

**PREDICCIÓN DE HÍBRIDOS DE CHILE JALAPEÑO
TROPICAL MEDIANTE ANÁLISIS DE CRUZAS
DIALÉLICAS Y MESTIZOS, USANDO PROBADORES
EXÓTICOS**

OSCAR GILBERTO LÓPEZ MOYA

TESIS

**Presentada como requisito parcial para obtener el
grado de:**

MAESTRO EN CIENCIAS

EN FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA



ANTONIO NARRO

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2007

**PREDICCIÓN DE HÍBRIDOS DE CHILE JALAPEÑO TROPICAL
MEDIANTE ANÁLISIS DE CRUZAS DIALÉLICAS Y MESTIZOS,
USANDO PROBADORES EXÓTICOS**

**Tesis elaborada bajo la supervisión y asesoría del Comité Particular de Asesoría y
aprobada por el mismo, como requisito parcial para obtener el grado de**

**MAESTRO EN CIENCIAS
EN FITOMEJORAMIENTO**

Comité Particular

Asesor Principal

Dr. Alfonso López Benítez

Asesor

Dr. Alfredo de la Rosa Loera

Asesor

M. C. Moises Ramirez Meraz

Asesor

Dr. Fernando Borrego Escalante

director de Posgrado

Dr. Jerónimo Landeros Flores

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Diciembre de 2007

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico otorgado durante mis estudios de Postgrado.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) por darme la oportunidad de realizar mis estudios de postgrado.

Al Campo Experimental Sur de Tamaulipas (CESTAM) del Instituto Nacional de Investigación Forestal y Agropecuaria (INIFAP) por su apoyo y disponibilidad en la evaluación de campo, pero muy en especial al MC. Moisés Ramírez Meraz por su colaboración y apoyo en la realización de este trabajo.

A mi maestro y asesor Dr. Gaspar Martínez Zambrano (†) por su amistad, dedicación y apoyo en la realización de este trabajo.

Al Dr. Alfredo de la Rosa Loera, por la gran ayuda aportada a la presente investigación en los aspectos de procesamiento é interpretación de los datos y del trabajo en sí.

A mi maestro y asesor, Dr. Alfonso López Benítez, por su apoyo y entusiasmo para la realización de este trabajo

A mi maestro y asesor, Dr. Fernando Borrego Escalante, por brindarme su apoyo y su asesoría en la realización de este trabajo.

A la Ing. Lourdes Hernández Hernández, por su amistad sincera durante todo este tiempo que llevamos de conocernos.

A mis amigos y compañeros del Postgrado en Fitomejoramiento y a todas aquellas personas que de manera incondicional siempre me brindaron su apoyo y amistad aun en tiempos difíciles.

A TODOS UDS. MUCHAS GRACIAS

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Ma. Luisa Moya Santos (†)

Enrique López Gómez (†)

Dedico este trabajo a mis padres pero muy en especial a mi Madre, por darme la vida, por apoyarme incondicionalmente en mis proyectos y guiarme por el sendero de la vida y le agradezco por todo su infinito amor, y por los principios morales que me enseñó para poder ser un hombre de bien.

A MIS HERMANOS

Ángel, Daniel, Juan, Jorge, Javier, Rosalva y Enrique

Por darme su apoyo durante la realización de mis estudios.

A MIS SOBRINOS

Paul, Yadira, Michael, Natalí, Henry, Jorge, Laura, Israel, Fernando, Sinaí, Bryam, yovani y Misael.

Porque son inocencia, alegría y esperanza, lo cual ha llenado de alegría y entusiasmo mi vida.

A MI MAESTRO Y ASESOR

Dr. Gaspar Martínez Zambrano (†)

Por su amistad, dedicación y apoyo en la realización de este trabajo, que aunque no se encuentre ya entre nosotros, lo recordamos todos sus alumnos y amigos, puesto que fomento en nosotros el hábito por la investigación.

Pero sobre todo dedico este trabajo, a Alguien que hizo posible tener todo: mis padres, hermanos, sobrinos y amigos, a Alguien que me da fortaleza para seguir adelante cada día, a Alguien que es toda la razón de vivir y que es mi fuente de inspiración y vida.

A MI DIOS

COMPENDIO

Predicción de Híbridos de Chile Jalapeño Tropical Mediante Análisis de Cruzas Dialélicas y Mestizos, Usando Probadores Exóticos

POR

OSCAR GILBERTO LOPEZ MOYA

MAESTRÍA EN CIENCIAS

EN FITOMEJORAMIENTO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Diciembre 2007

Dr. Alfonso López Benítez -Asesor-

Palabras Clave: *Capsicum annuum*, *Predictores*, *línea por probador*, *chile Guajillo*, *chile Jalapeño* y *chile Serrano*.

