

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Selección de Híbridos en Chiles Jalapeños, Anchos y Serranos para el Bajío
Mexicano Auxiliados con Índices de Selección

Por:

CLAUDIA IRAIS LUCAS RUÍZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Marzo 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Selección de Híbridos en Chiles Jalapeños, Anchos y Serranos para el Bajío

Mexicano Auxiliados con Índices de Selección

Por:

CLAUDIA IRAIS LUCAS RUÍZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

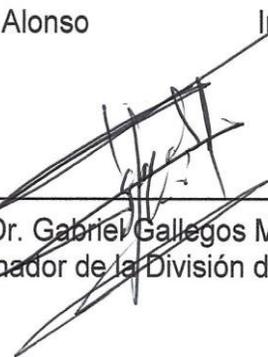
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el comité de asesoría:


Dr. Humberto De León Castillo
Asesor Principal


M.C. Eduardo Hernández Alonso
Coasesor


Ing. Raúl Gándara Huitrón
Coasesor


Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México
Marzo 2018

AGRADECIMIENTOS

A **Dios**, primeramente por darme la vida, salud y. fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mi **Alma Mater** por permitirme ser parte de esta gran familia, de la familia Buitres.

Al **Dr. Humberto de León Castillo** por la paciencia, sus consejos y sobre todo por la confianza puesta en mi para la realización de esta tesis.

Al **MC. Eduardo Hernández Alonso** por los consejos, las palabras de aliento, por tu apoyo incondicional y sobre todo por la amistad.

Al **Ing. Raúl Gándara Huitrón** por la disposición para la revisión de este trabajo.

Al **Ing. Carlos Miguel Ruíz González** por la amistad, el apoyo y la mejor disposición para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

Con amor a mis padres:

Pablo Juan Lucas Rojas y Martimiana Ruíz Bautista (†) estoy enormemente agradecida con ustedes, por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, me han dado mucho más que solo la vida, me dan de sus fuerzas cada que me hacen falta, luz cuando la mía se apaga, ejemplos de perseverancia y constancia, valor para salir adelante, por creer en mí y sobre todo por el gran amor.

A mis hermanos:

Mónica Alík Lucas Ruiz, por ser mi gran amiga, compañera y consejera en este camino, por ser el ejemplo de una hermana mayor y de la cual aprendí que por más difícil sea el momento jamás bajar la cabeza, admiro tu nobleza y fortaleza de afrontar cada reto. A Olga Judith Lucas Ruiz, por tus consejos, tu fortaleza y amor con lo que vives la vida, a mi sobrino Pablo a pesar de ser tan pequeño me has dado fortaleza, esperanza y amor para afrontar la vida. A Cosme Gabriel y Cristal, por todas las alegrías y tristezas que hemos compartido. Los quiero.

A mí cuñado Valente: por la gran amistad y el apoyo incondicional en todo momento, por enseñarme a no rendirse. A Josué por siempre dar una sonrisa.

Eduardo Hernández Alonso a pesar de nuestros malos momentos eres un pilar en mi vida, eres un ejemplo de perseverancia y convicción, gracias a ti comprendí que aun en el momento que dejas de creer en el amor, el amor aún

crea en ti. Por los viejos y nuevos tiempos y sus grandes momentos. Por lo que se fue, por lo que está y por lo que vendrá.

A mis amigos:

Juan Carlos Martínez Balderas me has enseñado que todo es posible y que es bueno vivir con un poco de locura además que la mejor manera de vivir es con una sonrisa, has hecho más ameno y lleno de historia mi camino; Citlalli, por tu gran amistad y apoyo incondicional, por terminar juntas esta meta; Mario Hernández Cordero por su gran amistad y por qué nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional. Eduardo Paulino (†) a pesar de nuestra corta amistad me enseñaste que es la perseverancia y el amor a la vida, me enseñaste a luchar por lo que quieres. A Héctor Hernández Meza por tu gran amistad.

A Carlos Alvarado por darme tu gran amistad eres un gran ser humano.

Moisés Guadarrama, estoy enormemente agradecida por tu apoyo y confianza en todo momento, por tus consejos, enseñanzas, por creer siempre en mí y sobre todo por darme tu amistad.

“Cada persona que pasa por nuestra vida es única. Siempre deja un poco de sí y se lleva un poco de nosotros. Habrá los que se llevarán mucho, pero no habrá de los que no nos dejarán nada.”

Jorge Luis Borges

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIA.....	ii
ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	4
1.2. Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
Antecedentes del Cultivo de Chile.....	5
Descripción del Genero <i>Capsicum</i>	6
Descripción del Chile Jalapeño	8
Descripción del Chile Serrano	9
Descripción del Chile Ancho o Poblano.....	9
Importancia y Usos del Cultivo	11
Pungencia	13
Métodos de Mejoramiento	14
Índices de Selección	15
Heterosis	16
III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
Localización del Área de Trabajo.....	17
Material Genético.....	17
Descripción de la Parcela Experimental.....	17
Labores Culturales	18
Control de Plagas y Enfermedades.....	19
Variables Evaluadas	20
Análisis Estadístico.....	21
Análisis de Varianza.....	21

Índice de Selección (IS).....	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
Jalapeños	25
Prueba de TUKEY para Chile Jalapeño	26
Análisis de Varianza para los Genotipos Utilizados como Testigos (TC1).....	27
Análisis de Varianza para los Genotipos Experimentales (TC2).....	28
Chiles Anchos.....	28
Prueba de TUKEY para Chile Ancho.....	30
Análisis de Varianza para los Genotipos Utilizados como Testigos (TC1).....	30
Análisis de Varianza para los Genotipos Experimentales (TC2).....	31
Chiles Serranos	32
Prueba de TUKEY para Chile Serrano	33
Análisis de Varianza para los Genotipos Utilizados como Testigos (TC1).....	34
Análisis de Varianza para los Genotipos Utilizados como Testigos (TC2).....	35
Análisis de Varianza para un Índices de Selección de Chiles Jalapeños.....	36
Análisis de Estabilidad y Selección de Híbridos por IS Mediante el Modelo de SREG para Chile Jalapeño.....	37
Análisis de Varianza para un Índice de Selección de Chiles Anchos	39
Prueba de TUKEY de Índices de Selección para los Genotipos de Chile Anchos	39
Análisis de Estabilidad y Selección de Híbridos por IS Mediante el Modelo de SREG para Chile Ancho.	40
Análisis de Varianza para un Índice de Selección de Chiles Serranos... ..	42
Análisis de Estabilidad y Selección de Híbridos por IS Mediante el Modelo de SREG para Chile Serrano.....	43
V. CONCLUSIONES	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.7. Intensidades de cada variable para el índice de selección.....	23
Cuadro 4.1. Cuadrados medios del análisis de varianza general para componentes de rendimiento de chile Jalapeño.	26
Cuadro 4.1.1. Agrupaciones de la prueba de Tukey para las repeticiones equivalentes a localidades de las variables evaluadas (Rendimiento, Número de Frutos, Peso de Fruto) en Chile Jalapeño.....	26
Cuadro 4.1.2. Análisis de varianza para las variables, Rendimiento, Número de Frutos y Peso de Fruto para cuatro genotipos testigos.....	27
Cuadro 4.1.3. Cuadrados medios de un análisis de varianza para las variables, Rendimiento, Número de Frutos y Peso de Fruto para nueve genotipos experimentales.....	28
Cuadro 4.2. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables de Rendimiento, Número de Frutos y Peso de Fruto en chiles anchos.	29
Cuadro 4.2.1. Agrupaciones de la prueba de Tukey para las repeticiones equivalentes a localidades de las variables evaluadas (Rendimiento, Número de Frutos, Peso de fruto) en Chile Ancho.	30
Cuadro 4.2.2. Análisis de varianza para las variables, Rendimiento, Número de Frutos y Peso de Fruto para dos genotipos testigos de chile ancho.....	31
Cuadro 4.2.3. Cuadrados medios de un análisis de varianza para las variables, Rendimiento, Número de Frutos y Peso de Fruto para cinco genotipos experimentales de chile ancho.....	32
Cuadro 4.3. Cuadrados medios del análisis de varianza general para componentes de rendimiento de chile Serrano.....	33
Cuadro 4.3.1. Agrupaciones de la prueba de Tukey para las repeticiones equivalentes a localidades de las variables evaluadas (Rendimiento, numero de frutos, Rendimiento) en Chile Serrano.....	34

Cuadro 4.3.2. Análisis de varianza para las variables, Rendimiento, Número de frutos y peso de fruto para tres genotipos testigos de chile serrano.	35
Cuadro 4.3.3. Análisis de varianza para las variables, Rendimiento, Número de frutos y peso de fruto para tres genotipos testigos de chile serrano.	36
Cuadro 4.4. Resultados del análisis de varianza general de índices de selección de 13 genotipos evaluados en Guanajuato en 2015.	37
Cuadro 4.5. Resultados del análisis de varianza general de índices de selección de 7 genotipos evaluados en Guanajuato en 2015.	39
Cuadro 4.5.1. Agrupaciones de la prueba de Tukey de índices de selección para 5 genotipos experimentales de la empresa Harris Moran y 2 genotipos testigos de Chile Ancho evaluadas en el estado de Guanajuato en 2015.	40
Cuadro 4.6. Resultados del análisis de varianza general de índices de selección de 7 genotipos evaluados en Guanajuato en 2015.	42

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Grafica biplot del modelo SREG para observar los patrones de respuesta de 13 híbridos de chile Jalapeño y 6 localidades donde fueron evaluados durante verano 2015. CP 1 Y CP 2-Correspondientes a componentes principales uno y dos. 38
- Figura 2.** Grafica biplot del modelo SREG para observar los patrones de respuesta de 7 híbridos de chile Ancho y 5 localidades, donde fueron evaluados durante el verano 2015. CP 1 Y CP 2-Correspondientes a componentes principales uno y dos..... 41
- Figura 3.** Grafica biplot del modelo SREG para observar los patrones de respuesta de 6 híbridos de chile Serrano y 5 localidades, donde fueron evaluados durante verano 2015. CP 1 Y CP 2-Correspondientes a componentes principales uno y dos. 43

