodos de Mejoramiento	9
2.8 Heterosis	10
2.9 Índice de Selección (IS).....	11
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	13
3.1 Localización y Características del Área de Estudio	13
3.2 Material Genético Utilizado.....	13
3.3 Producción de Plántulas	14
3.4 Establecimiento y Conducción del Experimento.....	15

3.5 Manejo Agronómico del Cultivo	15
3.6 Fertilizantes Usados en la Nutrición del Cultivo.....	16
3.7 Control de Plagas y Enfermedades	16
3.8 Diseño Experimental.....	18
3.9 Variables Evaluadas	19
3.9.1 Variables de Crecimiento Vegetativo	19
3.9.2 Variables de Componentes de Rendimiento	20
3.9.3 Variables de Calidad.....	20
3.10 Cortes	22
3.11 Índice de Selección (IS).....	22
3.12 Metas e Intensidades Usadas en IS	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
4.1 Análisis de Varianza para Valores de Crecimiento Vegetativo	26
4.2 Análisis de Varianza para Componentes de Rendimiento.....	28
4.3 Comparación de Medias en Cortes para Componentes de Rendimiento	30
4.4 Análisis de Varianza de Variables de Calidad	31
4.5 Selección de Híbridos en Base a los Valores de IS.....	34
4.6 Análisis de Varianza para Índice de Selección	38
4.7 Agrupación de Medias Estadísticas de IS	39
V. CONCLUSIONES.....	40
VI. RESUMEN.....	41
VII. LITERATURA CITADA	44
VIII.APÉNDICE	51

ÍNDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 2.1 Análisis nutrimental de 100 gr de fruto.	6
Cuadro 3.1 Aplicación de productos químicos para el control de plagas.	17
Cuadro 3.2 Aplicación de productos químicos para el control de enfermedades.	17
Cuadro 3.3 Nombre de la variables evaluadas con su abreviatura	19
Cuadro 3.4 Intensidades y metas deseadas para cada variable para todos los cortes	24
Cuadro 3.5 Intensidades y metas deseadas para cada variable para el corte I por repetición	24
Cuadro 3.6 Intensidades y metas deseadas para cada variable para el corte II por repetición	25
Cuadro 3.7 Intensidades y metas deseadas para cada variable para el corte II por repetición	25
Cuadro 4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza para valores de crecimiento vegetativo.	27
Cuadro 4.2 Cuadrados Medios del Analisis de varianza para componentes de rendimiento.	29
Cuadro 4.3 Medias de componentes de rendimiento por corte. Y mejor corte por variable, agrupación estadística de los tres cortes en base a la prueba de Tukey.	31
Cuadro 4.4 Cuadrados medios del análisis de varianza para variables de calidad.	32
Cuadro 4.5 Valores de Índice de Selección, incluyendo las tres variables que se tomaron.....	37
Cuadro 4.6 Análisis de varianza para Índice de Selección a través de cortes..	38
Cuadro 4.7 Agrupación estadísticas de los híbridos con base a los valores al mérito de los IS atendiendo la comparación de medias según Tukey	39

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 2.1 Partes del fruto	8
Figura 3.1 Distribución de los tratamientos con sus repeticiones1	18
Figura 3.2 Frutos con diferente incidencia de cracking donde: 1 mucho, 3 moderadamente, 6 poco y 9 sin cracking.1	21
Figura 3.3 Frutos con diferente contenido de antocianinas donde: 1 mucho, 3 moderadamente, 6 poco y 9 sin contenido de antocianinas.1	21
Figura 4.1 Resultados del Índice de Selección en base a las tres variables, precocidad se expresa en un rango de 1 a 9, donde; 1 es pésimo y 9 excelente, al igual que calificación final y rendimiento en tha^{-1}	36

ÍNDICE DE APÉNDICE

	Pagina
Apéndice 1. Análisis de varianza para la variable altura de planta.	51
Apéndice 2. Análisis de varianza de la variable cobertura.	51
Apéndice 3. Análisis de varianza de la variable precocidad.	51
Apéndice 4. Análisis de varianza de la variable frutos por planta.	52
Apéndice 5. Análisis de varianza de la variable rendimiento (T/ha ⁻¹).	52
Apéndice 6. Análisis de varianza de la variable largo de fruto.	52
Apéndice 7. Análisis de varianza de la variable ancho de fruto	53
Apéndice 8. Análisis de varianza de la variable número de lóculos.	53
Apéndice 9. Análisis de varianza de la variable firmeza de fruto	53
Apéndice 10. Análisis de varianza de la variable cracking.	53
Apéndice 11. Análisis de varianza de la variable picor	54
Apéndice 12. Análisis de varianza de la variable antocianinas.	54
Apéndice 13. Análisis de varianza de la variable calificación final	54

“La Agricultura es la base de las sociedades, alimenta al Estado y hace a los hombres fieles, sencillos y honrados”

“La Agricultura es la primera, la más noble y la más indispensable ocupación del hombre...”

Hipólito Vyeites (1807).

I. INTRODUCCIÓN

El chile verde es uno de los cultivos principales de México, ocupa el segundo lugar a nivel mundial y pocos de sus habitantes perdonamos una comida sin la presencia de su agradable sabor y picor.

A nivel mundial se producen más de 27 millones de toneladas, siendo China el mayor productor con 15 millones de toneladas, (FAOSTAT, 2011).

México ocupa el segundo lugar en producción, con una superficie cosechada de 136,131 ha dando un total de 2,379,735 toneladas de producción generando 13,284,426,33 pesos (SIAP, 2013). Esta cifra son en general de las variedades de chiles jalapeños de estos se siembra una superficie de 28,740 hectáreas a nivel nacional.

El chile Jalapeño (*Capsicum annuum* L.) pertenece a la familia de las Solanáceas. Es una hortaliza muy importante por su valor nutritivo. Es rica en vitaminas A, B1, B2 y C. después del tomate, es la hortaliza más importante como alimento y condimento en las distintas comidas de los mexicanos, especialmente en estado fresco, aunque también se consume procesado en forma de salsas, polvo y encurtidos. El consumo *per cápita* de los mexicanos con relación a esta hortaliza es de 0.56 Kg (Bravo, *et al.*, 2006).

Entre las especies con mayor riqueza y biodiversidad en México se encuentra el chile (*Capsicum annuum* L.) (Hermosillo *et al.*, 2008).

Durante el año 2012, el cultivo del chile verde figuró entre los principales cultivos hortícolas de exportación con una participación del 8.6%, superado únicamente por los cultivos de tomate, melón y pepino. De 105,303 toneladas de chiles de las variedades Jalapeño y Serrano exportados a los Estados Unidos de América, el 90% se envía procesado (envasado) y el 10% restante se envía en fresco (SAGARPA, 2013). Los principales Estados productores de chile en México son: Sinaloa, Chihuahua, Guanajuato, Zacatecas, Jalisco, San Luis Potosí y Sonora. Entidades que concentran más del 50% de la superficie sembrada y cosechada, así como el 60% de la producción (SAGARPA, 2013).

México es el primer exportador de chile Jalapeño a nivel mundial y el sexto de chile seco, nuestros principales clientes son Estados Unidos, Canadá, Reino Unido y Alemania, (SIAP, 2013).

El chile Jalapeño es un cultivo originario de nuestro país. En el 2012 destacaron Chihuahua, Sinaloa y Zacatecas como principales Estados productores del cultivo con más de la mitad del volumen nacional en su conjunto, (SIAP, 2013).

En el Estado de Sinaloa este cultivo es de gran importancia económica y social. En el año 2012 en esta región se sembró una superficie total de 12,009 h., con una producción de 79,480.92 ton, con un valor cercano a los 643 millones de pesos, siendo el Estado que más aporta a la producción nacional (SAGARPA, 2013).

La demanda de alimentos orgánicos se ha incrementado desde hace dos décadas, esta demanda se ha convertido en una oportunidad de desarrollo importante en varios países, y con el mejoramiento genético en plantas, es posible obtener híbridos con mejores resultados en rendimiento, (García, *et al.*, 2004).

La hibridación como método de mejoramiento genético puede ser útil en la obtención de materiales de alto rendimiento y calidad de fruto, aprovechando la capacidad combinatoria y heterosis en el cruzamiento de progenitores, (Pérez, *et al.*, 2009).

La evaluación de la presente investigación se hizo en campo abierto en el ciclo otoño - invierno, constando de 27 híbridos experimentales y 3 testigos comerciales en el municipio del Fuerte del Estado de Sinaloa, bajo los siguientes:

1.1 Objetivos

- Estudiar la variabilidad presente en tres variables vegetativas, cuatro de componentes de rendimiento y seis variables de calidad.
- Explotar y comparar el potencial agronómico de 27 híbridos experimentales.
- Identificar híbridos experimentales con el mayor número de características deseables, auxiliado con la herramienta Índice de Selección (IS).

1.2 Hipótesis

- Es posible encontrar diferencias en producción y calidad entre híbridos nuevos y comerciales.
- La compañía Harris Moran obtendrá por lo menos un material igual o mejor que los testigos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El Cultivo de Chile

El chile (*Capsicum annuum* L.) pertenece a la familia de las solanáceas, está conformado por aproximadamente 30 especies. Es una especie autógama, monoica, de flores completas y perfectas cuya estructura facilita el trabajo básico de emasculación y polinización en un programa de mejoramiento genético.

Hernández-Verdugo *et al.*,(1999) mencionan, que el centro de origen del género *Capsicum*, es América del Sur, en la región que comprende Bolivia, el norte de Argentina, centro y sur de Brasil. Hay cinco especies domesticadas: *Capsicum annuum*, *C. chinense*, *C. pubescens*, *C. frutescens* y *C. baccatum*. *Capsicum annuum* es la más importante por su producción, distribución geográfica, variabilidad de formas y amplia diversidad de usos. En México, *C. annuum* se ha cultivado a lo largo de todo el país; *C.frutescens* en las regiones centro y sureste; *C. chinense* en la Península de Yucatán, y *C. pubescens* en las tierras altas de los Estados centrales del país.

El género *Capsicum* se cultiva en las principales regiones tropicales, subtropicales y templadas de México. En los Estados de Puebla, Morelos y Querétaro, se encuentra la mayor diversidad de chiles cultivados y silvestres (Walker y Bosland, 1999).