No es fácil hablar del chile. Implica un alarde de conocimientos. Fue conocido por los botánicos como *Capsicum*, *spp.* y tiene una larga tradición cultural en México. (Long 2005).

En el desarrollo de híbridos, la identificación de buenos progenitores es igualmente importante a la creación de híbridos superiores y es necesario

enfatar no solo en la aptitud combinatoria de las líneas, sino también en el comportamiento de las líneas endogámicas *per-se* especialmente su capacidad para producir buena cantidad y calidad de semilla (Vasal *et al*, 1997).

En el presente trabajo se usaron tres métodos de predicción del valor híbrido basados sobre el comportamiento *per-se* de los progenitores, los efectos de ACG de las líneas y los de ACE de las cruzas y el comportamiento promedio de las líneas progenitoras en cruzas con un probador esto para compararlos con las medias de las cruzas originales y observar cual método es mas exacto para predecir híbridos en plantas autogamas, los datos para la predicción fueron obtenidos de la evaluación de 5 líneas de chile Jalapeño bajo el modelo (diseño dialélico) 4 de Griffing, y también bajo el diseño II de Carolina del Norte donde se cruzaron las 5 líneas de Jalapeño contra 5 líneas de Guajillo y 5 líneas de Serrano. Las variables a evaluar fueron: Numero Total de Frutos (NTF), Peso Total de Frutos (PTF), Longitud del Fruto (LF) y Diámetro de Fruto (DF).

De acuerdo al análisis genético estadístico de las cruzas intra-rraciales de Jalapeño, se observa que el Rendimiento (NTF y PTF), está influenciado por genes tanto de tipo aditivo como de dominancia, con respecto a la Longitud del Fruto (LF) se encontró que se debe principalmente a efectos del tipo aditivo y en menor grado a los de dominancia y el Diámetro de Fruto (DF) esta influenciado por genes de tipo aditivo.

Las cruzas interracial de Guajillo x Jalapeño (G x J) para las variables NTF, PTF y LF intervienen tanto hembras machos y su interacción mientras que para el Diámetro de Fruto (DF) solo intervienen la hembra (Guajillo), fue la que le da mayor diámetro.

Para la crusa interracial J x S para todas las variables evaluadas (NTF, PTF, LF y DF) tanto la Hembra, el Macho y su Interacción influyen en el Rendimiento como en el Tamaño del Fruto.

Con respecto a las correlaciones que se realizaron a los tres métodos predictivos del valor híbrido, se observó que el mejor método predictivo fue el II, ya que en cruzas utilizando materiales exóticos, presentó una correlación positiva con un rango de 0.67 a 0.93. Este método considera el valor medio de la población y el efecto aditivo (ACG) de los progenitores.

Los métodos de predicción del valor híbrido no son tan exactos al utilizarlos en poblaciones autogamas que se formaron a partir de germoplasma exótico o introducido, puesto que al existir distancias genéticas entre estos, producen cierto grado de heterosis, que es importante si se desea grupos heterocitos. Estos métodos de predicción son mas recomendables en poblaciones que se formaron a partir de un mismo pool genético.

ABSTRAC

**Predicting Hybrids of Tropical Jalapeño Hot Pepper by Diallel Cross,
Analysis and Top-Cross Using Exotic Testers**

BY

OSCAR GILBERTO LOPEZ MOYA

MASTER OF SCIENCE

IN PLANT BREEDING

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, Diciembre de 2007

Dr. Alfonso López Benítez -Advisor-

Key words: *Capsicum annum*, *predicting*, *line x tester*, *Jalapeño hot pepper*, *Serrano hot pepper* y *Guajillo hot pepper*.

It is not easy about pepper, it takes a lot of knowledge. It was known by the botanists as *Capsicum*, spp. And has a large cultural tradition in Mexico (Long 2005).

In developing hybrids, identification of good progenitor is important to create superior hybrids and it is needed not only emphasize on combining attitude of the lines but also in the behavior of inbreeding lines *per-se*,

particularly on their capacity to produce good seed amount and quality (Vasal *et al.*, 1997).