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluaron híbridos experimentales en el estado de Guanajuato en 2015 de chile Jalapeño, ancho y serrano de la empresa Harris Moran con 6, 5 y 4 repeticiones (localidades) respectivamente, para cada material se evaluaron los componentes de rendimiento: número de frutos, peso de frutos y rendimiento. Con los objetivos de: i) Analizar la variabilidad que existe en los diferentes híbridos experimentales de chile (Jalapeño, ancho y serrano). ii). Seleccionar híbridos con comportamiento sobresaliente dentro de las tres variedades que se están trabajando, auxiliados con un Índice de Selección. Para ello primero se realizó un análisis de varianza para las variables evaluadas; para la selección de los híbridos se utilizó la metodología de índices de selección construido por las tres variables (número de fruto, peso de fruto y rendimiento). Y por último para identificar los ambientes con buena capacidad de discriminación se utilizó el modelo de Regresión Lineal de Sitios SREG. Los resultados indican que: hay diferencias estadísticas entre genotipos y localidades de los diferentes híbridos y se seleccionaron el híbrido experimental de chile Jalapeño 11 para la localidad 3 (HA), el híbrido testigo 3 se adapta bien a las localidades 6 (JR) Y 3 (HA), para las localidades 2 (Mez) y 5 (FO) y para las localidades 1 (RG) y 4 (FO O) para chile Ancho el mejor genotipo para todas las localidades de evaluación es el 7 y para Serranos el híbrido 4 se adapta bien a la localidad 1 (RG) y 4 (FO O), para las localidades 2 (Mez) y 3(HA) el mejor híbrido es el 3, para la localidad 4 el mejor híbrido es el 5.

Palabras Clave: Jalapeño, ancho, serrano, índices de selección, SREG, genotipos.

I. INTRODUCCIÓN

El chile es uno de los cultivos originarios de México y de los más importantes a nivel mundial. Sus distintas variedades se adaptan a diversos climas y tipos de suelo, lo que ha contribuido a su exitosa y amplia distribución geográfica. Los usos múltiples del chile y sus derivados datan desde la época prehispánica y van más allá de conformar un extraordinario condimento.

Culturalmente es un símbolo que da identidad a los mexicanos, pero igualmente forma parte importante de diversas culturas por su impacto en la gastronomía internacional.

A escala internacional, México es el productor número uno en chiles frescos a nivel mundial, dedicándole más de 140 mil hectáreas al cultivo de este fruto, las principales variedades que se cultivan son: el jalapeño, serrano, poblano, morrón y habanero (SAGARPA 2015). A pesar de esto, países como Perú y Chile están exportando estos frutos al país y se están ganando el mercado local.

El chile es el octavo cultivo con mayor valor generado en la agricultura, con un volumen de producción de Chiles, pimientos picantes, pimientos (verdes) con un volumen de producción promedio de 2 millones 737 mil 028 toneladas en 2016 (FAO 2017).

Entre la gran variedad de chiles que se cultivan en México se encuentran el chile Jalapeño, serrano y ancho o poblano siendo de los de mayor importancia económica, por su alto consumo, alta rentabilidad y gran demanda de mano de obra, originando así, ser de los más consumidos tanto en fresco como procesados, durante todo el año, ya que el cultivo se adapta muy bien a la diversidad de ambientes que existen en el país.

Estados como Chihuahua, Zacatecas, San Luis Potosí y Michoacán son los principales productores con un total de más de dos millones de toneladas de chile al año, equivalentes al 77 por ciento del volumen total a nivel nacional, mientras que el resto se produce en Quintana Roo y Yucatán, entre otros.

En algunos cultivos tales como en el caso del chile, el cambio constante en los estándares de calidad y sumadas a la incidencia de enfermedades y plagas que reducen los rendimientos en diversas zonas productoras, justifican el esfuerzo para desarrollar programas de mejoramiento genético en este cultivo.

Para enfrentar este problema, es necesario hacer más eficientes los programas de mejoramiento, en lo referente a la generación de híbridos competitivos en productividad y con la calidad comercial demandada. Para ello es primordial disponer de una amplia base de progenitores caracterizados, fenotípica y genéticamente, para responder en forma efectiva y rápida a cualquier cambio que experimente la dinámica de mercado (García, 2006).

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) (Cerón y Sahagún, 2005).

Rodríguez *et al.*, (2016) mencionan que los índices de selección son una herramienta de gran utilidad ya que permiten identificar genotipos que involucren varias características simultáneas y cuyo objetivo principal es maximizar el promedio del valor genético de una población.

Por ello el presente trabajo de Investigación consistió en la evaluación de híbridos experimentales de la empresa Harris Moran del programa de mejoramiento de chiles picosos con sus respectivos tipos (Jalapeño, ancho y Serrano), con la finalidad de seleccionar los mejores híbridos que tengan características ideales de la empresa para satisfacer las necesidades de los agricultores y consumidores.

1.1. Objetivos

- Analizar la variabilidad que existe entre los diferentes híbridos experimentales de Chile (Jalapeño, ancho y serrano).
- Seleccionar híbridos con comportamiento sobresaliente dentro de las tres variedades que se están trabajando, auxiliados con un Índice de Selección.

1.2. Hipótesis

- Existirán suficientes diferencias estadísticas entre las variables medidas en los híbridos experimentales.
- Al menos un híbrido, de las tres variedades estudiadas, será superior a los demás por sus características agronómicas en las variables evaluadas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Antecedentes del Cultivo de Chile

El nombre viene del Náhuatl, *chilli* y se aplica a numerosas variedades y formas de la planta herbácea o sub-arbustiva anual (*Capsicum annuum* L.) es su nombre científico. La domesticación de *C. annuum* probablemente ocurrió en el noreste o en centro-este de México. Los restos de chiles más antiguos, con 7 a 9 mil años de antigüedad, se obtuvieron del estrato pre-cerámico de las cuevas de Coxcatlán, en el Valle de Tehuacán, Puebla y las cuevas de Romero y Valenzuela, en Ocampo, Tamaulipas, junto con restos de otros cultivos como maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus* spp.) y calabaza (*Cucúrbita* sp.) (Kraft et al., 2014).

Capsicum, es un género de origen mesoamericano que fue llevado a España y de allí se dispersó por todo el mundo, se le cultiva en regiones muy distantes entre sí, de África, Asia, Europa y América, en donde tiene un gran valor económico. Forma parte de los platillos autóctonos de algunas etnias ya que es consumido por amplios sectores de su población y de países tan diversos como Estados Unidos de América, Corea, Indonesia y Singapur, entre otros (Waizel y Camacho, 2011).

Capsicum, es una de las tribus más grandes de la subfamilia *Solanoideae*, con 1250 especies, su taxonomía es compleja debido a la variabilidad de las formas existentes en las especies cultivadas y a la diversidad de los criterios utilizados en su clasificación. El género *Capsicum* en México representa una tradición cultural, ya que es común observarlo en la dieta básica diaria de los mexicanos (Nuez *et al.*, 1996).

Descripción del Genero *Capsicum*

La taxonomía de la planta de chile corresponde al filo *magnoliophita*; clase, *magnoliopsida*; orden *solanales*; familia, *solanaceae*; y género *Capsicum*.

La clasificación taxonómica de *Capsicum* aceptada por GRIN (2014) indica que el género *Capsicum* incluye 33 especies y 10 variedades o variantes (Pérez-Castañeda *et al.*, 2015). Dichas especies se han diferenciado principalmente con base en características fenotípicas como la morfología de la flor o del fruto (Pérez-Castañeda *et al.*, 2008). Estas son: *Capsicum annuum* (Jalapeño, serrano, ancho, pasilla, mirasol o guajillo, de árbol, chilpitín o piquín), *Capsicum baccatum*, *Capsicum chinense* (habanero), *Capsicum frutescens* (tabasco), y *Capsicum pubescens* (Manzano) (López-Riquelme, 2003). De las 33 especies de *Capsicum*, cinco se han domesticado: *C. annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L. y *C. pubescens*. (Kraft *et al.*, 2014).

De éstas, por la extensión de su cultivo y el valor económico que representa su producción, *C. annuum* L. es la más importante y en México es donde se encuentra la mayor diversidad (Aguilar-Rincón *et al.*, 2010), representada en orden de importancia por los tipos: Serrano, Jalapeño, Ancho, Pasilla, Bell, Guajillo, de Árbol, entre otros (SIAP, 2011), los cuales contrastan en forma, color, olor, sabor y picor de los frutos.

La planta de chile consta de una raíz axomorfa de la que se ramifica un conjunto de raíces laterales, puede profundizar hasta 30-60 cm. El tallo se desarrolla a partir de la plántula del embrión, constituye el soporte de hojas, flores y frutos, interviene en el transporte de sabia bruta y elaborada, contiene hojas simples de forma lanceolada, formadas por el peciolo largo que une a la hoja con el tallo y la parte extendida lamino o limbo. Las flores son hermafroditas, esto es, la misma flor produce gametos masculinos y femeninos, aparecen solitarias en cada nudo, están constituidas por un receptáculo y apéndices florales que forman las partes de la flor que son el cáliz constituido por 5-8 sépalos, corola por 5-8 pétalos, carpelos, todas las flores son de color blanco (Nuez *et al.*, 1996).

Los frutos de chile son considerados hortalizas, botánicamente son bayas. El género *Capsicum* pertenece a la familia *Solanaceae* e incluye diferentes variantes de chiles que se reconocen fácilmente por su tamaño, forma, color y grado de pungencia. Con base en el grado de pungencia los chiles se clasifican en picantes, generalmente con fruto pequeño y dulces, con frutos grandes (Pozo *et al.*, 1991).

La semilla es el órgano que establece el nexo de unión entre generaciones, constituye la base para la obtención de las plántulas que van a cultivar, es de un color amarillo (Nuez *et al.*, 1996).

Descripción del Chile Jalapeño

En México se cultiva una gran variedad de tipos de chiles; entre ellos, el chile jalapeño (*Capsicum annum L.*) es uno de los de mayor importancia económica por su amplio consumo, alta rentabilidad y gran demanda de mano de obra (SIAP, 2010).

El chile Jalapeño (*Capsicum annum 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).