Según Laborde (1984), menciona, que el chile originario de América, donde ha sido cultivado desde épocas muy remotas. Después del descubrimiento de América se cultivó y difundió por todo el mundo.

Es lógico pensar que el chile es originario de México; sin embargo esto no es estrictamente cierto. El género *Capsicum*, que incluyen entre 20 a 30 especies, tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América del sur, los Andes y Cuenca alta del Amazonas, que actualmente son parte de Perú y Bolivia principalmente y pequeñas porciones de Argentina y Brasil, donde se han encontrado semillas de formas ancestrales de más de 7,000 años, y desde donde se habría diseminado a toda América, según Valadéz (1997).

El género *Capsicum* es uno de los grupos taxonómicos vegetales de mayor aprovechamiento en el mundo. Aunque la especie *C. annuum* incluye la mayor cantidad de tipos y variedades de chile, existen otros cultivares de otras especies que se encuentran en proceso de domesticación y mejoramiento, según García *et al.*, (2007).

2.2 Características del Chile Jalapeño

Son plantas anuales, semiherbáceas, de hojas alternas y flores pequeñas blancas, verdosas o violáceas. Hay también algunas que son subarborescentes y los frutos son muy variados en su forma y tamaño. En el chile principalmente, se ha encontrado una sustancia llamada capsicina; también contiene vitaminas A, B y C. cuadro. 2.1 muestra al análisis nutrimental.

Cuadro 2.1 Análisis nutrimental de 100 gr de fruto

Componente	Unidad	Valor
Agua	g	89
Valor energético	cal	60
Proteínas	g	2.5
Grasas	g	0.8
Carbohidratos	g	12.4
Fibra	g	2.9
Calcio	mg	31
Fósforo	mg	58
Fierro	mg	1.3
Caroteno	mg	2.9
Riboflavina	mg	0.58
Niacina	mg	1.47
Ácido ascórbico	mg	60

Fuente: Amazonia.

El chile jalapeño es de color verde, de forma cónica alargada, mide en promedio 6 cm de largo por 2.5 cm de ancho. Se le da el nombre porque se dice que antiguamente se cultiva en Jalapa, Veracruz desde donde se comercializa a otras partes. También se le llama chile cuaresmeño porque antiguamente solo se encontraba durante la época de cuaresma. Cuando llega a su estado de maduración tomar un color rojo intenso y ahumado se convierte en el Chipotle que en sus versiones secas es de los chiles más importes. Dentro del chile jalapeño, existe gran cantidad de variedades con leves diferencias de forma y grado de picor. Más del 60 por ciento de los chiles jalapeños producidos se procesan como salsas de chile, chiles encurtidos, chiles secos y quesos con jalapeño según Salazar (2004).

2.3 Descripción

Capsicum es un género descrito por Carlos Linneo y que publicó en el año 1753 en su monumental obra *Species Plantarum* (1:188-189). Se cree que el nombre asignado deriva del griego Kopto, que significa "picar" que es su principal característica (Salazar y Silvia, 2004); sin embargo, López- Riquelme

(2003) menciona que significa "caja", en alusión a que las semillas están encapsulados en una especie de caja, aunque, de acuerdo a su tipo, el fruto es clasificado como una baya.

Dicho genero comprende plantas angiospermas, dicotiledóneas, herbáceas o arbustivas, de ciclo anual, sin embargo, pueden convertirse en perennes si las condiciones les son favorables. Están agrupadas en la Familia Botánica denominada Solanaceae o Solanáceas, la cual presenta hojas alternas, enteras o divididas; muy frecuentemente la concrecencia de las hojas florales o de las brácteas con el eje floral, o la del eje de la inflorescencia con el tallo o rama principalmente en que se insertan; lo que propicia la disposición de las hojas en pares y la posición extra axilar de las flores e inflorescencias, situadas las hojas a un mismo nivel del tallo. Las flores son hermafroditas, regulares y están constituidas por 5 sépalos, 5 pétalos y 5 estambres. Su ovario es superior y su fruto es una baya de tipo carnoso hueca y en forma de cápsula, en donde se encuentran las semillas.

Lesur *et al.*, (2006) mencionan, que el *Capsicum annuum* es una planta anual, con una raíz pivotante que alcanza una profundidad de 70 a 120 cm y una altura que va de los 30 a los 100 cm, según la variedad. Estas plantas de chile crecen erectas en un solo tallo, hasta que les han crecido de nueve a 11 hojas, cuando les nacen de dos a tres ramas.

Por lo que las plantas adquieren forma de cono invertido. Su flor es frágil, solitaria, aunque a veces la acompañan una, dos o más, de color blanca y en ocasiones morada. *Capsicum annuum* es una especie que se poliniza así misma, es autógama, con una flor hermafrodita que se fecunda con su propio polen en el momento de abrir su corola. El fruto es una baya de pulpa firme amarilla o roja en su madurez, cuyas partes principales son:

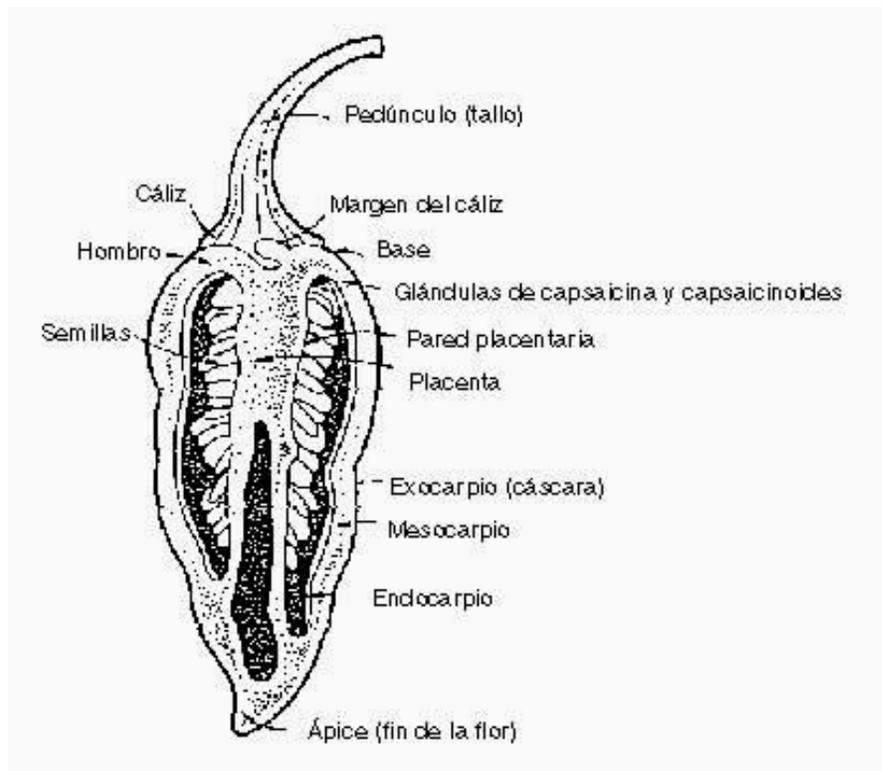


Figura 2.1 Partes del fruto

2.4 Importancia

Castellón *et al.*,(2012) mencionan, que las referencias de consumo de chiles, se dio en cuestión a una entrevista a 1287 personas mayores de 15 años. Los resultados mostraron que los entrevistados prefieren consumir chile Jalapeño (37.7%), Chile de Árbol (18.9%), Chile de Agua (15.8%) y Serrano (13.1 %).

Por otra parte, Nuez *et al.*, (1996) señalan, que el consumo de productos hortícolas proporciona al ser humano minerales, fibras, agua y antioxidantes. Estos elementos contribuyen a conservar una buena salud y calidad de vida en las personas. En México existe la tradición de consumir chile fresco o procesado. El chile jalapeño forma parte de la dieta mexicana y hoy en día es una de las especies de mayor demanda en el mercado nacional e internacional.

2.5 Usos

SIAP (2013) indica, que entre los usos múltiples, del fruto de chile son; puede comerse en fresco, cocido o como condimento en platillos típicos. En la industria se elaboran una gran variedad de productos: en el mercado hay chiles congelados, deshidratados, encurtidos y enlatados; se le encuentra en pastas y en una infinita variedad de salsas; se utiliza como materia prima para la obtención de colorantes y de resinas para fines industriales. Por último, pero no por ello menos importante, el chile también se usa con fines medicinales.

2.6 Pungencia

Los recursos genéticos del chile (*Capsicum spp.*), son importantes por ser la fuente natural de capsaicinoides que confieren el sabor picante a los frutos, según Moran (2008).

Los frutos de *C. annum* son una fuente importante de compuesto orgánico cíclico que es el pungente presente en frutos de *Capsicum*, y se usan para la producción de cosméticos, esencias y medicinas, según Luján y Acosta, (2004).

2.7 Métodos de Mejoramiento

Pech *et al.*, (2010) mencionan, que por los efectos positivos de ACG de los padres y heterosis de las progenies, se concluye que la hibridación sería el método de mejoramiento genético más adecuado para incrementar rendimiento de fruto y número de frutos por planta. En cambio, para mejorar altura de planta, peso individual de fruto, días a inicio de cosecha, longitud y diámetro de fruto, el método de mejoramiento por endocría y selección sería el indicado, para formar variedades.

2.8 Heterosis

Falconer (1996) menciona, que heterosis es la expresión de un carácter en la progenie más allá de los límites de expresión manifestada en sus progenitores que tiene origen en los efectos genéticos principalmente de dominancia y en la diferencia genotípica de frecuencias génicas.

La heterosis ha sido ampliamente utilizada en programas de mejoramiento de muchos cultivos para la identificación de poblaciones genéticamente divergentes, como base para el desarrollo de líneas endogámicas a ser usadas en cruzamientos F1, según, Hallauer y Miranda (1988).

Seneviratne y Kannangara (2004) mencionan, que en el cultivo de chile se ha explotado la heterosis para incrementar el rendimiento y otros caracteres económicos.

De Souza y Maluf, (2003) mencionan, que se considera que en *Capsicum* la heterosis es alta. Por ello, la existencia de una amplia diversidad de este género en México, tanto en el ámbito de variantes cultivadas como semicultivadas y silvestres, puede aprovecharse para formar híbridos locales y nacionales, ya que la semilla híbrida que se usa proviene de empresas trasnacionales.