In this work we utilized three prediction methods of hybrid value based on the behavior *per-se* of the progenitors. The GCA of the lines, the ECA of the crosses and the average behavior of the progenitor lines in crosses with a tester this in order to compare them with average of the original crosses and see which method is more precise to predict hybrids in self breeding plants. Data for predictions were obtained from the evaluation of five lines of Jalapeño pepper under the model 4 by griffing (Diallel design) and also under the design II the Carolina del Norte where the five Jalapeño lines were crosses to five Guajillo lines and five Serrano lines. The variables evaluated were Total Number of Fruits (NTF), Total Weight of Fruits (PTF), Length of Fruits (LF) and Fruits Diameter (DF).

According to the jalapeño interracial crosses, we see that yield (NTF and PTF) are influenced by additive and dominant genes. Regarding fruit length, it is due to mainly to additive effects and in a lesser degree to dominance effects. In respect to fruit diameter (DF), it is due to genes of additive effect.

Inter-racial crosses of of Guajillo by Jalapeño (G x J) for Variables NTF, PTF and LF, intervene males as females and their interaction, mean while for fruit diameter (DF) it only females (Guajillo) take part giving grates diameter.

For inter-racial crosses Jalapeño by Serrano, for all evaluated variables (NTF, PTF, LF and DF), females, males and their interaction intervene in yield and in fruit size.

Predicting methods of the hybrid values are not so exact when utilized in populations self breeding formed from exotic or introduced germplasm, since as genetic distances exist between these, they produce certain degree of heterosis that it is important if we want heterotic groups. These predicting methods are more recommendable in populations formed from the same genet pool.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	<i>Pág.</i>
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
ÍNDICE DE APÉNDICE.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Generalidades.....	4
Germoplasma Exótico.....	4
Tipos de Accion Genica.....	6
Diseños Genéticos.....	7
Dialélicos.....	7
Diseño II de Carolina del Norte.....	9
Aptitud Combinatoria.....	9
Diseño Línea * Probador.....	10
Predicción del Valor Híbrido.....	12
MATERIALES Y MÉTODOS.....	15
Localización Geográfica del Área Experimental.....	15
Material Genético a Utilizar.....	16
Formación de Progenies é Híbridos.....	17
Variables a Evaluar.....	19
Diseño Experimental.....	20
Análisis Genético.....	20
Predictor del Valor Hibrido	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
CONCLUSIONES.....	34
RESUMEN.....	36
LITERATURA CITADA.....	38
APÉNDICE.....	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Pág.
3.1	Progenitores empleados en los cruzamientos.....	17
3.2	Plan de cruzamientos entre y dentro de tipos raciales de Chile.....	19
4.1	Cuadros Medios de las variables NTF, PTF, LF, y DF, en Jalapeños.....	25
4.2	Cuadros Medios de las variables NTF, PTF, LF, DF de la cruce Guajillos por Jalapeño	26
4.3	Cuadros Medios de las variables NTF, PTF, LF, y DF, de la cruce Jalapeño por Serranos.....	27
4.4	Predicción de híbridos con base en 3 métodos para la variable Numero Total de Frutos (NTF).....	28
4.5	Predicción de híbridos con base en 3 métodos para la variable Peso Total de Frutos (PTF).....	29
4.6	Predicción de híbridos con base en 3 métodos para la variable Longitud de Fruto (LF).....	30
4.7	Predicción de híbridos con base en 3 métodos para la variable Diámetro de Frutos (DF).....	31
4.8	Correlación entre la predicción de híbridos calculados con base a 3 métodos con los datos reales para las cuatro variables en estudio.....	32

ÍNDICE DE APENDICE

Apéndice		Pág.
8.1	Valores de ACG y ACE para cinco líneas de chile Jalapeño y sus 10 cruzas para las 4 características evaluadas.....	43
8.2	Valores de ACG para cinco líneas de chile Serrano x Jalapeño para las 4 características evaluadas.....	44
8.3	Valores de ACG para cinco líneas de chile Guajillo x Jalapeño para las 4 características evaluadas.....	44
8.4	Medias de cinco líneas de chile Jalapeño y sus 10 cruzas para las 4 características evaluadas	45
8.5	Medias de cinco híbridos de chile Serrano x Jalapeño para las 4 características evaluadas.....	46
8.6	Medias de cinco Híbridos de chile Jalapeño x Guajillo para las 4 características evaluadas.....	46
8.7	Medias de cinco híbridos de chile (Jalapeño x Serrano) (Jalapeño x Guajillo) para las 4 características evaluadas.....	47

INTRODUCCIÓN

No es fácil hablar del chile. Implica un alarde de conocimientos. Fue conocido por los botánicos como *Capsicum, spp.* y tiene una larga tradición cultural en México. Se le considera como una de las primeras plantas cultivadas en Mesoamérica, ya que una de sus especies, *Capsicum annum*, fue adoptada en esta zona durante la época prehispánica. Todas las especies del género *Capsicum* tuvieron su origen en el Nuevo Mundo. "No hay evidencia de su existencia en otros continentes antes del descubrimiento de América; tampoco hay referencias suyas anteriores al siglo XVI en lenguas antiguas, como el sánscrito de la India, el griego o el chino (Long, 2005).