El nombre del chile jalapeño Var. Jalapeño M., proviene de la ciudad de Xalapa en el estado de Veracruz en donde antiguamente se comercializaba el producto, aun cuando en esa región se siembra poco este tipo de chile. El fruto es carnoso con un espesor de alrededor de 5 mm, picante, de buena aceptación tanto en el mercado nacional como en el extranjero. El chile jalapeño cuando llega a su estado de madurez se procesa en salsas, en curtidos, seco y como chile chipotle (Nuez *et al.*, 1996).

Descripción del Chile Serrano

Se presume que el chile serrano es originario de las serranías del norte de Puebla e Hidalgo, en donde se sembró originalmente. Sus frutos miden entre 1.5 cm de ancho y unos 6 cm de largo, cuelgan de la planta la cual tiene hojas de color verde oscuro que son pequeñas pero muy fuertes. Es una planta matosa que mide de 60 a 120 cm y con una corona que se ensancha mucho. Debido al amplio rango de adaptación que tiene y al constante incremento en la demanda del producto su cultivo se desplazó a otras regiones en donde encontró condiciones favorables para su desarrollo, como son las costas del Golfo de México (Veracruz y Tamaulipas) y del Pacífico (Nayarit y Sinaloa). Sin embargo, es común encontrarlos en todas las regiones chileras del país: en climas tropicales al igual que son zonas templadas y semiáridas, en altitudes que varían desde el nivel del mar hasta los 2000 m.s.n.m., en la mesa central (Rodríguez, 2010).

El chile serrano es la especie más comercial en México, además es una hortaliza que la mayoría de los consumidores prefieren consumirlo en fresco, por lo que es importante para su valor comercial (Vázquez-García *et al.*, 2010). Lo que también lo hace importante es el beneficio económico que ofrece, además de su alto valor nutricional (Contreras-Toledo *et al.*, 2011).

Descripción del Chile Ancho o Poblano

El nombre proviene posiblemente de haber sido cultivados en sus inicios dentro de los valles del estado de Puebla, sus plantas están compuestas por un

tallo leñoso, tipo arbusto, las flores casi siempre son blancas y a veces verdosas. Este chile tiene una forma cónica alargada; el tamaño oscila entre los 8 y los 15 cm; fresco es de color verde oscuro o claro en ciertas variedades, y cambia a rojo o negro al madurar, de sabor discretamente picante, aunque en ciertas épocas del año, llega a ser más picante (Toledo- Aguilar, 2016).

En México, los chiles del tipo “Ancho” son los segundos más importantes del género *Capsicum*, debido tanto a los recursos económicos que generan (SIAP-SAGARPA, 2012) como a su uso en la preparación de platos tradicionales, por lo que es altamente exigido. Los chiles anchos son algunos de los muchos morfotipos de la especie *Capsicum annum* L. var. *Annum* encontrado en México. Seis subtipos son conocidos como chiles de tipo ancho. “Mulato”, que mide aproximadamente 18 x 8 cm, es marrón cuando madura y tiene forma triangular. Los chiles “Ancho” son también triangulares midiendo 12 x 6.5 cm aproximadamente, y son rojos cuando están maduros. El subtipo de “Cristalino” chilis mide 12 x 6 cm, son triangulares y durante su proceso de maduración va de verde lima a amarillo, a naranja y finalmente a rojo. Los chilis “Huacle” miden 10 x 8 cm aproximadamente, son negros cuando están maduros y tienen forma trapezoidal. Este subtipo se cultiva solamente en el estado de Oaxaca. Los chilis “Miahuateco” miden 13 x 3 cm y maduran a marrón oscuro; Son nativos solamente al estado de Puebla. "Dulce", o chiles dulces pertenecen al estado de Yucatán; Miden 7 x 7 cm, son rojos cuando están maduros y tienen forma de riñón. Este conjunto de chiles de tipo ancho se puede encontrar en al menos nueve estados de México (Aguilar *et al.*, 2010).

Importancia y Usos del Cultivo

El chile es el 8° cultivo con mayor valor generado en la agricultura nacional, alcanzando alrededor de 13 mil mdp anualmente, con un volumen de producción promedio de 2.2 millones de toneladas, del cual se exportan cerca de 900 mil toneladas de chiles frescos, secos y en preparaciones (SAGARPA, 2015).

El consumo y cultivo del chile se han incrementado debido a que es rico en vitaminas (A, C y B6, principalmente), antioxidantes, β -caroteno, flavonoides, anticancerígenos, antimicrobianos, pigmentos, saborizantes, aceites fijos y volátiles, carotenoides, oleorresinas y alcaloides con potencial insecticida (Líu *et al.*, 2013). Ocupa un lugar importante en la cultura humana desde la prehistora en muchos países (Maiti *et al.*, 2007).

Como todo vegetal, esta especie es un eficiente laboratorio en donde se lleva a cabo la síntesis de numerosos compuestos, denominados metabolitos primarios y metabolitos secundarios, entre estos últimos se encuentran: Aceites volátiles como: limoneno, linalool, lupeol. Ácidos orgánicos: ascórbico, caféico, cítrico, clorogénico, oléico, linoléico y ácido pumárico. Alcaloides: solanina, solanidina, sitosterol, capsaicina, cariofileno, dihidrocapsaicina, eugenol, escopoletina. Carotenoides con terminación ciclopentánica (capsantina, capsorubina, capsantinona, etc.). Heterósidos diterpénicos (capsianósidos), heterósidos diterpénicos (capsianósidos) y un heterósido del furostanol

(capsicósido). Luteína, tocoferol, trigonelina, y zelaxantina. (Li, 2000; Bruneton, 2001; González, 2008; Duke, 2009).

Muchos chiles registran componentes de alto valor nutritivo, sabor, aroma, textura y color. Los frutos maduros son ricos en vitamina C (Marín *et al.*, 2004). Los dos compuestos químicos más importantes de los frutos de los chiles son los carotenoides y capsaicinoides. Los carotenoides proporcionan un alto nivel nutricional y color. Los capsaicinoides son alcaloides que proporcionan en los chiles picantes su característica de pungencia (Pérez-Gálvez *et al.*, 2003).

En la medicina tradicional mexicana se le atribuye al chile propiedades irritantes, laxantes, rubefacientes y expectorantes, y se utiliza para tratar ciertas enfermedades culturales como el mal de aire o el mal de ojo (Waizel y Camacho, 2011).

El chile tiene diferentes usos industriales, por ejemplo: el chile rojo en polvo, rico en capsicina (ingrediente que determina la cantidad de pigmento en un chile) se emplea en la avicultura como alimento para gallinas, con el propósito de obtener un intenso color amarillo, tanto en las yemas de los huevos como en la piel de las aves (Luna, 2010).

Así como también los campesinos lo utilizan como insecticida natural y algunos de sus componentes entran en la composición de fármacos con uso en la alopátia ojo (Waizel y Camacho, 2011).

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 (López y Castro, 2006).

Pungencia

El chile (*Capsicum* spp.) produce un grupo único de alcaloides llamados capsaicinoides que le confieren picor al fruto (Kobata *et al.*, 1998). El picor se debe a siete alcaloides de los cuales la dihidro- y capsicina son responsables del 90 % (Vázquez-Flota *et al.*, 2007). La capsicina es una toxina neutral de naturaleza alcaloide que activa un grupo de neuronas sensoriales periféricas en el ser humano.

Los capsaicinoides se sintetizan y acumulan en la placenta de los frutos de *Capsicum* (Cruz-Pérez *et al.*, 2007), específicamente en la vacuola celular (Blum *et al.*, 2003).

La cantidad de capsaicinoides acumulados en la placenta depende del ambiente, los genes y su interacción (Zewdie y Bosland, 2000).

La mayoría de los alimentos picantes que tomamos los humanos lo son por la presencia de capsicina. Un alimento resulta más o menos picante según tenga más o menos capsicina, son los frutos del género *Capsicum*, los que contienen un componente químico, la Capsicina, que estimula los receptores térmicos de la piel y de las membranas mucosas, en especial a 4 papilas gustativas en la lengua. Y para ello se utiliza la escala de Scoville, cuyas unidades son las SHU (Scoville heat units).

La Escala de unidades Scoville es un sistema de medición del picor de los chiles inventada por Wilbur Scoville durante la primera década del siglo XX. Su objetivo era determinar la máxima dilución del extracto de chile en la que aun fuera detectable el picor. De esta manera, si un jalapeño ha sido determinado en 4 500 unidades, significa que se necesitan 4 500 partes de solución para diluir una parte de extracto de jalapeño hasta el punto en que el picor aun pueda ser detectado (López-Riquelme, 2003).

Métodos de Mejoramiento

El uso de nuevas estrategias de mejoramiento han sido exploradas en el mejoramiento de gran variedad de especies, tales como maíz, trigo, sorgo, habas, triticale y alfalfa con resultados alentadores; lo que deja de manifiesto la necesidad de diseñar estrategias no convencionales de mejoramiento genético de chile (Robledo, 2005).

La efectividad en el proceso de selección y su continuidad en el tiempo va a depender de las metodologías y herramientas que se utilicen para conseguirlo. La selección para el mejoramiento de las medidas de crecimiento es de suma importancia en la industria (Brumatti *et al.*, 2011).

Índices de Selección

Costes y Ñùstez, (2001) estos autores mencionan que la utilización del índice de selección multivariado, tiene como objetivo primordial ayudar al investigador a cumplir sus intereses en la toma de decisiones sobre los genotipos con características superiores o de más interés para el fitomejorador, ganando así, un avance para el siguiente ciclo de selección.

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

La selección de genotipos basada en la evaluación simultánea de dos o más caracteres se ha hecho, principalmente, de acuerdo con el índice de selección desarrollado por Smith, no obstante que sus requerimientos incluyen estimaciones de las varianzas y covarianzas de los valores genotípicos y la asignación, frecuentemente subjetiva, de los pesos económicos de los valores genotípicos de los caracteres involucrados en la selección.