De Souza y Maluf, (2003); Seneviratne y Kannangara, (2004), han reportado efectos de heterosis alta en *Capsicum* spp., para largo y diámetro de fruto, número de semillas por fruto, rendimiento y contenido de capsaicina por planta. De la misma manera, Milerue y Nikornpun, (2000); Pérez-Grajales *et al.*, (2009) encontraron heterosis en rendimiento y calidad de frutos de chile.

2.9 Índice de Selección (IS)

Yáñez (2005), dice que un Índice de Selección, es la metodología utilizada para hacer selección de manera simultánea para varias características, la cual toma en consideración además de los aspectos genéticos, la importancia económica de las características involucradas. Este índice está conformado esencialmente por dos ecuaciones; la primera, es aquella en la cual se incluyen las características que se desea mejorar, es decir, las que comprenden el objetivo de selección y se denomina genotipo agregado; la segunda se constituye con las características sobre aquellas que se hace la selección, las cuales se denominan criterios de selección.

Soares *et al.*, (2011) mencionan, que un Índice de Selección (IS), es aquel donde concentran toda la información genética de un reproductor en un solo valor comparativo, seleccionando de manera simultánea por varias características y tomando en consideración además los aspectos genéticos, dada la importancia económica de cada una de las características involucradas en dicho índice.

Cerón (2005) menciona que, en el fitomejoramiento, índices de selección (IS) ayuda a seleccionar los mejores individuos para el próximo ciclo de cultivo sobre la base de los valores fenotípicos.

Xu (2003), señala que el principal deber del fitomejorador vegetal, es seleccionar las mejores plantas, el criterio de lo que es mejor dependa de lo que se desea mejorar; generalmente significa la mejor calidad genética. En la actualidad existen varios métodos para el mejoramiento genético simultáneo de varios caracteres, y los tres de mayor importancia son: selección en tándem, selección simultánea de caracteres independientes e índice de selección (IS). Los índices de selección permiten separar genotipos con base en la evaluación simultánea de varios caracteres.

Se menciona que una característica que siempre debe estar incluida en la construcción de índices de selección es el rendimiento según, Mihaljevic *et al.*, (2005).

Los resultados indicaron que cuando la selección se realiza en base a un criterio multivariado, se obteniendo una ganancia predicha mayor, cuando se incluye el rendimiento como parte de ese criterio de selección; sin embargo, no ocurre así cuando en el índice se considera otro carácter distinto al rendimiento, esto concuerda con Robinson *et al.* (1951).

Los índices de selección ayudan a seleccionar los mejores individuos para el próximo ciclo de selección en base a los valores fenotípicos observados (Cerón *et al.*, 2006; Rabiei *et al.*, 2004; y Gethi y Smith 2004), siendo además, un criterio de selección eficaz en el mejoramiento de plantas.

La correlación genética entre dos caracteres juega un papel importante en la respuesta correlacionada de la selección y asegura un máximo mejoramiento de los índices de selección, al combinar diferentes caracteres (Mohammadi *et al.*, 2003; Badu, 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización y Características del Área de Estudio

El presente trabajo se llevó a cabo durante el ciclo otoño – invierno en el año 2013; en el campo experimental de la empresa Semillas Harris Moran Mexicana que se encuentra ubicada en el Ejido 2 de Abril en el Km 6.5 de la carretera Los Mochis – El Fuerte, Municipio del Fuerte, Sinaloa. En las coordenadas geográficas 25°53'27.27" latitud norte y 108°56'43.42" longitud oeste y a una altitud de 19 msnm, al noroeste del país.

La temperatura media anual del Estado es alrededor de 25°C, las temperaturas mínimas promedio son alrededor de 10.5 °C en el mes de enero y las máximas promedio pueden ser mayores a 36 °C durante los meses de mayo a julio. El clima de esta zona es muy seco. Las lluvias se presentan en el verano durante los meses de julio a septiembre, la precipitación media del Estado es de 790 mm anuales, (INEGI ,2014).

3.2 Material Genético Utilizado

El material genético utilizado son 27 híbridos experimentales y 3 testigos (5807, Bravo y 5810).

3.3 Producción de Plántulas

Siembra: se realizó 03 de agosto de 2013, en charolas de poliesteno de 242, conteniendo una mezcla de sustrato orgánico (MB2) Vermiculita y micorrizas, misma que se humedeció. En seguida se llenó cada cavidad, cubriéndola con una capa de vermiculita, aplicando un primer riego. Las charolas se colocaron en un invernadero para tratar optimizar y homogenizar las condiciones para la producción de plántula.

Riego: se aplicaron riegos todos los días esto depende mucho de la temperatura interior del invernadero y tamaño de la planta, el cual se hace con ayuda de un aguilón. Las primeras aplicaciones se hicieron con pura agua hasta que la planta desarrolló 4 hojas verdaderas.

Fertilización: se hace con 3 productos principalmente, Agro K, Triple 20 y como adherente utilizamos DAP Plus.

Reguladores de crecimiento: para estimular la producción de raíz, se aplicó, Rooting que contiene auxinas, citoquininas, vitaminas y fósforo asimilable.

Control de plagas y enfermedades: para el control de plagas se utilizó como insecticida el Confidor 350 sc, como preventivo. Para enfermedades causadas por hongos complejo Damping off (*Phytophthora* spp., *Pythium* spp., y *Fusarium* spp.). Se utilizaron tres productos: DEROSAL 500sc, PREVICURN y Ridomil Gold 480 sl., y para bacterias se utilizó KASUMIN como preventivo. Todos estos productos se aplicaron por la tarde, cuando las condiciones fueran favorables para evitar posibles intoxicaciones.

3.4 Establecimiento y Conducción del Experimento

Barbecho: se realizó un barbecho a 40 cm de profundidad con un arado de disco con la finalidad de remover, destruir e incorporar la materia orgánica para el suelo, voltear el suelo y darle uniformidad al terreno, aireación y por lo consiguiente controlar las plagas y enfermedades.

Rastreo: cruzado con la finalidad de desmenuzar los terrones que quedaron después de haber realizado el barbecho, además ayudar a facilitar la preparación de camas.

Nivelación: con la finalidad de eliminar los altos y bajos del terreno para tener una mejor distribución del agua de riego.

Trazado de camas: esta actividad se realizó con el tractor y una bordeadora, las dimensiones de las camas son de 1.60 m de ancho por 70 m de largo.

Instalación del riego: el sistema de riego se instaló con ayuda de un tractor enterrando en las camas la cintilla para, después conectarse a una manguera principal (layflat). La finalidad de este sistema permite una mejor conducción y eficiencia del uso del agua.

3.5 Manejo Agronómico del Cultivo

Trasplante: se realizó manualmente, a dos hileras con una distancia de .30 m., entre planta y planta, antes de realizar esto se regó con una humedad de 70%, el cual se llevó a cabo el 09 de septiembre del 2013.

Riego: se aplica una hora (1l/gotero/hr) por riego, esto va aumentando de acuerdo a lo que marque el potenciómetro, la concentración de fertilizantes es

la misma. Para saber la cantidad de agua se utilizó un potenciómetro, para ser más eficientes con la nutrición, se colocaron chupa tubos, para la estimación de lo que se encuentra disponible en suelo para la planta.

3.6 Fertilizantes Usados en la Nutrición del Cultivo

- Nitrato de Potasio
- Nitrato de Magnesio
- Nitrato de Calcio
- Sulfato de Magnesio
- Fosfato Monopotásico
- Cloruro de Potasio
- Sulfato de Zinc
- Boro
- Ácido Nítrico
- Ácido Sulfúrico

Estacado: se colocan 2 estacones, cada 2 metros de distancia, uno por cada lado en las camas de 70 m de largo, se entierran, se utilizan de soporte para la planta.

Hilado: esta actividad se realiza cuando la planta cuenta con una altura de 30 cm de altura, consiste en poner un hilo, de estación a estación (fajar), para sostener y la planta y no se acame. Se colocaron 3 hilos en todo ciclo del cultivo.

Malezas: el cultivo se mantuvo todo su ciclo deshierbado.

3.7 Control de Plagas y Enfermedades

Insectos: para tener un mejor control de plagas, se colocan barreras de plástico (azul y amarillo) y trampas, por el perímetro del ensayo con pegamento,

para tener un mejor monitoreo. En el cuadro 3.1 de abajo se muestra un listado de productos para el control de plagas.

Cuadro 3.1 Aplicación de productos químicos para el control de plagas

Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Plaga
Versoato	Dimetoato	Diabrotica
Proaxis	Gama celatrina	Trips
Agrimec1.8%	Abamectina	Acaros
Spintor	Espinosab	Gusano soldado
Sunfire	Clorfenapir	Trips y Gusano soldado
Confidor	Imidacropid	Mosquita blanca
Endosulfan	Endosulfan	Mosquita blanca y pulgón
Rescate	Acetamiprid	Trips
Beelef	Fionicimid	Pulgones
Giro	Fenfpropratina	Mosquita blanca
Vidate	Oxamil	Picudo
Actara	Triametoxan	Picudo
Agrimicin	Abamectina	Minador
Tecna DMG	Mostaza, Ajoy Pimienta	Pajaros

Enfermedades: se presentaron problemas con del suelo, al inicio del ciclo en el transcurso solo se hacían aplicaciones preventivas. Cuadro 3.2 se muestra un listado de los productos usados.

Cuadro 3.1 Aplicación de productos químicos para el control de enfermedades

Nombre Comercial	Ingrediente Activo	Enfermedad
Previcur	Propamocarb	Complejo Damping off
Derosal	Clorhidratado	Complejo Damping off
Cuperhidro	Hidroxido cúprico	Prevención
Purozeb	Mancozeb	Prevención
Cuprosan	Hidróxido cúprico	Prevención
Fionex	Mancozeb	Prevención

Captan 50	Captan	Prevención
Cuprifun	Hidroxido cúprico	Prevención
Dhitane	Mancozeb	Prevención
Eco 720	Clorotalonil	Prevención

Cosecha: para lo cosecha de fruto, se utilizaron varios signos visuales de madurez de corte: tamaño , color consistencia y facilidad de desprendimiento del fruto.