Long (2005). Dice que los botánicos especializados en el estudio del chile calculan que existen entre 2 mil y 3 mil tipos de chile en el mundo (se usa el término "tipo" en vez de "variedad", ya que este último tiene un significado específico en los estudios botánicos).

El género *Capsicum* L. (*Solanaceae*), conocido como ajíes, está compuesto de especies silvestres, semidomesticadas y domesticadas.

Capsicum ha sido una fuente de confusión taxonómica desde hace muchos siglos y las bases de estas dificultades taxonómicas se centran en la evolución paralela de la forma, tamaño y color de los frutos entre las especies domesticadas (Heisser, 1976; McLeod, *et al.*, 1979).

En el mejoramiento de chile de los tipos raciales Jalapeño y Serrano, es una práctica común usar otro tipo racial como progenitor para formar variedades híbridas (Retes, 2004). Los chiles de tipo Guajillo, Puya, Anaheim y California son usados para incrementar el tamaño del fruto, principalmente longitud. Los tipos Morrón, Pimiento dulce y Bell, por el contrario, se usan principalmente como fuente de resistencia a diversas enfermedades virosas, pero adicionalmente aporta mayor grosor de pericarpio y tamaño, básicamente diámetro del fruto. Sin embargo, no hay información publicada que documente científicamente las ventajas de este tipo de cruces como estrategia de mejoramiento genético general, no solamente para la producción de variedades híbridas.

En el desarrollo de híbridos, la identificación de buenos progenitores es igualmente importante a la creación de híbridos superiores y es necesario enfatizar no sólo en la aptitud combinatoria de las líneas, sino también en el comportamiento de las líneas endogámicas *per-se*, especialmente su

capacidad para producir buena cantidad y calidad de semilla (Vasal *et al.*, 1997).

El uso de probadores en la selección de líneas, al mismo tiempo de la evaluación *per-se* representa una estrategia metodológica alternativa en la generación de híbridos ya que permite de una manera eficiente dirigir los cruzamientos de líneas seleccionadas y lograr mejores combinaciones híbridas (Fehr, 1982 y Vasal *et al.*, 1997).

OBJETIVO

- Predecir el comportamiento de híbridos simples de chile jalapeño usando tres criterios.
 1. El comportamiento *per-se* de los progenitores.
 2. Los efectos de ACG de las líneas y los de ACE de las cruzas
 3. El comportamiento promedio de las líneas progenitoras en cruzas con un probador

HIPOTESIS

- Al menos un método de predicción se ajusta a los datos observados.

REVISIÓN DE LITERATURA

Generalidades

México es centro de origen, diversidad y domesticación del chile (*Capsicum spp.*), con gran variabilidad genética aun inexplorada. La variabilidad genética del género *Capsicum* de la familia Solanaceae, es sumamente amplio. La diversidad de sabores y grados de pungencia que pueden proporcionar los diferentes tipos de chile, es lo que les da la aceptación en las diferentes regiones; este género comprende aproximadamente 22 especies silvestres y cinco especies domesticadas: *Capsicum annuum* L., *C. chinense* Jacquin, *C. baccatum*, *C. frutescens* L. y *C. Pubescens* Ruiz y Pavon. (Bosland, 1992). Siendo *Capsicum annuum* L. La de mayor importancia a nivel nacional.

Germoplasma Exótico

Los mejoradores disponen de dos tipos generales de germoplasma, los adaptados y los no adaptados, o exóticos.

Oyervidez *et al.*, (1985) señalan que al ampliar la base genética en los programas de mejoramiento, se puede incrementar el potencial de rendimiento del cultivo en cuestión, pues así se incrementa la posibilidad de identificar nuevas combinaciones heteróticas y nuevos alelos; este hecho ha contribuido a

incrementar el interés en el uso de fuentes de germoplasma exótico. Además, incrementa el rendimiento y las características de calidad (Pollak, 1996).