Tucuch *et al.*, (2011) mencionan que los índices recomendados, en ciertos casos no son los más eficientes, esto se debe a que es necesario aplicar la lógica y el sentido común, y que en general, la eficiencia se incrementa cuando aumenta el número de caracteres en el índice, esto se atribuye a que al aumentar en el índice, el número de caracteres correlacionados con el carácter por mejorar se obtendría mayor avance genético (Cerón *et al.*, 2005).

Heterosis

La heterosis es un 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 (Gutierrez *et al.*, 2002).

Por lo tanto, los métodos de mejoramiento genético para la formación de híbridos tiene como objeto final capitalizar al máximo la heterosis en los progenitores seleccionados (Ramirez *et al.*, 2007).

La hibridación en cultivos tiene como objetivo incrementar los rendimientos, lo cual requiere conjuntar caracteres complementarios y obtener uniformidad y reproductibilidad en caracteres productivos importantes. Se han encontrado evidencias de sobredominancia causando heterosis en rendimiento (Semel *et al.*, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Área de Trabajo

El trabajo se llevó a cabo en el ciclo primavera-verano, en localidades representativas del estado de Guanajuato de la empresa Harris Moran en el año 2015.

Material Genético

El material genético que se utilizó estuvo constituido por 9 híbridos de Chile Jalapeño de los cuales 4 son testigos (Bravo, Furioso, 5807 y 5810).

El tipo Serrano está constituido por 3 híbridos experimentales y 3 testigos (C. Real y G. Camino).

Para el tipo de Chile Ancho está formado por 7 híbridos de los cuales 2 son testigos (Sequoia y D Matias).

Descripción de la Parcela Experimental

Las unidades experimentales fueron de 1.20 m., por 0.80 m, con una distancia de 0.30 m entre plantas.

El trasplante se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con seis, cinco y cuatro repeticiones por tratamiento de Chile Jalapeño, Ancho y Serrano respectivamente donde cada localidad se tomó como una repetición.

Labores Culturales

Trasplante: Se llevó a cabo el día 15 de febrero del año 2015, realizándose manualmente, antes de realizar esta actividad se regó para tener una humedad de 70 por ciento.

Riego: Se realizó de acuerdo a las etapas y necesidades del cultivo.

Los fertilizantes usados fueron:

- Nitrato de Potasio
- Nitrato de Calcio
- Nitrato de Magnesio
- Sulfato de magnesio
- Sulfato de Zinc
- Fosfato Mono Potásico
- Ácido Nítrico
- Ácido Sulfúrico
- Boro
- Cloruro de Potasio

Estacado e Hilado: Consistió en colocar 2 estacones cada 2 metros de distancia, uno por cada lado de la cama, se entierran, para después pasar el hilo de estaca a estaca amarrándola de estos, sirviendo de soporte para que la planta no se acame conforme va creciendo.

Control de Plagas y Enfermedades

Plagas: Se colocaron trampas de color amarillo y azul, alrededor y dentro del ensayo para tener un mejor monitoreo.

Productos para control de plagas:

PRODUCTO	PLAGA
Profidor	Mosquita blanca-Trips
Sunfire	Acaraos-Trips
Endosulfan	Mosquita blanca-Trips
Karate Zeon	Mosquita blanca-Trips
Coragent	Minador
Acetamiprid	Mosquita blanca-Trips
Agrimec 1.8	Acaro
Oroboots	Mosquita blanca-Trips
Sunfire	Acaro
Ak-min	Minador
Vidatel	Minador, Picudo
Dimiin	Picudo
Decisforte	Minador adulto

Enfermedades: Solamente hubo incidencia de virus, durante el transcurso del ciclo y se hicieron aplicaciones preventivas.

Productos para prevención de enfermedades:

PRODUCTO	
Derosal	<i>Damping-off</i>
Previcur n	<i>Phytium</i>
Cuprifum	Bacteria/hongo
Messenger	Bacteria
Mancozeb	Hongos

Cosecha: Para realizar la cosecha se tomó en cuenta que tuvieran la madurez requerida cada de una de las diferentes variedades.

Para la evaluación, se realizaron tres cortes; uno el día 15 de junio de 2015 y las siguientes dos se realizaron cada ocho días.

Variables Evaluadas

Se tomaron 4 plantas del centro de la parcela para ser evaluadas, las variables tomadas fueron los componentes de rendimiento, peso de fruto, número de fruto y rendimiento.

- **Numero de frutos por planta:** Se contaron todos los frutos que se cosecharon por planta, en las cuatro plantas en cada corte, después se obtuvo el promedio del número de frutos.
- **Peso por planta:** Se midió el peso de los frutos de las cuatro plantas evaluadas de la parcela en cada corte para expresar así el rendimiento por parcela y luego transformarlo a $t\ ha^{-1}$.
- **Rendimiento:** Se estimó el rendimiento con el peso de frutos por planta.

Análisis Estadístico

Análisis de Varianza

Los datos se analizaron a través de un análisis de varianza con arreglo completamente al azar, para cada uno de los componentes de rendimiento de 13, 7 y 6 híbridos de chile Jalapeño, Ancho y serrano respectivamente, para la localidad de bajío bajo el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + tc + \varepsilon_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable observada del i-esima repetición de j-esimo tratamiento.

μ = Efecto de la media general.

B_i = Efecto de la i-esima repetición.

T_k = Efecto del j-esimo tratamiento.

T_c = Efecto de híbridos experimentales & híbridos testigos

T_c = Efecto de tipo de cruza

ε_{ijk} = Efecto del error.

Se realizó la comparación de medias para las diferentes variables de respuesta a través de la prueba de TUKEY en subtipos para ser comparados entre ellos, y en el caso de índice de selección para arrojar un agrupamiento y poder seleccionar con los valores más cercanos a cero.

Índice de Selección (IS)

Para llevar a cabo la identificación y selección de los genotipos más sobresalientes se consideraron tres variables de componentes de rendimiento las cuales fueron: número de frutos (N. FRUT), rendimiento (REND) y peso de fruto, y con esto se construyó un índice de selección.

La estimación del índice de selección se realizó por promedio de las repeticiones. Permitiendo tomar decisiones mejor fundamentadas a una mejor selección. La estimación del índice de selección es equivalente a la siguiente función lineal:

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

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

Dónde:

IS= Índice de selección

Y_j =Es la variable de 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 (definido por el usuario).

Al momento de analizar los datos, las unidades que fueron integradas a la selección se encontraban con valores de unidades distintas por lo que fue necesario estandarizar cada una de ellas y de esta forma las características pudieran cambiarse mediante la fórmula:

$$z = \frac{Y_j - \bar{y}}{s}$$

Dónde:

Z= Es el valor estandarizado

Y_j = Valor observado para la entrada j.

\bar{y} = Promedio de todas las entradas.

S= Desviación estándar del grupo de entradas.

La Meta de Selección asignada a cada variable se refiere a las unidades de desviación estándar del promedio que se desea lograr en la selección. La meta toma valores de -3 a +3, con valor negativo la selección será para aquellos genotipos que se encuentren por debajo de la media de la población para la variable de evaluación; por el contrario, con valores positivos aquellos genotipos que se encuentren por arriba de la media de la población.

Intensidad de selección: Es el grado de importancia que se asignan a cada variable y toma valores de 1 a 10. Este valor es diferente para cada una de las variables según el criterio del mejorador. El valor de intensidad más pequeño es asignado a la variable de menos interés y el valor más alto representa el valor de mayor importancia. Las intensidades establecidas para los tipos y subtipos se presentan en el Cuadro 3.7.

Cuadro 3.7. Intensidades de cada variable para el índice de selección

Intensidades			
	Numero de Frutos	Peso de Frutos	Rendimiento
Jalapeño	7	8	9
Ancho	7	8	9
Serrano	7	8	9

Para crear las agrupaciones de las medias estadísticas del IS este se estimó por repetición para poder conformar un análisis de varianza y demostrar que existen diferencias entre los índices de selección.

Grafico Biplot SREG

Se utilizó para la selección de los híbrido y analizar la respuesta a ambientes específicos y por supuesto la estabilidad de los materiales se empleó el modelo de análisis de regresión en los sitios SREG (Crossa *et al.*, 2002), con base al valor índice obtenido mediante la metodología de Barreto *et al* (1991).

Criterios de Selección

Para identificar y seleccionar los mejores híbridos, se consideró el valor al mérito del índice de selección, tomando en cuenta que entre más grande sea el valor del índice de selección más alejado se encuentra del genotipo ideal. Se consideraron como híbridos superiores los que obtuvieron valor del índice de selección más bajo ya que reúnen la mayoría de los caracteres requeridos en la selección.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con la finalidad de conocer el grado de variación de los híbridos para estar en condiciones de rechazar o no rechazar la hipótesis nula que indica que no hay diferencia entre los híbridos se realizaron análisis de varianza para cada tipo de chile (Jalapeño, Ancho y Serrano). Los resultados de dichos análisis se presentan en los siguientes 12 Cuadros.

Jalapeños

En el **Cuadro 4.1.** se muestra los cuadrados medios para las variables, rendimiento, número de frutos y peso de fruto de 9 híbridos experimentales y 4 testigos de chile Jalapeño, donde la fuente de variación genotipos muestra diferencia significativa a un nivel de probabilidad de ($P \leq 0.05$), para todas las variables evaluadas, esto se le atribuye a que los genotipos tienen diferente información genética.

Para la fuente de variación repeticiones se presentan diferencias altamente significativas a un nivel de probabilidad ($P \leq 0.01$), para las variables de rendimiento, número de frutos y peso de fruto, esto se puede atribuir a una diferencia en el manejo del cultivo o diferencia en el terreno favoreciendo un comportamiento diferente en cada una de las repeticiones, aclarando que cada localidad fue tomada como una repetición. Al comparar los cuadrados medios de los híbridos experimentales (TC2) con los híbridos testigos (TC1) no se

mostraron diferencias para ninguna de las variables, lo que nos indica que los genotipos experimentales como los testigos son estadísticamente iguales.

Cuadro 4.1. Cuadrados medios del análisis de varianza general para componentes de rendimiento de Chile Jalapeño.