Durante la evaluacion se realizaron tres cortes para cada uno de los materiales (tratamientos). Primer corte (calentada), se realizo en 26 de noviembre, el segundo el 06 de diciembre y el ultimo el 16 de diciembre del 2013.



Figura 3.1 Distribución de los tratamientos con sus repeticiones

3.8 Diseño Experimental

Se evaluaron 30 genotipos de Chile Jalapeño,utilizando el diseño de bloques completamente al azar con 4 repeticiones. Los testigos son tres genotipos comerciales de jalapeño son los tratamientos 16, 21 y 34 (5807, Bravo y 5810).

La distribucion de los tratamientos en el campo fue bajo el diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental fue de 1.60 m., por 1 m., resultando una superficie de 1.60 m² por parcela, y

el experimento consistió de 120 parcelas experimentales, con una distancia de .30 m., entre planta y planta a dos hileras, el cual se utilizó una superficie total de 336 m².

3.9 Variables Evaluadas

Para el registro de esta información fue necesario elegir de cada parcela experimental tres plantas, se tomaron las del centro, las plantas se marcaron con banderas, el cual se colocó cerca del tallo, para tener un mejor control de las plantas que se cosechan, esto se realizó en todas las parcelas.

Cuadro 3.3 Nombre de las variables evaluadas con su abreviatura.

Altura de Planta (AP)	Frutos por Planta (FP)	Loculos (Lo)
Cobertura (Co)	Rendimiento (Ren)	Firmeza (Fi)
Precocidad (Pr)	Largo de Fruto (LF)	Cracking (Ck)
	Ancho de Fruto (AF)	Antocianinas (An)
		Picor (Pi)
		Calificación Final (CF)

3.9.1 Variables de Crecimiento Vegetativo

Altura de Planta (AP). Se tomó lectura de la altura desde la base de la planta hasta su ápice, mediante una regla graduada. El valor se reporta en centímetros.

Cobertura (Co). La capacidad de la planta en cubrir a sus frutos, los valores son de 9 a 1, donde: 9 buena cobertura y 1 frutos descubiertos.

Precocidad (Pr). Este dato se tomó en relación al número de frutos de color rojo.

3.9.2 Variables de Componentes de Rendimiento

Frutos por Planta (FP). Se contaron los frutos totales que se cosecharon, en las tres plantas de cada corte, posteriormente se sacó el promedio de frutos por planta.

Rendimiento (Ren). Se tomó el rendimiento del peso de los frutos de las 3 plantas centrales de la parcela en cada corte, para posteriormente transformar estos datos a toneladas por hectárea (tha^{-1}). Se determinó el rendimiento por parcela experimental 1.60 m^2 y luego mediante una regla de tres se calculó el rendimiento en $10,000 \text{ m}^2$.

Largo de Fruto (LF). Se tomó una muestra de 10 frutos representativos para obtener la longitud promedio de fruto, en centímetros por tratamiento.

Ancho de Fruto (AF). Se midieron los mismos 10 frutos que les midió la longitud, esto con ayuda de un vernier, las medidas son reportadas en centímetros.

3.9.3 Variables de Calidad

Firmeza (Fi). Esta variable se tomo con el tacto, presionando el fruto, de acuerdo a lo duro, se le da un valor. Estos son de 9 a 1, donde 9 es muy firme y 1 es muy bofo.

Loculos (Lo). Se contaron el numero de loculos de por fruto.

Cracking (Ck) (agrietamiento). Se le dio un valor de acuerdo a la cantidad de grietas en el fruto, en un rango de 9 a 1, donde: 9 sin cracking y 1 con mucho cracking. Figura 3.2



Figura 3.2 Frutos con diferente incidencia de cracking donde: 1 mucho, 3 moderadamente, 6 poco y 9 sin cracking.

Antocianinas (An). Esta variable se determinó de acuerdo a la cantidad de pigmentación purpura en el fruto, 9 a 1, donde 9 sin pigmentación y 1 con mucha pigmentación, figura 3.3.

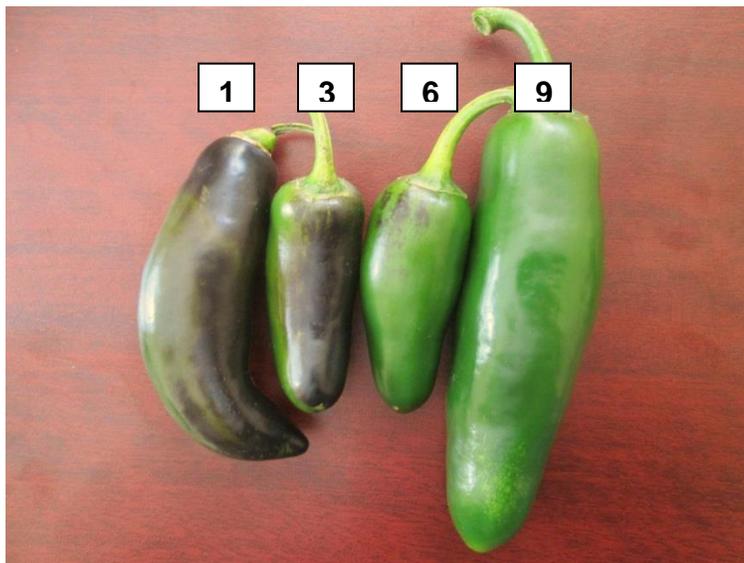


Figura 3.3 Frutos con diferente contenido de antocianinas donde: 1 mucho, 3 moderadamente, 6 poco y 9 sin contenido de antocianinas.

Picor (Pi).-Se determinó probando el fruto de acuerdo al tiempo que tarde el picor en la lengua, se le da el valor, este puede ser de 9 a 1 donde: 9 muy picoso y 1 dulce.

Calificación Final (CF). Es la calificación general de todas las variables, en una escala del 1 a 9, donde 1 es pésimo y 9 es excelente.

3.10 Cortes

Se realizaron 3, estos con un periodo de 10 días entre corte y corte.

3.11 Índice de Selección (IS)

La selección de caracteres múltiple se basa en un índice, en el que los valores fenotípicos estandarizados de cada característica se les restara un valor crítico correspondiente al valor más favorable de la variable, con la idea de medir la distancia entre ambos, el resultado se eleva al cuadrado para evitar valores negativos y después se multiplica por su valor económico posteriormente se calcula la raíz cuadrada. El índice descrito es equivalente a la siguiente función lineal:

Metodología descrita por Barreto *et al.*,(1991)

$$IS= [(Y_j - M_j)^2 * I_k] + [(Y_j - M_j)^2 * I_k] + \dots + [(Y_j - M_j)^2 * I_k]^{1/2}$$

IS= es el índice de selección; Y_j = es la variable en unidades Z; M_j = es la meta deseada para cada variable (definida por el usuario) I_k = es la intensidad de selección de cada variable (se define por el usuario).

Al momento de correr los datos, las unidades en las que estén representadas las variables deben ser estandarizadas para que estas puedan combinarse entre sí, ya que están representadas en unidades distintas (% , Kg

ha-1, Ton), estandarizándolas mediante la fórmula del valor Z que a continuación se describe:

$$Z = \frac{Y_j - \bar{Y}}{S}$$

Dónde:

Z= es el valor estandarizado; Y_j = es el valor para entrada j; \bar{Y} = es el promedio de todas las entradas; S= es la desviación estándar del grupo de entradas.

La meta deseada del presente trabajo se obtuvo generando un valor Z considerando el valor más favorecido para cada variable, menos la media de la misma todo sobre su desviación estándar.

La meta de selección: se considera como lo que el mejorador desea lograr con la selección, en base a las desviaciones estándar, en el programa solo se puede tomar un valor -3 a +3 que corresponde a un 99% dentro de una distribución normal.

La intensidad de selección: mediante la intensidad le otorgamos importancia a las variables de acuerdo al interés, y esta puede ser diferente de cada variable, tomando valores que van de 0 a 10 y mientras más grande sea el valor mayor peso se le da a la variable en la selección, o en su caso si se usa un valor de cero es porque el usuario no quiere que esa variable sea considerada y por lo tanto el programa no toma en cuenta al correr los datos.

Para Barreto (1991) el valor del índice representa la suma de las distancias euclidianas de las variables con respecto a la meta deseada para genotipo. Aquellos genotipos con el menor valor de índice son las que minimizan dicha distancia y representan aquellos más cercanos a los criterios expresados en la meta asignada a cada variable, y por tanto, se puede considerar como superiores.

3.12 Metas e Intensidades Usadas en IS

Las Metas deseadas e intensidades para el IS a través de cortes requeridas según la metodología de Barreto *et al.*,(1991), se presentan en el cuadro 3.4

Cuadro 3.4 Intensidades y metas deseadas para cada variable para todos los cortes.

Variables	Cortes	
	Intensidad	Meta
Precocidad	1.594	8
Calificación Final	1.667	9
Rendimiento	2.335	10

(Meta) = meta deseada.

Para generar agrupaciones estadísticas de las medias de IS estos se estimaron por repetición con el objetivo de poder modelarlos en un análisis de varianza y probar la hipótesis, de que existe diferencia en los índices de selección. Al respecto en los cuadros 3.5, 3.6 y 3.7 se presentan las metas deseadas e intensidades con sus repeticiones, para cada variable que se utilizó para formación del IS, descrito por Barreto *et al.*,(1991).

Cuadro 3.5 Intensidades y metas deseadas para cada variable para el corte I por repetición.

Variables	Corte I							
	Rep I		Rep II		Rep III		Rep IV	
	Inten	Meta	Inten	Meta	Inten	Meta	Inten	Meta
Precocidad	8	1.919	8	1.765	8	2.479	8	2.311
Calificación Final	9	2.954	9	2.456	9	1.225	9	1.354
Rendimiento	10	2.363	10	2.809	10	2.231	10	2.617

(Rep) = repetición, (Inten) = intensidad, (Meta) = meta deseada.

Cuadro 3.6 Intensidades y metas deseadas para cada variable para el corte II por repetición.

Corte II								
Variables	Rep I		Rep II		Rep III		Rep IV	
	Inten	Meta	Inten	Meta	Inten	Meta	Inten	Meta
Precocidad	8	1.947	8	1.765	8	2.490	8	2.311
Calificación Final	9	0.947	9	2.456	9	1.225	9	1.354
Rendimiento	10	3.142	10	2.630	10	2.596	10	2.134

(Rep) = repetición, (Inten) = intensidad, (Meta) = meta deseada.