Marquez (1960), haciendo selección para saber si debía usar germoplasma de otras regiones, en el programa de mejoramiento genético del maíz en el trópico, aunque fueran distintas desde el punto de vista ecológico, encontró que la cruce Inter-racial Harinoso de Ocho x Tuxpeño que son dos razas muy distintas, daba rendimiento igual que el híbrido H-503 que era en esa época el mejor híbrido tropical; dando a entender que entre más diferentes sean los progenitores en cuanto a su germoplasma, mayormente se refleja la heterosis. Concluyó que es necesario probar el material exótico para conocer sus posibilidades como aportador genético, ya que razas de las que apenas se sospechaba fueran útiles, utilizándolas en cruzamientos con otras razas que difieran en grande, dieron excelentes resultados.

Robledo *et al.*, 2004, estableció que los cruzamientos interraciales involucrando los tipos raciales Guajillo, Jalapeño y Serrano, ofrecen mejor alternativa de mejoramiento que los cruzamientos intra-raciales, al ampliar la expresión fenotípica y los componentes de la varianza genética de los caracteres: rendimiento de fruto verde, número de frutos por planta, peso de fruto, longitud del fruto, diámetro de fruto, inicio de floración e inicio de cosecha.

Tipo de Acción Génica

Existen resultados opuestos en cuanto al efecto génico que lo expresa. Esta diferencia en su acción es muy válida ya que generalmente se trata de géneros y especies diversas de *Capsicum*.

Numero Total de Fruto

De los caracteres de mayor interés en cualquier cultivo está el rendimiento, sin embargo, también es de los caracteres genéticos más complejos y difíciles de estudiar. En *Capsicum* la expresión del rendimiento no es la excepción, ya que mientras para Dorantes (2003) el rendimiento de fruto es un carácter determinado tanto por efectos aditivos como de dominancia, siendo los del tipo aditivo 50 por ciento de los de dominancia; para Patel *et al.*, (1998) y Luiz (2002) su efecto es predominantemente aditivo.

Peso Total del Fruto

Dorantes (2003) y Luiz (2002) coinciden en ubicar al Peso de Fruto como un carácter donde su mayor variación fenológica es debida a genes de acción no aditivo, autores como Patel *et al.*, (1998), Ahmed *et al.*, (1998) y Ben y Paran (2000) encontraron que este carácter está determinado mayormente por genes de tipo aditivo. De hecho, mencionan que su alta heredabilidad (0.97 y 0.89) es un indicativo del poco efecto ambiental tal y como debe esperarse cuando la acción es de este tipo.

Longitud del Fruto

Luiz (2002) menciona que longitud de fruto está determinada preferentemente por genes de tipo no aditivo. Contrario a esto, Dorantes (2003), Patel *et al.* (1998), Ahmed *et al.* (1998) encontraron que esta característica es una expresión de tipo aditivo. Ben y Paran (2000) coinciden con los efectos aditivos y agrega que los valores altos de heredabilidad amplia (0.88) y estrecha (0.72) comprueban dichos efectos. Robledo (2005) concluye que longitud de fruto del chile tipo jalapeño, así como los tipos guajillo y serrano también son mayormente expresados por genes de tipo aditivo.

Diámetro del fruto

Dorantes (2003) y Luiz (2002) coinciden en reportar que el diámetro de fruto de *Capsicum* es mayormente atribuido a efectos no aditivos. Sin embargo, debido a efectos de tipo aditivo son mencionados por Ben y Paran (2000) y Robledo (2005). Particularmente, Ben y Paran (2000) agregan resultados de heredabilidad altos (0.99-0.96 a 0.95-0.92) en este carácter, lo cual es indicativo de este tipo de acción génica. Por otra parte, autores como Patel *et al.*, (1998) y Ahmed *et al.*, (1998), reportan para circunferencia del fruto la acción predominantemente del tipo aditivo.

Diseños Genéticos

Dialélicos

Las cruzas dialélicas constituyen las cruzas simples que se realizan entre un conjunto básico de líneas progenitoras. Sprague y Tatum (1942).

Los diseños de cruzamientos dialélicos fueron usados, desde los años cincuenta, para investigar los parámetros genéticos de la población de referencia, causando controversia sobre la validez de dicha información. Dicha controversia tenía que ver con las inferencias que se pueden hacer hacia dicha población (Sughroue y Hallauer, 1997), indicando que si los progenitores de un dialélico son seleccionados, ó no representativos de la población, entonces deberá ser usado para el análisis un modelo de efectos fijos (Modelo I). En este caso, solamente son validas las estimaciones de efectos de ACG y ACE. Por otro lado, si los progenitores de un dialélico representan una muestra aleatorizada de una población en equilibrio de ligamiento factorial, entonces deberá ser usado el modelo de efectos aleatorios (Modelo II) En este caso, se podrán hacer estimaciones de los componentes de varianza genética (aditiva y de dominancia) y se podrán hacer inferencias acerca de la población de la cual se extrajeron los progenitores.