FV	GL	Rendimiento	N. Frutos	Peso de Fruto
Gen	12	41.60	49.79*	0.04
Rep	5	797.20**	1010.55**	0.82**
TC1vsTC2	1	28.84	18.35	0.03
Error	60	54.80	22.83	0.06
Total	77			
Media TC1		37.15	25.04	1.21
Media TC2		35.84	26.09	1.17
Media		36.24	25.77	1.18
CV		20.43	18.54	20.12

*, **= Significativo al 0.05 de probabilidad y punto 0.01 respectivamente; CV= Coeficiente de variación; GL= Grados de Libertad; (Rep) Repeticiones equivale a localidades; (Gen) Genotipos, TC1= Testigos, TC2= Híbridos experimentales. N. Frutos= Número de frutos.

Prueba de TUKEY para Chile Jalapeño

En el **Cuadro 4.1.1.** se muestra el agrupamiento de las localidades atendiendo la prueba TUKEY; la mejor localidad fue la numero tres, estando en el grupo A para todas las variables evaluadas.

Cuadro 4.1.1. Agrupaciones de la prueba de TUKEY para las repeticiones equivalentes a localidades de las variables evaluadas (Rendimiento, Número de Frutos, Peso de Fruto) en Chile Jalapeño.

N.FRUTOS		PESO DE FRUTO		RENDIMIENTO	
Agrup	Rep	Agrup	Rep	Agrup	Rep
A	3	A	3	A	3
B	6	B	2	B	6
B	5	B	1	B	2
B	C	B	6	B	5
	C	B	5	B	1
	D	C	4	C	4

Agrup= Agrupamiento, Rep= Repetición equivalente a localidades, N. Frutos= Numero de frutos.

Análisis de Varianza para los Genotipos Utilizados como Testigos (TC1)

En el **Cuadro 4.1.2.** relacionado al comportamiento de los testigos la fuente de variación genotipos sólo se encontró diferencia significativa al ($P \leq 0.05$) en la variable de número de frutos esto indica que estas variables tienen una respuesta diferente en al menos uno de los genotipos.

En la fuente de variación de repeticiones se encontraron diferencias estadísticas significativas a ($P \leq 0.01$) para todas las variables, a lo cual se le puede atribuir que hay diferencia en el terreno o a la conducción del experimento, favoreciendo a un comportamiento diferente en cada una de las repeticiones.

Cuadro 4.1.2. Análisis de varianza para las variables, Rendimiento, Número de Frutos y Peso de Fruto para cuatro genotipos testigos.

FV	GL	Rendimiento	N. Frutos	Peso de Fruto
Gen	5	81.18	114.26*	0.088
Rep	3	427.76**	279.14**	0.423**
Error	15	82.68	32.96	0.084
Total	23			
Media		37.15	25.04	1.21
CV		24.4733	22.92746	23.94297

*, **= Significativo al 0.05 de probabilidad y punto 0.01 respectivamente; CV= Coeficiente de variación; GL= Grados de Libertad; (Rep) Repeticiones equivalente a localidades; (Gen) Genotipos. N. Frutos= Número de frutos.

Análisis de Varianza para los Genotipos Experimentales (TC2)

En el **Cuadro 4.1.3.** se muestran los cuadrados medios de un análisis de varianza para los híbridos experimentales; la fuente de variación repeticiones presenta diferencias estadísticas altamente significativas para todas las variables evaluadas, lo cual indica que las repeticiones tuvieron un comportamiento distinto.

Cuadro 4.1.3. Cuadrados medios de un análisis de varianza para las variables, Rendimiento, Número de Frutos y Peso de Fruto para nueve genotipos experimentales.

FV	GL	Rendimiento	N. Frutos	Peso de Fruto
Gen	8	28.35	29.55	0.03
Rep	5	448.40**	740.69**	0.48**
Error	40	41.33	20.72	0.04
Total	53			
Media		35.84	26.09	1.17037
CV		17.94	17.44	17.72

*, **= Significativo al 0.05 de probabilidad y punto 0.01 respectivamente; CV= Coeficiente de variación; GL= Grados de Libertad; (Rep) Repeticiones equivalente a localidades; (Gen) Genotipos. N. Frutos= Número de frutos.

Mientras que la fuente de variación genotipos para todas las variables evaluadas no presenta diferencias significativas lo que indica que todos los genotipos experimentales son estadísticamente iguales.

Chiles Anchos

En el **Cuadro 4.2.** la fuente de variación genotipos mostró una significancia al nivel de ($P \leq 0.05$) para las variables de rendimiento, número de

frutos y peso de fruto de chile Ancho, indicando la existencia de variabilidad entre los genotipos por lo cual se podrá realizar selección para los mejores materiales.

Mientras que para la fuente de variación repeticiones las variables de rendimiento, número de frutos y peso de fruto, mostraron diferencias altamente significativas a nivel ($P \leq 0.01$), lo cual se atribuye principalmente que las localidades involucradas no tuvieron el mismo manejo agronómico o las mismas condiciones climáticas como también puede ser por las condiciones edáficas.

La fuente de variación testigos vs genotipos experimentales (TC1 vs TC2) para todas las variables evaluadas se mostró una diferencia significativa al ($P \leq 0.05$), lo que indica que los genotipos experimentales son distintos a los testigos, lo que se corrobora con las medias de los testigos y los experimentales, donde se encontró que los genotipos experimentales son superiores a los testigos en todas sus variables.

Cuadro 4.2. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables de Rendimiento, Número de Frutos y Peso de Fruto en chiles anchos.

FV	GL	Rendimiento	N. Frutos	Peso de Fruto
Gen	6	215.25*	12.38*	0.23*
Rep	4	353.32**	56.53**	0.35**
TC1 vs TC2	1	442.18*	29.15*	0.46*
Error	24	67.06	3.93	0.07
Total	34			
Media TC1		26.28	7.1	0.8656
Media TC2		34.148	9.12	1.12
Media		31.90	8.54	1.05
CV		25.67	23.20	25.33

*, **= Significativo al 0.05 de probabilidad y punto 0.01 respectivamente; CV= Coeficiente de variación; GL= Grados de Libertad; (Rep)=Repeticiones equivale a localidades; (Gen) Genotipos, TC1= Testigos, TC2= Híbridos experimentales. N. Frutos= Número de frutos.

Prueba de TUKEY para Chile Ancho

En el **Cuadro 4.2.1.** se observa el agrupamiento de las repeticiones para cada una de las variables evaluadas (Número de Frutos, Peso de Fruto y Rendimiento) este caso la mejor localidad para la variable número de frutos fue la numero dos en el grupo A y para las variables peso de fruto y rendimiento fueron las repeticiones 4 localizándose en el grupo A.

Cuadro 4.2.1. Agrupaciones de la prueba de TUKEY para las repeticiones equivalentes a localidades de las variables evaluadas (Rendimiento, Número de Frutos, Peso de Fruto) en Chile Ancho.

N. FRUTOS			PESO DE FRUTO			RENDIMIENTO		
Agrup	Rep		Agrup	Rep		Agrup	Rep	
A	2		A	4		A	4	
A	B	4	A	1		A	B	1
	B	C	1	A	B	2	A	B
	C	D	5	A	B	5	A	B
	D	3		B	3		B	3

Agrup= Agrupamiento, Rep= Repetición equivalente a localidades.

Análisis de Varianza para los Genotipos Utilizados como Testigos (TC1)

En el **Cuadro 4.2.2.** en la fuente de variación genotipos no se obtuvo diferencias significativas en ninguna de sus variables de rendimiento, peso de fruto y número de frutos en Chile Ancho, lo que indica que son estadísticamente iguales.

Mientras que para la fuente de variación repeticiones tuvo una diferencia significativa al ($P \leq 0.05$), en la variable de número de frutos, lo que se atribuye una diferencia en el manejo del cultivo o a efectos ambientales. Mientras que en las variables peso de fruto y rendimiento no presentaron diferencia estadísticas significativas, esto último indica que las localidades fueron estadísticamente iguales para estas dos variables.

Cuadro 4.2.2. Análisis de varianza para las variables, Rendimiento, Número de Frutos y Peso de Fruto para dos genotipos testigos de chile ancho.

FV	GL	Rendimiento	N. Fruto	Peso de Fruto
Gen	1	3.84	0.90	0.00296
Rep	4	166.80	21.85*	0.18
Error	4	47.64	2.65	0.05
Total	9			
Media		26.28	7.1	0.8656
CV		26.26	22.93	25.38

*, **= Significativo al 0.05 de probabilidad y punto 0.01 respectivamente; CV= Coeficiente de variación; GL=Grados de Libertad; (Rep) =Repeticiones equivalente a localidades; (Gen)=Genotipos. N. Frutos= Número de frutos.

Análisis de Varianza para los Genotipos Experimentales (TC2)

En el **Cuadro 4.2.3.** la fuente de variación genotipos presentan una diferencia significativa al ($P \leq 0.05$) para las variables evaluadas de rendimiento y peso de fruto, esto muestra que hay variabilidad entre los genotipos y ello permitirá hacer selección entre ellos.

Mientras que en la fuente de variación de repeticiones se observan diferencias altamente significativas para las variables de rendimiento y número

de frutos, esto muestra una variabilidad en el comportamiento de los genotipos en las repeticiones, lo cual puede deberse a la forma de la conducción de los experimentos. Y para la variable de peso de frutos solo se encontró diferencia significativa al ($P \leq 0.05$), en general podemos decir que las localidades (Rep) tuvieron diferente promedio para todas las variables.

Cuadro 4.2.3. Cuadrados medios de un análisis de varianza para las variables, Rendimiento, Número de Frutos y Peso de Fruto para cinco genotipos experimentales de Chile ancho.

FV	GL	Rendimiento	N. Frutos	Peso de Fruto
Gen	4	211.37*	11.06	0.23*
Rep	4	299.51**	38.86**	0.28*
Error	16	60.43	4.19	0.07
Total	24			
Media		34.148	9.12	1.12
CV		22.77	22.43	22.92

*, **= Significativo al 0.05 de probabilidad y punto 0.01 respectivamente; CV= Coeficiente de variación; GL=Grados de Libertad; (Rep) Repeticiones equivalente a localidades; (Gen) Genotipos. N. Frutos= Número de frutos.