Cuadro 3.7 Intensidades y metas deseadas para cada variable para el corte II por repetición.

Corte III								
Variables	Rep I		Rep II		Rep III		Rep IV	
	Inten	Meta	Inten	Meta	Inten	Meta	Inten	Meta
Precocidad	8	1.945	8	1.765	8	2.479	8	2.311
Calificación Final	9	0.953	9	2.466	9	1.225	9	1.366
Rendimiento	10	2.445	10	2.809	10	2.231	10	2.617

(Rep) = repetición, (Inten) = intensidad, (Meta) = meta deseada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de Varianza para Valores de Crecimiento Vegetativo

Los resultados obtenidos en esta investigación se discuten en este capítulo con el propósito de dar seguimiento a los objetivos y probar las hipótesis planteadas.

Los resultados del análisis de varianza de las variables agronómicas en etapa vegetativa se encuentran en el cuadro 4.1, donde la fuente de variación repetición presentó diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$) para todas las variables consideradas (altura de planta, cobertura y precocidad). Probablemente atribuible a la cantidad de agua y fertilización, ya que este experimento se encontraba al final de la parcela y el riego era por goteo lo que dificultaba que llegaran con la misma presión y dosis que en las primeras parcelas, sin embargo, estos resultados son favorables por que ratifican la eficiencia de diseño experimental.

Porque las parcelas están muy largas y la distancia que hay entre repetición es mucha por eso la variabilidad entre repeticiones.

Cuadro 4.1 Cuadrados medios del análisis de varianza para valores de crecimiento vegetativo.

Fuente de Variación	Cuadrados Medios					
	AP		Co		Pr	
Repeticiones	692.475	**	4.808	**	5.541	**
Tratamientos	203.460	**	0.732		1.287	**
Error	74.975		0.601		0.570	
C.V. (%)	13.70		10.35		10.62	
Media	63.191		7.491		7.108	

*, ** = significativo al punto 0.05 de probabilidad y punto 0.01 respectivamente; coeficiente de variación (C.V.). (AP) = altura de planta, (Co) = cobertura, (Pr) = precocidad.

En tratamiento se encontró diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$) en dos variables (altura y precocidad) lo que indica que existen materiales de diferente altura y grado de precocidad; ello puede ser consecuencia de la información genética de las líneas parentales que forman los diferentes híbridos.

Los datos coinciden con López, (2012), quien menciona que en altura de planta y cobertura se encontraron diferencias altamente significativas en la variedades Euforia e Invicto.

La variable de precocidad es importante ya que los productores buscan variedades cada día más precoces, con calidad de fruto y buen rendimiento.

En la variable cobertura, estadísticamente todos los tratamientos son iguales. Y con base en la media exhibida los genotipos presentan buena área foliar.

Para mejorar los resultados de altura de planta que es variable cuantitativa, se sugiere medir más planta por tratamiento y que sea el mismo día; para precocidad y cobertura que son variables cualitativas, que los datos se tomen la misma persona y el mismo día.

Los C.V. para estas variables se encuentran en un rango aceptable lo que da confianza en los datos tomados.

Los valores para las medias de estas variables van de 1 a 9; para la variable cobertura de planta el promedio es de 7.491 lo que indica que todos los genotipos presentan plantas buen número de hojas que cubren bien los frutos. En precocidad la media fue de 7.108, lo que indica que existen materiales precoces, en altura de planta la media fue de 63.191 lo que indica que las plantas se encuentran en un rango de altura aceptable para el productor que busca el ahorro en mano de obra en el hilado de plantas.

4.2 Análisis de Varianza para Componentes de Rendimiento

En el análisis de componentes de rendimientos ; los cuadrados medios se presentan en en el cuadro 4.2 Para la fuente de variación **cortes** se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para todas la variable, lo que indica que los híbridos presentaron gran diferencia, esto atribuido principalmente a su diferentes orígenes genéticos de donde se formaron y que son de gran interés los materiales más estables a través de los diferentes cosechas.

En repeticiones dentro de corte se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para todas las variables, es decir, no se encontró similitud entre repeticiones esto justifica el buen uso del diseño experimental. La alta variabilidad que hay en repeticiones se atribuyen en parte a los diferentes gradientes de fertilización y dosis irregular vía fertirriego. Para estas variables en particular el efecto del error es el de menor contribución, lo que indica que los resultados pueden ser confiables.

Cuadro 4.2 Cuadrados Medios del Analisis de varianza para componentes de rendimiento.

Fuente de Variación	Cuadrados Medios							
	FP		Ren Tha ⁻¹		LF cm		AF cm	
Corte	733.186	**	1235.125	**	12.744	**	2.608	**
Rep(Corte)	47.868	**	152.844	**	0.808	**	0.898	**
Trat	7.953	**	33.800	**	2.454	**	0.729	**
Corte*Trat	6.194		17.778	*	0.416	**	0.114	
Error	4.736		14.429		0.262		0.124	
C.V. (%)	32.34		32.92		5.78		10.84	
Media total	20.182		34.605		8.847		3.250	

*, ** = significativo al punto 0.05 de probabilidad y punto 0.01 respectivamente; coeficiente de variación (C.V.); (FP) = frutos por planta; (Ren) = rendimiento; (LF) = largo de fruto; (AF) = ancho de fruto.

En tratamientos encontramos que hay diferencias altamente significativa ($P \leq 0.01$), en las variables (número de frutos, rendimiento, largo y ancho de fruto) lo que indica que existen híbridos muy rendidores con buen número y tamaño de frutos y otros con buen número de frutos pero cortos, esto atribuido principalmente a las fuentes genéticas con que están formados. Estos mismos resultados son reportados por Lopez, (2007), lo que coincide con Hasanuzzaman, *et al.*, (2013) Menciona que en dos de 16 cruzas mostraron heterosis significativa en el rendimiento de frutos por planta y rendimiento por planta. Al menos, para la raza de Chile jalapeño, Ben y Paran (2000) reportan que el ancho de fruto es una característica dada por genes de tipo aditivo.

Pérez, *et al.*, (2009) trabajando con seis variedades criollas (cinco colectadas en México y una en Perú) de Chile manzana (*Capsicum pubescences* R y P) y todas sus posibles cruzas directas, encontró que tanto para ACG, como para ACE mostraron efectos significativos en el rendimiento de fruto, volumen de fruto, grosor de pericarpio, peso y número de semillas por fruto, número de lóculos por fruto, y el valor más alto se registró en la variedad "Puebla", ya que generó el mayor número de híbridos de alto rendimiento, alto

volumen de fruto y grosor de pericarpio, en comparación con los otros cinco progenitores.

Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Souza y Maluf (2003), que informaron que 7 de 10 cruzas fueron significativas para la heterosis específica en el rendimiento total de fruta.

Para mejorar los resultados en este grupo de variables cuantitativas, se sugiere que el tamaño de muestra sea mayor, al empleado.

Los coeficientes de variación se encuentran en un rango aceptable considerando que se realizaron tres cosechas en tres plantas dentro del tratamiento.

Las medias detectadas para número de frutos por planta (20.182) en rendimiento (34.605 t ha^{-1}) están por arriba de la media nacional que se reporta de 24 t ha^{-1} , ellos sugieren que existen híbridos experimentales superiores.

4.3 Comparación de Medias en Cortes para Componentes de Rendimiento

Cuadro 4.3 Para la variable número de frutos por planta con una media de 9.391 el mejor corte estadísticamente es el 3, para rendimiento t ha^{-1} , con una media de 14.77 t ha^{-1} en mejor corte estadísticamente es el 3, y para largo y ancho de fruto los mejores valores estadísticamente están en el primer corte. Esta indica que las plantas por el número de ramificaciones y la mayor cantidad de frutos cosechados el mejor rendimiento es el último corte. Para mejorar la estimación de rendimiento se sugiere que la muestra a evaluar sea mayor, para número de frutos se sugiere incluir más plantas por parcela y para longitud los frutos sean tomados al azar dentro de cada parcela.

Cuadro 4.3 Medias de componentes de rendimiento por corte. Y mejor corte por variable, agrupación estadística de los tres cortes en base a la prueba de Tukey.

Numero de Frutos		Rendimiento t ha ⁻¹		Largo de Fruto		Ancho de Fruto	
Media	Corte	Media	Corte	Media	Corte	Media	Corte
A 9.391	3	A 14.77	3	A 9.208	1	A 3.408	1
B 6.283	1	B 11.48	1	B 8.758	3	B 3.225	2
C 4.508	2	C 8.355	2	C 8.575	2	C 3.116	3

4.4 Análisis de Varianza de Variables de Calidad

En el cuadro 4.4 para repeticiones se detectan diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) en tres componentes de calidad (cracking, picor y calificación final), esto refuerza más el uso del diseño experimental ya que la repeticiones son diferentes, para las variables lóculos y antocianinas no hay diferencia significativa lo que nos indica que el efecto de las repeticiones es el mismo mientras que para la variable firmeza hay diferencia significativa entre repeticiones.

Para la fuente de variación tratamientos se encontró diferencia altamente significativa para las variables cracking, picor y calificación final, lo que indica que la diferencia en estas variables es principalmente atribuido a los orígenes genéticos de los parentales esto es importante ya que en el mejoramiento de las líneas se busca mejorar el picor mayor contenido de capsaicina y que la intensidad de cracking en el fruto sea menor o poco visible esto permite ofrecer al productor variedades de mejor calidad de fruto y picor; en la calificación final encontramos diferencia altamente significativa lo que indica que existieron variedades con una calificación muy alta debido principalmente a su calidad de fruto y características fenotípicas del material durante la cosecha y evaluación.

Para corchosisidad del fruto, Jhnson y Knaval (1990), encontraron que este carácter ocurre con más frecuencia en los híbridos que en cualquiera de sus padres con una clara expresión de sobre dominancia. Por otra parte, los autores señalan que aparentemente para que ocurra el acorchamiento se requiere de varias condiciones físicas del fruto controladas por genes dominantes. Indica que propiedades físicas del tejido cuticular, la pared celular y la elasticidad del pericarpio, así como la presión interna aparentan ser más importantes en el acorchamiento que la misma forma del fruto.