Griffing (1956) estableció cuatro métodos de diseños dialélicos para estimar la aptitud combinatoria general y específica de líneas, los cuales son adecuados cuando el número de progenitores es reducido, pero cuando este número se incrementa, el procedimiento es más difícil. Para solucionar lo anterior, se propuso el método de mestizos, el cual utiliza una amplia base de genotipos usando un probador para determinar la habilidad combinatoria general de las líneas. Mientras que el análisis de línea x probador, es una extensión del método anterior, en el cual varios probadores son utilizados,

proporcionando información de aptitud combinatoria general y específica, y además estima varios tipos de efectos genéticos (Singh y Chaudhary, 1985).

Diseño II de Carolina del Norte.

Para este diseño, se hacen los cruzamientos posibles entre un grupo de individuos como machos (m) y otro grupo de individuos como hembras (h); se tienen en total mh cruzamientos. Cada apareamiento produce una familia de hermanos completos, y el grupo de cruza que tengan un progenitor común (macho o hembra) constituye una familia de medios hermanos. A nivel de apareamiento entre individuos, este diseño sólo podría usarse en plantas multiflorales en las que sea posible hacer cruzamientos separados (Comstock y Robinson, 1952).

Aptitud Combinatoria

La aptitud combinatoria general (ACG), la cual hace referencia al comportamiento promedio de las líneas en sus cruzamientos, y Aptitud Combinatoria Especifica (ACE), para aquellas combinaciones que se comportan mucho mejor que lo esperado es importante, en virtud de que hace inferencia al tipo de acción génica aditiva para ACG y desviación de aditividad (dominancia, sobredominancia y epistasis) para ACE; sobre todo hace referencia a la mejor forma de aprovechamiento, tanto en la formación de híbridos como la recombinación genética para formar sintéticos (Reyes, 1985); para su determinación, es importante la prueba de mestizos a través del uso de

probadores. Vasal y Cordova (1996), menciona que para obtener la aptitud combinatoria, el procedimiento común es el desarrollo de mestizos haciendo uso ya sea una base amplia, una angosta y hasta de una línea como probador.

Diseño Línea x Probador

En la interacción línea x probador, la caracterización de los probadores y la definición del mejor probador que identifique a las líneas avanzadas sobresalientes en cada grupo a través de la regresión mestizo-línea, ofrece la ventaja de que puede ser aplicado a cualquier tipo de probador, incluyendo los no emparentados. Los mestizos de un solo probador, por lo tanto no solo difieren por su aportación genética a las líneas, sino además por la forma en que interaccionan con el probador, ya sea dominancia, sobredominancia, epistasis, etc. (Márquez, 1988).

Matzinger (1953) señala que el probador deseado es aquel que combina mayor simplicidad con la máxima información sobre el rendimiento de las líneas, cuando son utilizadas en otras combinaciones o en otros ambientes. Además indica que el probador deseado depende de los objetivos que se persigan, si el interés es sustituir una línea en cierta combinación, la habilidad combinatoria específica es más importante; por lo tanto, el probador deseado son la cruce simple del híbrido doble o bien la línea endocriada, ya que los resultados indicaron alta interacción de estos tipos. En caso de interés en

aptitud combinatoria general, señala que los mejores probadores serían aquellos con una amplia base genética.

Cuando se utilizan probadores divergentes en la evaluación de líneas, estas diferencias pueden reflejarse en la existencia de interacciones línea por probador. Con respecto a la interacción línea por probador, Vencovsky y Barriga (1992) señalan que esta es indicadora de la existencia de efectos de Aptitud Combinatoria Especifica (ACE) de las líneas con los probadores, y que ponen en evidencia la presencia de dominancia y/o efectos epistáticos que involucran dominancia en el control del carácter en cuestión. Por lo tanto, el comportamiento de los cruzamientos con probadores divergentes puede servir de criterio de clasificación del material en distintos grupos de heterosis.