Chiles Serranos

En el **Cuadro 4.3.** la fuente de variación genotipos no mostró diferencias estadísticas para ninguna de sus variables evaluadas (Rendimiento, número de frutos, peso de fruto), lo que indica que todos los genotipos son estadísticamente iguales.

La variable número de frutos mostró diferencias altamente significativas para la fuente de variación repeticiones entendiéndose que las repeticiones (localidades) se comportan diferentes, dicho comportamiento puede atribuirse a

las características propias de las localidades o al manejo agronómico de cada una de ellas, tomando en cuenta que cada localidad fue tomada como una repetición. Mientras que para las variables peso de fruto y rendimiento las localidades no tuvieron diferencias.

Cuadro 4.3. Cuadrados medios del análisis de varianza general para componentes de rendimiento de chile Serrano.

FV	GL	Rendimiento	N. Frutos	Peso de Fruto
Gen	5	167.43	74.58	0.19
Rep	3	343.39	1183.04**	0.24
TC1 vs TC2	1	99.19	36.75	0.13
Error	15	136.09	154.18	0.14
Total	23			
Media TC1		25.26	56.63	0.85
Media TC2		29.58	54.00	1.00
Media		28.14	54.88	0.95
CV		41.46	22.63	40.05

*, **= Significativo al 0.05 de probabilidad y punto 0.01 respectivamente; CV= Coeficiente de variación; GL=Grados de libertad; (Rep) Repeticiones equivale a localidades; (Gen) Genotipos, TC1= Testigos, TC2= Híbridos experimentales. N. Frutos= Número de frutos

La fuente de variación media de los genotipos testigos y de los genotipos experimentales (Media TC1 y Media TC2) para las variables evaluadas indica que los genotipos experimentales son iguales a los testigos.

Prueba de TUKEY para Chile Serrano

En el **cuadro 4.3.1.** se observan las agrupaciones formadas en la prueba de TUKEY para las variables rendimiento, número de fruto, peso de fruto, para

chile serrano. En este caso la mejor localidad para la variable de número de frutos fue la numero tres y para las variables peso y rendimiento las localidades fueron estadísticamente iguales.

Cuadro 4.3.1. Agrupaciones de la prueba de TUKEY para las repeticiones equivalentes a localidades de las variables evaluadas (Rendimiento, Número de Frutos, Peso de Fruto) en Chile Serrano.

N. FRUTOS		PESO FRUTO		RENDIMIENTO	
Agrup	Rep	Agrup	Rep	Agrup	Rep
A	3	A	2	A	2
A	B	A	3	A	3
	B	A	1	A	1
	B	A	4	A	4

Agrup= Agrupamiento, Rep= Repetición equivalente a localidades, N. Frutos= Numero de Frutos

Análisis de Varianza para los Genotipos Utilizados como Testigos (TC1)

El **Cuadro 4.3.2.** muestra los cuadrados medios del análisis de varianza general para las variables evaluadas genotipos testigos de chile Serrano. La fuente de variación genotipos no detectó diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas, lo que indica que todos los genotipos son estadísticamente iguales.

Mientras que para la fuente repeticiones para la variable número de frutos mostró diferencia significativa al ($P \leq 0.05$) esto se puede deber a las condiciones de manejo del experimento o a condiciones climáticas. Mientras que para las demás variables evaluadas no detectó diferencias.

Cuadro 4.3.2. Análisis de varianza para las variables, Rendimiento, Número de Frutos y Peso de Fruto para tres genotipos testigos de chile serrano.

FV	GL	Rendimiento	N. Frutos	Peso de Fruto
Gen	1	631.90	66.13	0.68
Rep	3	266.40	931.13*	0.22
Error	3	186.97	33.46	0.18
Total	7			
Media		25.26	56.63	0.85
CV		54.13	10.22	50.10

*, **= Significativo al 0.05 de probabilidad y punto 0.01 respectivamente; CV= Coeficiente de variación; GL=Grados de Libertad; (Rep)=Repeticiones equivalente a localidades; (Gen)=Genotipos, N. Frutos= Número de frutos.

Análisis de Varianza para los Genotipos Utilizados como Testigos (TC2)

En el **Cuadro 4.3.3.** en la fuente de variación genotipos para las variables de rendimiento, número de frutos y peso de fruto no mostró diferencias significativas, lo que indica que tienen el mismo comportamiento estadísticamente.

La fuente de variación repeticiones para todas las variables no presentó diferencias. Lo cual dice que las variables muestran estabilidad entre las repeticiones.

Cuadro 4.3.3. Análisis de varianza para las variables, Rendimiento, Número de Frutos y Peso de Fruto para tres genotipos testigos de chile serrano.

FV	GL	Rendimiento	N. Frutos	Peso de Fruto
Gen	3	35.35	90.00	0.04
Rep	3	142.94	480.83	0.09
Error	9	142.51	169.50	0.16
Total	15			
Media		29.58	54.00	1.00
CV		40.36	24.11	39.38

*, **= Significativo al 0.05 de probabilidad y punto 0.01 respectivamente; CV= Coeficiente de variación; GL=Grados de Libertad, (Rep)=Repeticiones equivalente a localidades; (Gen)=Genotipos. N. Frutos= Número de frutos.

Después de obtener los análisis de varianza para las variables evaluadas se prosiguió a realizar el análisis de varianza de índices de selección para cada una de las repeticiones construido por las tres variables (Número de frutos, peso y rendimiento) lo que permitió generar información pertinente para posteriormente hacer análisis de varianza de índices de selección incluidas las tres variables (Peso, número de frutos y rendimiento) cuyos resultados se presentan en los cuatro cuadros siguientes.

Análisis de Varianza para un Índices de Selección de Chiles Jalapeños

En el **Cuadro 4.4.** para la fuente de variación genotipos no muestra diferencias estadísticas lo que nos indica que estadísticamente los índices de selección de los genotipos son iguales.

Mientras que para la fuente de variación repeticiones muestra una diferencia significativa al ($P \leq 0.05$) lo que indica que por lo menos una repetición o localidad fue superior.

Cuadro 4.4. Resultados del análisis de varianza general de índices de selección de 13 genotipos evaluados en Guanajuato en 2015.

Fuente de Variación	GL	CUADRADOS MEDIOS
Gen	12	23.885
Rep	5	60.916 *
Error	60	1329.333
C.V		47.233
Media		9.965

*, **= Significativo al 0.05 de probabilidad y punto 0.01 respectivamente; CV= Coeficiente de variación; GL=Grados de libertad, (Rep)=Repeticiones equivalente a localidades; (Gen)=Genotipos.

Análisis de Estabilidad y Selección de Híbridos por IS Mediante el Modelo de SREG para Chile Jalapeño.

La metodología SREG es adecuada para los mejoradores ya que permite la identificación de genotipos superiores con adaptación específica y logra una clasificación de los ambientes de prueba con base a su poder de discriminación.

En este grafico (Figura 1) el sector donde se encuentra la localidad 3 (H A), el mejor desempeño lo tiene el hibrido testigo 3 (Bravo) seguido de los híbridos experimentales 11 y 6 de la empresa Harris Moran.

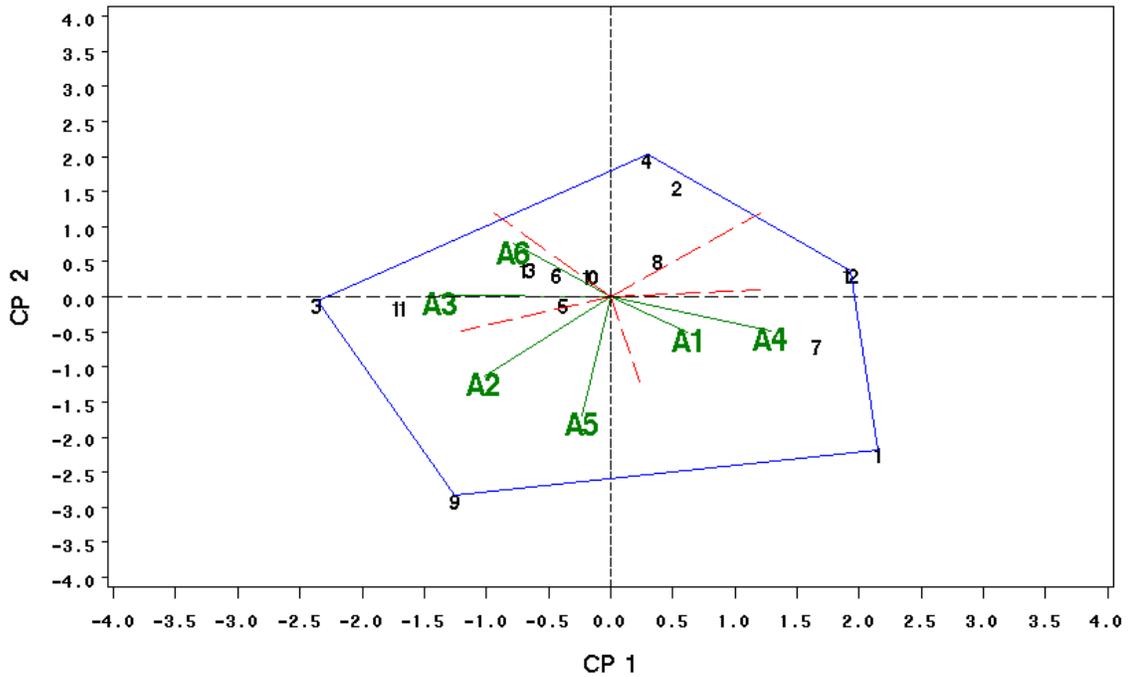


Figura 1. Grafica biplot del modelo SREG para observar los patrones de respuesta de 13 híbridos de chile Jalapeño y 6 localidades donde fueron evaluados durante verano 2015. CP 1 Y CP 2-Correspondientes a componentes principales uno y dos.

Para el sector donde se ubican la localidad 6 y 3 (JR y HA) el mejor desempeño lo tiene el hibrido experimental 3. Para la localidad 2 (Mez) y 5 (FO A) el mejor hibrido es el hibrido experimental 9, mientras que el hibrido 1 tiene buen comportamiento agronómico en la localidad 1 y 4.