La determinación del contenido de capsaicina y dihidrocapsaicina mostró que existe gran variación entre y dentro de los morfotipos de chile de la región centro oriente de Yucatán, aun cultivados en invernadero, mencionan, Cázares-Sánchez, et al, (2005). Los resultados para ambos capsaicinoides fueron diferentes ($p \leq 0.01$) entre poblaciones; así como para la descomposición de la variación entre tipos y entre poblaciones dentro de cada tipo.

Por otro lado Moran- Mañuelos, *et al.*, (2008) mencionan que existe una amplia variación en el contenido de capsaicina y dihidrocapsaicina en los chiles nativos del Estado de Puebla evaluados. Destacaron los tipos Copi y Miahuateco con un mejor contenido de capsaicina.

Cuadro 4.4 Cuadrados medios del análisis de varianza para variables de calidad.

F.V	Cuadrados Medios					
	Lo	Fi	Ck	An	Pi	CF
Rep	0.033	1.711 *	2.355 **	0.430	9.794 **	1.632 **
Trat	0.033	0.834	0.903 **	0.299	1.430 **	1.093 **
Error	0.033	0.596	0.321	0.269	0.756	0.355
C.V.(%)	17.95	9.44	6.91	5.97	13.26	14.36
Media	1.00	8.20	8.20	8.69	6.55	4.15

*, ** = significativo al punto 0.05 de probabilidad y punto 0.01 respectivamente; fuentes de variación (F.V.); coeficiente de variación (C.V.); (Lo) = lóculos, (Fi) = firmeza, (Ck) = cracking, (An) = antocianinas, (Pi) = picor y (CF) = calificación final.

Para las variables lóculos por fruto, firmeza y antocianinas no se encontró significancia, esto indica que los valores no fueron similares en los diferente híbridos.

Aunque los factores que más afectan la estabilidad de las antocianinas son la temperatura, el pH ácido, las diferencias de nitrógeno y/o fósforo, daños por patógenos, hongos y el estrés hídrico, que pueden variar con las diferentes condiciones climáticas (Brouillard, 1997). Luiz, (2002) consigna que el número de lóculos y su forma en el fruto de chile pimiento se deben a genes de acción aditiva.

Los datos de picor fueron tomados de manera informal por lo que si pueden ser inconsistentes, lo ideal es tomar el contenido de capsiaquina con métodos estandarizados, donde no se consideren unicamente el valor dado por la reacción organoléptica.

En este grupo se en cuentan 6 variables de la cual en dos de ellas si se pueden mejorar los datos y posteriormente los resultados, para antocianinas y picor usar métodos para saber el contenido del color purpura y capsiaquina.

El coeficiente de variación para estas variables es bueno lo cual indica que son datos y resultados confiables.

La media para lóculos es la mejor ya que solo necesitamos frutos con un lóculo, el resultado de la media para firmeza 8.20 es bueno comparada con lo deseable que es un valor de 9, que son frutos muy firmes, para la media de cracking 8.20 es un resultado favorable ya que el mejor valor establecido es el score de 9 que son frutos sin presencia cracking, en la variable antocianinas la media es 8.69 comparada con el valor deseado que es 9.

Para picor es una media buena 6.55 comparada con los frutos más picosos, que llegan a tener un valor máximo de 7. La media de calificación finales 4.15 en esta variable el valor más alto es de 5 cuando la suma de todas las variables es buena a vista del seleccionador.

Para que sea más eficaz el trabajo es recomendable que las camas sean más cortas ya que en este trabajo nos damos cuenta que hay mucha variabilidad entre repeticiones lo que indica que la parcela no era homogénea. Para la toma de datos que solo sea una persona, y por último usar métodos para saber la cantidad de antocianinas y capsiaquina.

4.5 Selección de Híbridos en Base a los Valores de IS

Esta herramienta se utilizó ya que por el número de variables totales se dificulta la selección de híbridos superiores, razón por la que se optó construir un índice de Selección, considerando una variable de crecimiento vegetativo (precocidad), otra de componentes de rendimiento (rendimiento) y la tercera variable fue una de calidad (calificación final).

En valores de crecimiento vegetativo de los tres caracteres medidos, se tomó la variable precocidad, ya que esta variable por darle una ponderación más alta que altura y cobertura de planta. Ya que la precocidad está más asociada con rendimiento.

En componentes de rendimiento, se tomó la variable rendimiento ya que esta variable está muy relacionada con número de frutos por planta al igual que en largo y ancho de frutos, Robinson *et al.* (1951) mencionan, que se obtiene una ganancia predicha mayor cuando se incluye el rendimiento, como parte de ese criterio de selección; sin embargo, no ocurre así cuando en el índice se considera otro carácter distinto al rendimiento.

En las variables de calidad, se tomó la variable calificación final ya que esta es el referente final de sus características de cada tratamiento en base al criterio del mejorador, y da una panorámica de cómo se expresa cada planta.

El resultado del Índice de Selección se muestra en la figura 4.1 que contiene las tres variables que se tomaron en cuenta para la elaboración del Índice de Selección: precocidad, rendimiento, y calificación final con valores económicos de 8, 10 y 9 respectivamente.

El mejor híbrido con base al Índice de Selección es el 3, el cual presenta el más alto rendimiento con 46.350 tha^{-1} , superando al mejor testigo en un 14 % con una calificación de precocidad igual a 7.7. Esto indica que es un material intermedio precoz comparado con lo deseado que es 9 y en calificación final es el de más alto valor ya que la mayoría de los tratamientos tienen una calificación menor de 5.

En segundo lugar tenemos a la variedad 34 que tiene un valor de precocidad de 7.7 es un material intermedio precoz al igual que el genotipo 3, con un rendimiento de 40.500 tha^{-1} , 14% menos rendimiento que el genotipo 3, con una calificación final de 5. Es el mejor dentro de los 5 primeros.

El tercer híbrido con un índice favorable es el híbrido experimental 29, que se puede clasificar como uno de los más precoces, con un rendimiento promedio de 40.020 tha^{-1} con un rendimiento muy similar al mejor testigo, con una calificación final de 4.7.

El cuarto híbrido superior es un testigo, al igual es uno de los más precoces entre los primeros 5 híbridos, pero con un rendimiento de 38.850 tha^{-1} este valor se aleja mucho del mejor híbrido 3, con una buena calificación final.

El quinto lugar, con base al valor al mérito del índice de selección está el híbrido experimental 15, precoz, con un rendimiento promedio de 37.440 tha^{-1} calificación final 4.7

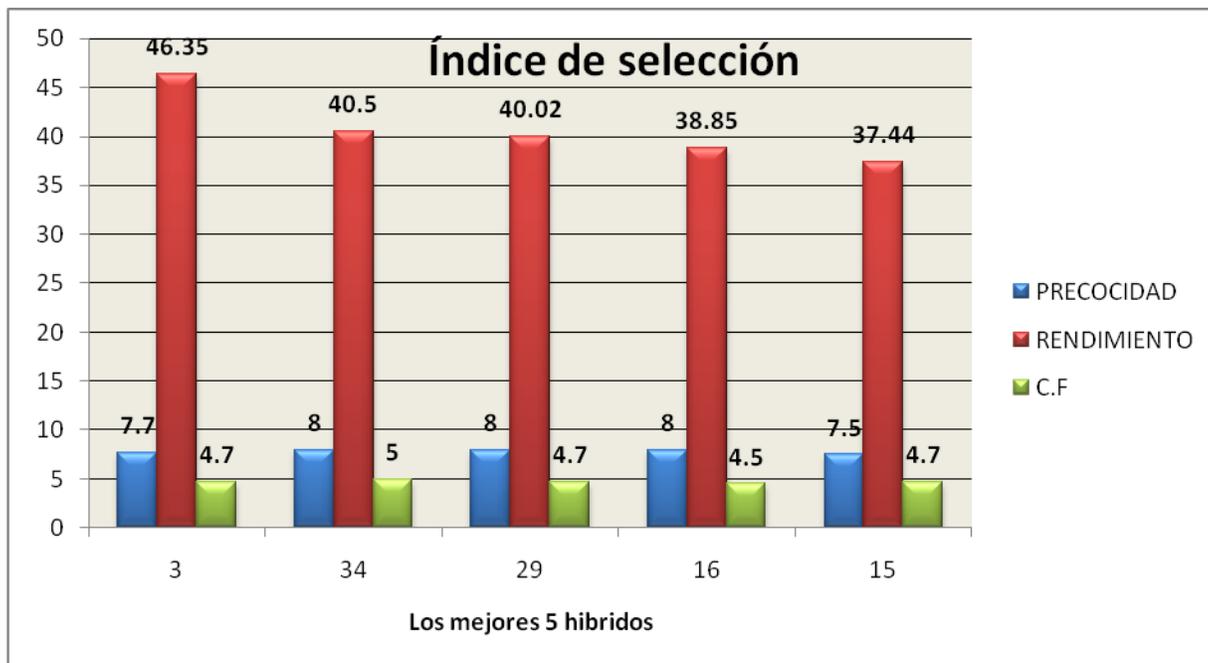


Figura 4.1 Resultados del Índice de Selección en base a las tres variables, precocidad se expresa en un rango de 1 a 9, donde; 1 es pésimo y 9 excelente, al igual que calificación final y rendimiento en tha^{-1} .

Para Barreto (1991) el valor del índice representa la suma de las distancias euclidianas de las variables con respecto a la meta deseada para genotipo. Aquellos genotipos con el menor valor de índice son las que minimizan dicha distancia y representan aquellos más cercanos a los criterios expresados en la meta asignada a cada variable, y por tanto, se puede considerar como superiores.

Cuadro 4.5 Valores de Índice de Selección, incluyendo las tres variables que se tomaron.