El uso de probadores en un programa de Selección Reciproca Recurrente (SRR) en maíz ha sido documentado por Jenkins y Brunson, (1932); Rawlings y Thompson, (1962); Allison y Curnow, (1966), Hallauer, (1975); Hallauer y Miranda, (1988); Russell *et al.*, (1992) y Menz *et al.*, (1999). Estos autores concluyen que la elección de un probador conveniente puede estar basado sobre la simplicidad de éste; ésta capacidad para clasificar los méritos relativos de la línea, maximiza la ganancia genética, e incrementa la expectativa de la media de rendimiento de una población generada usando cultivos seleccionados; de cualquier forma esta dificultad para identificar probadores teniendo todas estas características porque inicialmente en un programa de mejoramiento solo eran consideradas las variedades de polinización abierta. El

uso de la variedad parental como un probador mejora en algo la media del desempeño de la población (Rawlings y Thompson, 1962). Allison y Curnow (1966) sugieren el uso de variedades de bajo rendimiento como probadores. El uso de cruza simples como un probador está reportado por Horner *et al.*, (1976). el uso de un probador consanguíneo en un programa de SRR fue sugerida por Russell y Eberhart (1975) y ésta ha sido ampliamente usada por los mejoradores (Walejko y Russell, 1977; Darrah, 1985; Horner *et al.*, 1989).

Narro *et al.*, (2003) en base a sus resultados consideran tanto a las variedades de polinización abierta, híbridos y líneas endocriadas, como buenos probadores para generar sintéticos de maíz.

Predicción del Valor Híbrido

Uno de los primeros investigadores en hacer estudios de predicción fue Jenkins (1934), quien propuso cuatro métodos para predicción del comportamiento de Cruzas dobles (CD) en maíz; por conveniencia, a cada método le asignó letras, A, B, C, y D; de acuerdo al estudio que realizó para rendimiento, el método B fue el que presentó mayor correlación (0.76); el método B utiliza para la predicción el promedio de las cuatro Cruzas simples (CS) no paternas.

Varios predictores biométricos basados sobre la Aptitud Combinatoria General (ACG) así como de su aptitud Combinatoria Especifica (ACE) obtienen

valores usando un top-cross que han sido empleados en maíz (Lefort-Buson *et al.*, 1989; Charcosset *et al.*, 1990, 1993). El valor de la predicción de cada ACG nunca ha sido verificado e inclusive el modelo de ACE nunca ha sido usado.

Panter *et al.*, (1995) comparando métodos de predicción de cruzas utilizando el valor medio de los padres y utilizando el (BLUP) mejor predictor lineal insesgado concluyendo que el (BLUP) tuvo una correlación mas alta que el uso del valor medio de los padres e identifico un mayor numero de cruzas paternales que al usar el valor medio de los padres. Para las predicciones.

Bernardo (1994) uso (BLUP) el mejor predictor lineal insesgado y estimaciones de relaciones entre líneas basados en RFLP's para la predicción de cruzas simples, en su estudio, las correlaciones entre los rendimientos predichos y los observados estuvieron en un rango de 0.654 a 0.8 indicando que el BLUP puede ser útil para identificar cruzas simples superiores.

Oury *et al.*, (2000). Al evaluar tres métodos predictores del valor hibrido en trigo para panificacion, para determinar la calidad del probador, usando un modelo predictor basado sobre el valor *per-se* de los padres, otro basado sobre la ACG de los padres y un tercer modelo multiplicativo basado sobre una desviación de la interacción Macho x Hembra, dice que la calidad del valor del hibrido predicho depende grandemente de la característica en cuestión. Para las variables (TGH) Peso de mil semillas, (HT) Altura, (DH) Espiga y en muy pequeño grado para (NG) Numero de granos por m², uno ó más de los predictores propuestos pueden dar una buena calidad de predicción. Para rendimiento como el mas importante carácter a predecir, el predictor del valor hibrido resulta imperfecto, como la ACE tiene un fuerte impacto sobre este carácter y la posibilidad del modelo de interacción macho x hembra interaccionan usando un modelo multiplicativo, aparentemente puede estar limitado, para los demás caracteres es aparente que el predictor mas simple es

ciertamente el mas eficiente. Como la calidad del predictor está dada no es muy diferente de éste más modelos sofisticados, y para esto sólo se necesita una evaluación de la línea parental.

MATERIALES Y METODOS

El presente proyecto de investigación se desarrolló en dos etapas, en la primera se realizaron los cruzamientos para obtener los híbridos. Esta etapa se llevó a cabo en los invernaderos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). La segunda etapa fue la evaluación de los híbridos y los progenitores, se realizó en el Campo Experimental del Sur de Tamaulipas (CESTAM) del Instituto Nacional de Investigación Forestal Agrícola y Pecuario (INIFAP).

Localización Geográfica Del Área Experimental.