La localidad con mayor poder de discriminación y más representativa es la numero 3 (JHA) ya que tiene el vector con mayor longitud.

Análisis de Varianza para un Índice de Selección de Chiles Anchos

En el **cuadro 4.5.** se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza de índices de selección donde para la fuente de variación genotipos muestra una diferencia significativa al ($P \leq 0.05$) lo que indica que por lo menos uno de los genotipos posee un valor de IS superior al resto.

Cuadro 4.5. Resultados del análisis de varianza general de índices de selección de 7 genotipos evaluados en Guanajuato en 2015.

Fuente de Variación	GL	CUADRADOS MEDIOS
Gen	6	346.512 *
Rep	4	51.087
Error	24	392.071
C.V		53.269
Media		7.588

*, **= Significativo al 0.05 de probabilidad y punto 0.01 respectivamente; CV= Coeficiente de variación; GL= Grados de libertad; (Rep)=Repeticiones equivalente a localidades; (Gen) Genotipos.

Para la fuente de variación repeticiones no mostró diferencias significativas lo que indica las localidades son estadísticamente iguales para el índice de selección.

Prueba de TUKEY de Índices de Selección para los Genotipos de Chile Anchos

En el **Cuadro 4.5.1.** se observan las medias de la agrupación por TUKEY de los genotipos de chile ancho para los índices de selección, donde el mejor es el híbrido experimental 7 de la empresa Harris Moran.

Cuadro 4.5.1. Agrupaciones de la prueba de Tukey de índices de selección para 5 genotipos experimentales de la empresa Harris Moran y 2 genotipos testigos de Chile Ancho evaluadas en el estado de Guanajuato en 2015.

AGRUPAMIENTO		MEDIA	GENOTIPO
A		10.634	1
A		9.944	2
A		9.106	5
A		8.859	6
A	B	7.046	3
A	B	7.001	4
	B	0.523	7

Análisis de Estabilidad y Selección de Híbridos por IS Mediante el Modelo de SREG para Chile Ancho.

En el polígono de Biplot GGE se forman diversos sectores que ocasionan la separación de genotipos en subgrupos, donde el genotipo y el ambiente que caen dentro de un mismo sector están asociados y el grupo germoplásmico que están en los vértices de cada sector es el que tiene mejor desempeño en los ambientes incluidos (Yan *et al.*, 2000).

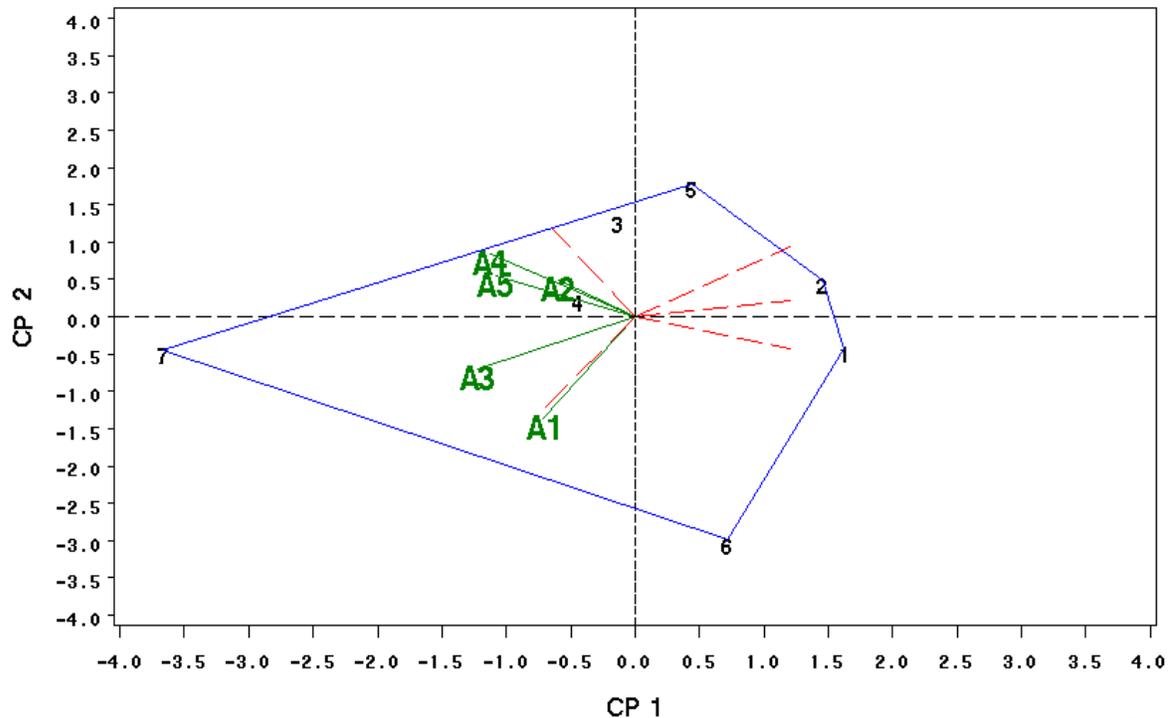


Figura 2. Grafica biplot del modelo SREG para observar los patrones de respuesta de 7 híbridos de chile Ancho y 5 localidades, donde fueron evaluados durante el verano 2015. CP 1 Y CP 2-Correspondientes a componentes principales uno y dos.

En el grafico Biplot (Figura 2) se muestra las localidades 1, 2,3, 4 y 5 (MEZ, HA, FO O, FO A y JR respectivamente) ubicadas en el mismo sector constituyen parte del mismo mega-ambiente para este el mejor desempeño y mayor estabilidad a través de los ambientes lo tiene el híbrido experimental 7 de la empresa Harris Moran para todas las localidades de evaluación, por ser el que está en el vértice de índices de selección con menor valor y en ese sector se encuentran todas las localidades.

Los híbridos 1, 2 y 6 no se asociaron a ningún ambiente lo que nos dice que no han tenido buen desempeño ni estabilidad en ninguno de las localidades donde se evaluaron. Al respecto (Yan *et al.*, 2001) menciona que este grafico permitía identificar además del genotipo ideal como aquel con alta puntuación en el primer eje del componente principal (CP1) que está asociada a altos

rendimientos (si fuese la variable en estudio) y las puntuaciones cercanas a cero en el segundo eje del componente principal (CP 2), está relacionada con buena estabilidad del genotipo a través de los ambientes contrastantes.

Análisis de Varianza para un Índice de Selección de Chiles Serranos.

En el **Cuadro 4.6** se muestran los cuadrados medios del análisis de varianza general de un índice de selección para chiles serranos, la fuente de variación genotipos no mostró diferencias significativas lo que nos indica que son estadísticamente iguales.

La fuente de variación repeticiones no presentó diferencias significativas lo que nos hace ver que las repeticiones se comportaron de manera similar y que son estadísticamente iguales.

Cuadro 4.6. Resultados del análisis de varianza general de índices de selección de 7 genotipos evaluados en Guanajuato en 2015.

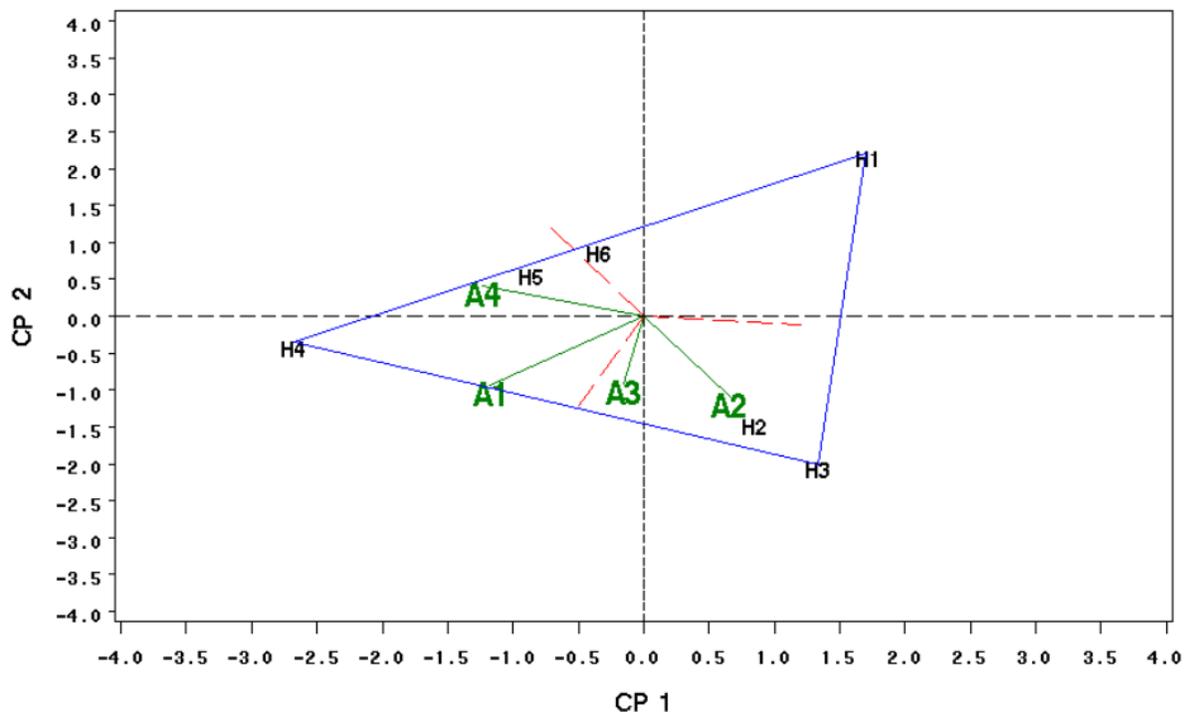
Fuente de Variación	GL	CUADRADOS MEDIOS
Gen	5	140.564
Rep	3	22.250
Error	15	282.761
C.V		60.245
Media		7.207

*, **= Significativo al 0.05 de probabilidad y punto 0.01 respectivamente; CV= Coeficiente de variación; GL=Grados de libertad, (Rep)=Repeticiones equivalente a localidades; (Gen) Genotipos.