HÍBRIDOS	PRECOCIDAD	RENDIMIENTO	C.F	ÍNDICE
3	7.7	46.350	4.7	2.3197
34	8.0	40.500	5.0	3.6611
29	8.0	40.020	4.7	4.3479
16	8.0	38.850	4.5	5.5388
15	7.5	37.440	4.7	6.3610
28	7.0	41.160	4.5	6.6016
8	7.5	36.870	4.7	6.6777
9	7.2	38.490	4.5	6.9623
10	7.0	38.130	4.5	7.7182
4	7.5	37.260	4.2	7.7562
26	7.0	37.530	4.5	7.9747
13	7.2	35.250	4.2	9.2569
25	7.2	39.900	3.7	9.3981
31	7.0	34.224	4.2	10.1931
12	8.0	30.000	4.7	10.4152
14	7.0	41.190	3.5	10.4757
21	7.5	32.970	4.0	10.4929
27	6.5	33.450	4.0	12.4145
20	7.0	33.900	3.5	12.6612
18	6.7	30.600	4.0	13.1374
19	7.0	29.940	3.7	13.6706
32	6.7	26.973	5.0	13.7579
17	6.7	32.100	3.5	14.0059
23	7.0	27.360	4.0	14.1451
11	7.2	28.299	3.5	14.7941
33	6.7	31.500	3.2	15.3523
22	6.0	29.850	4.0	15.4524
2	6.7	27.375	3.7	15.4789
30	6.7	29.799	3.2	16.0237
1	5.5	30.750	3.7	17.4758

Precocidad: con una intensidad de 8 y una meta deseada de 1.594; rendimiento con una intensidad de 10 y meta deseada de 2.335; calificación final (C.F) con una intensidad de 9 y meta deseada de 1.667.

4.6 Análisis de Varianza para Índice de Selección

En el cuadro 4.6 se muestra el análisis de varianza de Índice de Selección, para la fuente de variación corte no hay significancia, lo que indica que entre corte son iguales. En repeticiones por corte y tratamientos hay diferencia altamente significativa, es resultado del ensayo ya que las repeticiones están muy separadas y al parecer la parcela no es homogénea e indica hay mucha variabilidad de genotipos en relación al IS. Para la fuente de variación tratamientos hay diferencia altamente significativa, esto se debe a los progenitores y esto permite seleccionar.

Cuadro 4.6 Análisis de varianza para Índice de Selección a través de cortes.

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	
Corte	2	8.826	4.413	
Rep(corte)	9	331.276	36.808	**
Trat	29	2509.622	86.380	**
Corte*trat	58	175.287	3.022	
Error	261	2218.936	8.506	
Total	359	5243.948		
C.V. %	24.793			
Media	11.760			

Rep = repetición, Trat = tratamiento y C.V. = coeficiente de variación.

4.7 Agrupación de Medias Estadísticas de IS

En lo que se refiere a la comparación de medias de los IS, estos resultados se resumen en el cuadro 4.7 donde los híbridos con la misma letra son estadísticamente iguales, en este caso los mejores híbridos son los de la letra H (34,3,29,16,8,12,15,9,4,28 y 26) con las medias más bajas según lo describen , Barreto et al., (1991).

Cuadro 4.7 Agrupación estadísticas de los híbridos con base a los valores al mérito de los IS atendiendo la comparación de medias según Tukey.

Grupo			Grupo			Grupo		
Hibrido	Media	Est	Hibrido	Media	Est	Hibrido	Media	Est
1	16.707	A	19	13.199	EBDAC	28	10.154	EHDGCF
22	15.739	BA	20	13.133	EBDAC	4	10.082	EHDGCF
30	15.609	BA	18	12.533	EBDACF	9	9.998	EHDGCF
33	15.488	BA	14	12.366	EBDACF	15	9.899	EHDGF
11	14.506	BAC	31	11.911	EBDCF	12	8.751	EHGF
23	14.003	BDAC	21	11.726	EBDGCF	8	8.533	HGF
2	13.663	BDAC	10	11.522	EBDGCF	16	8.155	HGF
17	13.497	BDAC	13	11.41	EBDGCF	29	8.098	HGF
27	13.458	BDAC	25	11.249	EBDGCF	3	7.237	HG
32	13.282	BDAC	26	10.691	EHDGCF	34	6.202	H

Grupo Est = grupo estadístico.

V. CONCLUSIONES

Con atención en los análisis estadísticos se detectó variabilidad entre los diferentes tipos de caracteres estudiados en los tratamientos para las variables vegetativas (Pr, AP y Co), en las de componentes de rendimiento (NF, Ren, LF y AF); y en las de calidad para (Lo, Fi, Ck, An, Pi y CF).

En los tratamientos se observa que de las 13 variables evaluadas las medias estimadas indican que los híbridos experimentales poseen buenos atributos en general, esto es un claro indicador de lo competitivo que son estos materiales y de la eficiencia de los encargados del programa de mejoramiento de la empresa.

El uso de la metodología de Índice de Selección, permitió la identificación de materiales experimentales sobresalientes (3, 34, 29,16 y 15), cabe mencionar que de estos híbridos el 3 fue el mejor, con una calificación de precocidad 7.7, con un rendimiento de 46.350 tha^{-1} y una calificación final de aspecto de planta de 4.7.

VI. RESUMEN

En la presente investigación se evaluaron 27 híbridos experimentales de chile jalapeño, de la empresa Semillas Harris Moran Mexicana, comparado con tres testigos (5810, Bravo y 5807). A cada uno de estos materiales se le evaluaron 13 características fenotípicas, las cuales se dividieron en tres grupos, el primero grupo son variables de crecimiento vegetativo, altura de planta (AP), cobertura (Co), precocidad (Pr) el segundo las variables de componentes de rendimiento, frutos por planta (FP), rendimiento (Ren), largo de fruto (LF) y ancho de fruto (AF), el tercero grupo variables de calidad lóculos (Lo), firmeza (Fi), cracking (Ck), antocianinas (An), picor (Pi) y calificación final (CF), en los grupos primero y tercero los datos son expresados de acuerdo a una escala establecida por la empresa que van del 1 a 9, donde: 1 es pésimo y 9 es excelente. Para el segundo grupo los datos se presentan como: número de frutos por planta, tha^{-1} y cm. La investigación tuvo como objetivos en primer lugar identificar la variabilidad existente entre los híbridos experimentales, la identificación de materiales con el mayor número de atributos deseados y con base en esta información seleccionar al mejor o a los mejores híbridos, con ayuda de un índice de selección básico, La investigación se realizó bajo un diseño de bloques completamente al azar, con 4 repeticiones, cada tratamiento con 6 plantas, del cual solo se cosecharon 3; se realizaron 3 cortes, estos con 10 días entre corte y corte. De acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis de varianza, de las 13 variables evaluadas, 9 de ellas (AP, Co, Pr, FP, Ren, LF, AF, Lo, Fi, Ck, An, Pi, y CF) presentaron diferencia altamente significativa entre tratamientos, esto permitió hacer selección de los mejores híbridos experimentales. Para tener un mejor resultado se construyó un (IS), con tres variables precocidad, rendimiento y calificación final (Pr, Ren y CF) con un valor económico de 8, 10 y 9 respectivamente, de acuerdo a los resultados

del IS el mejor híbrido experimental es 3 con una precocidad calificada de 7.7, rendimiento de 46.35 tha^{-1} y una calificación final de aspecto de planta de 4.7

Palabras Clave:

Híbridos de Chile Jalapeño, Un Índice de Selección, Campo Abierto, Variables de Crecimiento Vegetativo, Variables de Componentes de Rendimiento, Variables de Calidad.

VII. LITERATURA CITADA

- Ben. Ch, A and Paran, L.** 2000. Genetic analysis of qualitative trait in pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125:60-70.
- Bravo, L. A. G.; Galindo, G. G.; Amador, R. M. D.** 2006. Tecnología de producción de chile seco. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuarias. Centro de investigación regional norte centro. *Libro Técnico N° 5. Campo experimental Zacatecas.*
- Cázares-Sánchez, E.; Ramírez-Vallejo, P.; Castillo-González, F.; Soto-Hernández, M.; Rodríguez-González, M. T; Chávez-Servia, J. L.** 2005. Capsaicinoides y preferencia de usos en diferentes morfológicos de chile (*Capsicum annuum* L.) del centro- oriente de Yucatán. *Agrociencia* 39:627-638.
- Castellón, E.; Chávez, J.L.; Carrillo, J.; Vera, A.** 2012. Preferencia de consumo de chiles (*Capsicum annuum* L.) nativos en los valles centrales de Oaxaca, México. *Revista fitotecnia*, vol. 35 (5).
- Cerón, J. J.; Crossa, J.; Sahagún-Castellanos, J.; Castillo, F.; Santacruz-Varela, A.** 2006. Un Método de Índice de Selección Basado en eigen analysis *CROP SCI.* 46:1711-1721.

- Cerón, J.J; Crossa, J; Sahagún-Castellanos.** 2005. Un índice de selección basado en componentes principales. *Agrociencia* 39(6):667-677.
- Cruz-Pérez, A. B.; González-Hernández, V. A.; Soto-Hernández, R. M.; Gutiérrez-Espinosa, M. A.; Gardea-Béjar, A.; Pérez-Grajales, V.** 2007 Capsaicinoides, vitamina C y heterosis durante el desarrollo del fruto de chile manzano. *Agrociencia* 41:627-635.
- De Souza, J. A.; Maluf, W. R.** 2003. Diallel analysis and estimation of genetic parameters of hot pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *Sci. Agric.* 60:105-113 .Editores. México D.F.
- Falconer, D. S.** 1996. Introducción a la Genética Cuantitativa. 4a ed. Ed. ACRIBIA. Zaragoza, España. 469 pag.
- Falconer, D. S.** 1981. Introduction to Quantitative Genetics. Longman, New York. 340 p.
- FAOSTAT.**2011. Datos estadísticos sobre producción mundial de alimentos.<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>. Fecha de consulta en línea; 09 de octubre de 2013.
- García-Hernández, J.L.; Valdez-Cepeda, R. D.; Servín-Villegas, R.; Troyo-Diéguez, E.; Murillo-Amador, B.; Rueda-Puente, E. O.; Rodríguez-Ortiz, J. C.; Magallanes-Quintanar, J. C.**2007. Interacciones nutrimentales y normas de diagnóstico de nutrimento compuesto en un cultivar semidomesticado de *Capsicum frutescens* .*Revista Chapingo Serie Horticultura* 13(2): 133-140.