Análisis de Estabilidad y Selección de Híbridos por IS Mediante el Modelo de SREG para Chile Serrano

En el grafico SREG (Figura 3) se observa el sector donde se ubican las localidades 1 y 4 (MEZ y JR) el mejor desempeño y mayor estabilidad lo tiene el híbrido experimental 4 de la empresa Harris Moran, para la localidad 4 (JR) el híbrido experimental 5 se adapta a este ambiente.

Para los ambientes 2 (HA) y 3(FO) el híbrido con buen desempeño es el 3.



V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los análisis estadísticos realizados para las tres variables evaluadas (Número de frutos, peso de fruto y rendimiento) para los diferentes híbridos de chile (Jalapeño, ancho y Serrano) se detectó variabilidad entre ellos, esto permitió hacer una selección adecuada de genotipos, así como para cada una de las diferentes localidades donde se adapta mejor cada genotipo.

Con lo obtenido en los análisis de índices de selección y el modelo SREG se seleccionaron el híbrido experimental de chile Jalapeño 11, para chile Ancho el mejor genotipo para todas la localidades de evaluación es el 7 y para Serranos el híbrido 4.

LITERATURA CITADA

- Aguilar, RVH, T. Corona, P. López, L. Latournerie, M. Ramírez, H. Villalon, et al. 2010.** Los chiles de México y su distribución. 114 p. Ed. SINAREFI. Colegio de Postgraduados, INIFAP, IT-Conkal, UANL, UAN, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.
- Alonso RA, Moya C, Cabrera A, Ponce P, Quiroga R, Rosales MA, Zuart JL. 2008.** Evaluación *in situ* de la variabilidad genética de los chiles silvestres (*Capsicum* spp.) en la región Frailesca del estado de Chiapas, México. *Cultivos Tropicales* 29: 29-55.
- Blum, E. L, M. Mazourek, M. O'Connell, J. Curry, T. Thorup, K. Liu, M. Jhan, and I. Paran. 2003.** Molecular mapping of capsaicinoids biosynthesis genes and quantitative trait loci analysis for capsaicinoids content in *Capsicum*. *Theor. Appl. Genet.* 108: 79-86
- Bosland, P.W. 1992.** Chiles: a diverse crop. *HortTechnology* 2:6-10.
- 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.
- BRUNETON, J. Farmacognosia, Fotoquímica. Plantas Medicinales. España. Acribia, S. A. (2001).**
- Castañón-Nájera G, Latournerie-Moreno L, Mendoza-Elos M, Vargas-López A, Cárdenas-Morales H. 2008.** Colección y caracterización de chile (*Capsicum* spp) en Tabasco, México. *Øhyton, International Journal of Experimental Botany* 77: 189-202.
- Cerón R. J. J y J. Sahagún. (2005).** Un índice de selección basado en componentes principales. *Agrociencia.* 39(6):667-677.
- Cotes, T. J. M y Núñez L. C. E. (2001).** Propuesta para el análisis de diseños aumentados en fitomejoramiento: Un caso en papa. *Revista Latinoamericana de la Papa.* 12:15-34. Disponible en línea: <http://www.papaslatinas.org/ojs/index.php/rev-alap/article/view/106/109>

- Cruz-Pérez, A. B., V. A. González-Hernández, R. M. SotoHernández, M. A. Gutiérrez-Espinoza, A. A. Gardea-Béjar, y M. Pérez-Grajales. 2007.** Capsaicinoides, vitamina C y heterosis durante el desarrollo del fruto de chile manzano. *Agrociencia* 41: 627-635.
- Gutiérrez, del R. E.; Palomo, G. A.; Espinoza, B. A. y De la Cruz, L. E. (2002).** Aptitud combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en la comarca lagunera, México. *Rev. Fitot. Mex.* 24(3):271-277. Disponible en línea: <http://www.redalyc.org/html/610/61025307/>
- Rodríguez Vázquez F.J. 2010.** Germinación de chile Serrano (*Capsicum annuum*) var. Tampiqueño con 3 niveles de lombricomposta”
- Latournerie L, Chávez JL, Pérez M, Castañón G, Rodríguez SA, Arias LM, Ramírez P. 2002.** Valoración in situ de la diversidad morfológica de chiles (*Capsicum annuum* L. y *Capsicum chinense* Jacq.) en Yaxcabá, Yucatán. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25: 25-33.
- Liu S, Li W, Wu Y, Chen C, Lei J. 2013.** De novo transcriptome assembly in chili pepper (*Capsicum frutescens*) to identify genes involved in the biosynthesis of capsaicinoids. *PLOS One* 8(1-e48156): 1-8.
- López Riquelme G.O. México. 2003.** Chilli: La especia del nuevo mundo. Facultad de Ciencias.Universidad Nacional Autónoma de México. 069: 66-75. Recuperado el 01 de febrero de 2017, de:
<http://www.ejournal.unam.mx/cns/no69/CNS06908.pdf>
- 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.
- Luna Ruiz J. de J. 2010.** Variedades e híbridos y producción de semilla. Memorias 1er foro para productores de chile, Zacatecas, Zac. 2010. Pág. 10
- Kobata, K., T. Todo, S. Yazawa, K. Iwai, and T. Watanabe. 1998.** Novel capsaicinoid-like substances, capsiate and dyhydrocapsiate, from the fruits of a nonpungent cultivar, CH-19 sweet, of pepper (*Capsicum annuum*). *J. Agric. Food Chem.* 46: 1695-1697.
- Kraft KH, Brown CH, Nabhan GP, Luedeling E, Luna-Ruiz JJ, Coppens dEeckenbrugge G, Hijmans RJ, Gepts P. 2014.** Múltiple lines of evidence for the origin of domesticated chili pepper, *Capsicum annuum*, in México. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 111: 6165-6170.

- Maiti, R.K., N.C Sarkar, V.P. Singh, and S.S. Purohit. 2007.** Research advances in Capsicum-Pepper (*Capsicum annuum* L.) and Other Species. Jodhpur, Agrobios, India, xiv, 224 p.
- Marin, A., F. Ferreres, F.A. Tomás Barberán y M. Gil. 2004.** Characterization and quantitation of antioxidant constituents of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 3861-3869.
- Nuez F., R Gil Ortega and J. Costa (2003).** El cultivo de pimientos, Chiles y Ajies. Ed. Mundi, prensa. Madrid, España. 586pp
- Nuez, V.F., R.G. Ortega y J.A. García. 1996.** El cultivo de pimientos, chiles y ajies. Ed. Mundi-Prensa. P.61-113.
- Pedraza R.L. Y G. Gómez A. 2008.** Análisis exportación del mercado y la comercialización del chile piquín (*C. annuum*, var, *aviculare* Dierb.) en México. Vol. No 5.
- Pérez-Castañeda LM, Castañón-Nájera G, Mayek-Pérez N. 2008.** Diversidad morfológica de chiles (*Capsicum* spp.) de Tabasco, México. *Cuadernos de Biodiversidad* 27: 11-22.
- Pérez-Castañeda, Laura Maryela, Castañón-Nájera, Guillermo, Ramírez-Meraz, Moisés, & Mayek-Pérez, Netzahualcóyotl. 2015.** Avances y perspectivas sobre el estudio del origen y la diversidad genética de *Capsicum* spp. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 2(4), 117-128. Recuperado en 01 de febrero de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282015000100009
- Pérez-Gálvez, A., H. D. Martin, H. Sies y W. Stahl. 2003.** Incorporation of carotenoids from paprika oleoresin into human chylomicrons. *British Journal of Nutrition* 89: 787-793.
- Pozo O, Montes S, Redondo E. 1991.** Chile (*Capsicum* spp.) En: Ortega PR; G Palomino, F Castillo, VA González y M Livera (Eds.) *Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos en México*. SOMEFI, Chapingo, México, pp: 217-238.
- Ramírez, D. J. L.; Chuela, B. M.; Vida, M. V. A.; Ron, P. J. y Caballero, H. F. (2007).** Propuesta para formar híbridos de maíz combinando patrones heteróticos. *Rev. Fitotec. Mex.* 30(4):453-461. Disponible en línea: <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/30-4/13a.pdf>
- Semel, Y.; Nissenbaum, J.; Menda, N.; Zinder, M.; Krieger, U.; Issman, N.; Pleban, T.; Lippman, Z.; Gur, A. and Zamir, D. (2006).** Overdominant quantitative trait loci for yield and fitness in tomato. *PNAS* 103: 12981–12986. Disponible en línea: <http://www.pnas.org/content/103/35/12981.full>

- SIAP – SAGARPA 2016.** Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Producción agrícola por cultivo. www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo.
- SIAP 2016.** Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Mexico. 20 pp.
- Toledo-Aguilar, Rocío, López-Sánchez, Higinio, Santacruz-Varela, Amalio, Valadez-Moctezuma, Ernestina, López, Pedro A, Aguilar-Rincón, Víctor H, González-Hernández, Víctor A, & Vaquera-Huerta, Humberto. (2016).** Characterization of genetic diversity of native 'Ancho' chili populations of Mexico using microsatellite markers. Chilean journal of agricultural research, 76(1), 18-26. Recuperado en 01 de febrero de 2017, de: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392016000100003>
- Vázquez-Flota, F., Ma. L. Miranda-Ham, M. MonforteGonzález, G. Gutiérrez-Carbajal, C. Velázquez-García, y Y. Nieto-Pelayo. 2007.** La biosíntesis de capsaicinoides, el principio picante del chile. Rev. Fitotec. Mex. 30: 353-360.
- Waizel B.J, Camacho M.R. 2011.** El género *Capsicum spp* (chile) un versión panorámica. Revista de divulgación científica Aleph Zero año 16 núm. 60
- Yan, W., L.A Hunt., Q. Sheng and Z. Szlavnic., (2000).** Cultivar evaluation and mega-environment investigation based on the GGE biplot. Crop Sci.
- Yan W., Cornelius P.L, Crossa J., y Hunt L. A. (2001).** Two Types of GGE Biplots for Analyzing Multi-Environment Trial Data. Crop Sci, 41, pp. 656-663.
- Zewdie, Y., and P.W. Bosland. 2000.** Evaluation of genotype, environment, and genotype-by-environment interaction for capsaicinoids in *Capsicum annum* L. Euphytica 111: 185-190.