- García-Hernández, J. L.; Valdez-Cepeda, R. D.; Murillo-Amador, B.; Nieto-Garibay, A.; Beltrán, L. F.; Magallanes-Quintanar, R.; Troyo-Diéguez, E.** 2009. Compositional nutrient diagnosis and main nutrient interactions in yellow pepper grow non desert calcareous soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 167: 509-515.
- Gethi, J.G.; Smith, M.E.** 2004. Genetic responses of single crosses of maize *tristis* hermonthica (Del.), and *striga asiatica* (L.). *Crop Sci.* 44:2068-2077.
- Hallauer, A. R.; Miranda, J. B. F.** 1988 *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. 2nd ed. Iowa State University Press. Ames, Iowa. pp:60-62.
- Hasanuzzaman, M.; Hakim, M.A.; Hanafi, M.M.; Shukor-Juraimi, A.; Islam, M.M.; Shamsuddin, A.K.M.** 2013. Estudio de la heterosis en Variedades Nativas de Chile (*Capsicum annum* L.) de Bangladesh. *Fitociencia. Agrociencia* vol.47 no.7 México.
- Hernández-Verdugo, S.; Dávila, A. P.; Oyama, K.** 1999. Síntesis del conocimiento taxonómico, origen y domesticación del género *Capsicum*. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 64: 65-84.
- Lesur, L.; Martínez, A.; Celis, P.** 2006. Manual del cultivo del chile: una guía paso a paso. México. Trillas, 80 págs.
- López, G. L.E.** 2012. Evaluación de once genotipos de chile en General Cepeda, Coahuila. Tesis de Licenciatura en Horticultura. División de Agronomía. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México. P. 19.

- López, M. O. G.** 2007. Predicción de híbridos de chile jalapeño tropical mediante análisis de cruas dialelicas y mestizos, usando probadores exitosos. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. México.P.24.
- López-Riquelme, O. G.** 2003. Chilli: La especia del nuevo mundo. *Ciencias (Méx.)*. 069: 66-75. Disponible en:<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/644/64406912.pdf> [Consulta: 30 abril 2010]
- Luján, F. M., y Acosta, G. F.** 2004. Selección de genotipos de chile para el Norte de México. Primera Convención Mundial del Chile 2004. León, Gto. Junio 2004. pp: 454-459.
- Mihaljevic, R.; Schon, C. C.; Melchinger, A. E.** 2005. Correlations and QTL correspondence between line per se and test cross performance for agronomics traits in four populations of European maize. *Crop science* 45(1):114-122.
- Milerue N, M and Nikornpun.** 2000. Studies on heterosis of chili (*Capsicum annum* L.). Kasetsart J. (Nat. Sci.) 34:190-196.
- Mishra, R.S.; Lotha, R. E.; Mishra, S. N.**1989.Heterosisin chilliby diallel analysis. South Indian Hort. 37:179-180.
- Mohammandi, S. A.; Prasanna, B. M.; Singh, N. N.** 2003.Sequential path model for determing interrelationships among grain yield and related characters in maize. *Crop science* 43:1690-1697.
- Moran-Bañuelos, S. Hirán.** 2008. Capsaicinoides en chiles nativos de Puebla, México. *Revista Agrociencia* (42), n.7, pp. 807-816.

INEG.INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFICA.<http://cuentame.inegi.gob.mx/monografias/informacion/sin/territorio/clima.aspx?tema=me&e=25>.Fecha de consulta en línea: 13 de febrero de 2014, 17:53 hrs.

Nuez, V. F.; Gil, O. R.; Costa, G. J. 1996. El Cultivo de pimientos, chiles y ajíes. *Ed. Mundi-Prensa, España.* 607p.

Pech, A.; Castañón, N.; Tun, J.; Mendoza, M.; Mijangos, J.; Pérez, A.; Latournerie, L.2010. Combining Ability and Heterotic Effects in Sweet Pepper Populations (*Capsicum annuum* L.). *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 33 (4): 353 – 360. Recuperado desde: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61015520009>.

Pérez, G. M.; González, H. V. A; Peña, L. A.; Sahagún, C. J.2009. Combining Ability and Heterosis for Fruit Yield and Quality in Manzano Hot Pepper (*Capsicum pebescens* R Y P) Landraces. *Revista Chapingo serie Horticultura*, 5 (1):47-50.

Rabiei, R.; Valizadeh, M.; Ghareyazie, B.; Moghaddam, H. 2004. Evaluation of selection indices for improving rice grain shape *Field Crops Research* 89(2-3):359- 367.

Robinson, H. F.; Comstock, R. E.; Harvery, P.H. 1951. Genotypic and phenotypic correlation in corn and their implication in selection *Agron. J.* 43:282-287.

Salazar. S. 2004. Efectos farmacéuticos de la capsaicina, el principio pungente del chile. *Biología Scripta* 1(1): 7 – 14.

SIAP–SAGARPA. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Producción Agrícola Cíclicos y Perennes2012.http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350. Fecha de consulta en línea: 09 de octubre de 2013.

SIAP–SAGARPA. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Monografías Cultivos de ciclos OI Y PV. <http://www.siap.gob.mx/chile-verde/> Fecha de consulta en línea: 15 de febrero de 2014.

Soares de Lima, J. M.; Pravia, J. M.; Ravagnolo, M. L.; Montossi, F. 2011. Índice de selección para la Cría: "Una nueva herramienta disponible en Uruguay para seleccionar reproductores por mérito económico en la raza Hertford". Programa Nacional de Carne y Lana, INIA Uruguay.

Souza, J.A.D.y Maluf, W.R.2003.Dialelo análisis y estimación de parámetros genéticos de ají (*Capsicum chinense* Jacq.).Scientia Agricola 60 (1): 105-113.

Valadez, L.A. 1997. Producción de hortalizas. Editorial Limusa.Noriega.

Walker, S. J. and Bosland, P. W. 1999. Inheritance of Phythotota root rot and foliar blight resistance in pepper. J. Am. Soc.

Xu, S. 2003. Advanced statistical methods for estimating genetic variances in plants Plant Breed. Rev. 22: 113-163.

Yáñez, C. L. F.2005.Índices de selección: sugerencias para su utilización,
Universidad Nacional Experimental Sur del Lago. pags. 107-110.

VIII. APÉNDICE

Apéndice 1. Análisis de varianza para la variable altura de planta.

.F.V	G.L	S.C	C.M	F	P≥ F
Rep	3	2077.425	692.475	9.24	0.0001
Trat	29	5900.341	203.460	2.71	0.0002
Error	87	6522.625	74.975		
Total	119	14500.591			

C.V.=13.70%

Apéndice 2. Análisis de varianza de la variable cobertura.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P≥ F
Rep	3	14.425	4.808	7.99	≤.0001
Trat	29	21.241	0.732	1.22	0.239
Error	87	52.325	0.601		
Total	119	87.991			

C.V.= 10.35%

Apéndice 3. Análisis de varianza de la variable precocidad.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P≥ F
Rep	3	16.625	5.541	9.72	≤.0001
Trat	29	37.341	1.287	2.26	0.0020
Error	87	49.625	0.570		
Total	119	103.591			

C.V.=10.62%

Apéndice 4. Análisis de varianza de la variable frutos por planta.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P≥ F
Corte	2	1466.37	733.18**	154.80	≤.0001
Rep(Corte)	9	430.81	47.86**	10.11	≤.0001
Trat	29	230.81	7.95*	1.68	0.0190
Corte*Trat	58	359.29	6.19		
Error	261	1236.10	4.73		
Total	359	3723.32			

C.V.=32.34%

Apéndice 5. Análisis de varianza de la variable rendimiento (T/ha⁻¹).

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P≥ F
Corte	2	2470.250	1235.125**	85.60	≤.0001
Rep(Corte)	9	1375.599	152.844**	10.59	≤.0001
Trat	29	980.217	33.800**	2.34	0.0002
Corte*Trat	58	1031.132	17.778NS	1.23	0.1400
Error	261	3766.040	14.429		
Total	359	9623.241			

C.V.=32.92%

Apéndice 6. Análisis de varianza de la variable largo de fruto.

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P≥ F
Corte	2	25.488	12.744**	48.58	≤.0001
Rep(Corte)	9	7.275	0.808**	3.08	0.0016
Trat	29	71.180	2.454**	9.36	≤.0001
Corte*Trat	58	24.177	0.416	1.59	0.0081
Error	261	68.475	0.262		
Total	359	196.597			

C.V.= 5.78%

Apéndice 7. Análisis de varianza de la variable ancho de fruto

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P≥ F
Corte	2	5.216	2.608**	21.00	≤.0001
Rep(Corte)	9	8.083	0.898**	7.23	≤.0001
Trat	29	21.166	0.729**	5.88	≤.0001
Corte*Trat	58	6.616	0.114	0.92	0.6428
Error	261	32.416	0.124		
Total	359	73.500			

C.V.= 10.84%

Apéndice 8. Análisis de varianza de la variable número de lóculos

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P≥ F
Rep	3	0.100	0.033	1.00	0.396
Trat	29	0.966	0.033	1.00	0.479
Error	87	2.900	0.033		
Total	119	3.966			

C.V.=17.95%

Apéndice 9. Análisis de varianza de la variable firmeza de fruto

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P≥ F
Rep	3	5.133	1.711	2.87	0.0410
Trat	29	24.200	0.834	1.40	0.1182
Error	87	51.866	0.596		
Total	119	81.200			

C.V.=9.41%

Apéndice 10. Análisis de varianza de la variable cracking

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P≥ F
Rep	3	7.066	2.355	7.34	0.0002
Trat	29	26.200	0.903	2.81	0.0001
Error	87	27.933	0.321		
Total	119	61.200			

C. V. = 6.91 %

Apéndice 11. Análisis de varianza de la variable picor

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P≥ F
Rep	3	29.383	9.794	12.95	0.0001
Trat	29	41.471	1.430	1.89	0.0126
Error	87	65.032	0.756		
Total	119	135.394			

C.V. = 13.26 %

Apéndice 12. Análisis de varianza de la variable antocianas

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P≥ F
Rep	3	1.291	0.430	1.59	0.1965
Trat	29	8.695	0.299	1.11	0.3451
Error	87	23.208	0.269		
Total	119	33.109			

C.V. = 5.97 %

Apéndice 13. Análisis de varianza de la variable calificación final

F.V	G.L	S.C	C.M	F	P≥ F
Rep	3	4.898	1.632	4.59	0.0050
Trat	29	31.725	1.093	3.07	0.0001
Error	87	30.601	0.355		
Total	119	67.277			

C.V. = 14.36 %