Ubicación de los invernaderos

La primera etapa del proyecto se desarrolló en el invernadero No. 8 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila, localizada a 25° 22' latitud Norte, 101° 00' longitud Oeste, con una altitud de 1742 m.s.n.m. La temperatura media anual es de 16.8 °C y el tipo de clima es Bshw, corresponde a un clima muy seco, cálido extremoso, con lluvias en verano en un 80%

Ubicación del campo de evaluación

La segunda etapa del proyecto se llevo a cabo a campo abierto, en el Campo Agrícola Experimental Sur de Tamaulipas (CESTAM) el cual forma parte del centro de investigación del noreste dependiente del INIFAP. Se ubica en el kilómetro 55 de la carretera Mante – Tampico, Localizado entre las coordenadas 22° 34´ latitud norte y 98° 05´ longitud oeste con una altitud que va de 0 a 250 m.s.n.m. La temperatura media anual es de 23 °C y el tipo de clima es Awo, corresponde a un clima cálido subhúmedo, con una precipitación anual que va de los 800 a 1300 mm.

Material Genético A Utilizar

El material genético del cual se derivó el actual estudio (Cuadro 3.1) fué proporcionado por el MC. Octavio Pozo Campodónico, Investigador del CESTAM (Campo Agrícola Experimental Sur de Tamaulipas, estación Cuahutemoc) el cual forma parte del centro de investigación del noreste, dependiente del INIFAP.

Materiales.

- Cinco líneas endocriadas de chile Jalapeño.
- Cinco probadores de chile tipo Guajillo.
- Cinco probadores de chile tipo Serrano.
- Diez progenies simples F1 formadas mediante diseño de cruza dialélicas entre las líneas tipo Jalapeño

- Quince progenies mestizas F1 formadas mediante diseño línea*probador entre las líneas tipo Jalapeño y los probadores tipo Guajillo.
- Quince progenies mestizas F1 formadas mediante diseño línea x probador entre líneas tipo Jalapeño y los probadores tipo Serrano.

Cuadro 3.1 Progenitores empleados en los cruzamientos.

Número	Línea o Variedad	Tipo de chile
Chilaca		
1	Guajillo Zacatecas 1	Guajillo
2	Guajillo Zacatecas 2	Guajillo
3	Guajillo San Luis	Guajillo
4	Guajillo Inifap	Guajillo
5	Guajillo-Puya Salitrillo	Puya- Guajillo
Jalapeño		
6	Don Pancho	Jalapeño
7	Chijal 10-19	Jalapeño
8	Don Benito	Jalapeño
9	Criollo: Chiapas Largo	Jalapeño Rayado
10	Chijal EB13	Jalapeño Espinalteco
Serrano		
11	Gigante Ébano	Serrano
12	Chiser P8-60-3	Serrano
13	Chiser 16-31-2	Serrano
14	Paraíso	Serrano
15	Tampiqueño 74	Serrano

Formación de Progenies é Híbridos

Siembra

La semilla de los padres se sembró en charolas de unicel para posteriormente trasplantarse en camas en invernadero, a dos plantas por mata,

para después aclarear a una planta, dejando dos plantas por surco de cada progenitor a distancias de 50 cm entre surcos y entre plantas.

Cruzamientos.

En el Cuadro 3.2 se indica el plan que se siguió para efectuar los cruzamientos.

Para la formación de las cruzas intra-raciales se realizaron mediante un diseño de apareamiento de cruzas dialélicas. Cruzando las líneas representativas de cada raza; Serrano (S x S), Jalapeño (J x J) y Guajillo (G x G).

En la formación de los híbridos (cruzas inter-raciales), se utilizó el diseño de Carolina del Norte II. Los cruzamientos fueron de la siguiente manera: Serrano x Jalapeño (S x J) y Jalapeño x Guajillo (J x G).

Siembra para evaluación.

Después de haber hecho las cruzas, se recolectaron los frutos maduros y se les extrajo la semilla, la cual se sembró en charolas de unicel para ser trasplantada a campo.

La siembra fue en surcos de 1 m de ancho por 1 m de largo, 2 m entre surcos, trasplantando a doble hilera con una distancia entre hileras, de 50 cm, y una distancia entre plantas de 25 cm, para tener 4 plantas por hilera y 8 por

surco. Y todo esto para simular una densidad de población de 40,000 plantas por hectárea. La parcela útil fueron 4 plantas centrales, buscando el supuesto de la competencia completa.

Cuadro 3.2 Plan de cruzamientos entre y dentro de tipos raciales de Chile.

	♂	CHILACA					JALAPEÑO					SERRANO				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
CHILACA	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	2		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	3			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	4				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	5					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
JALAPEÑO	6					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	7						X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	8							X	X	X	X	X	X	X	X	X
	9								X	X	X	X	X	X	X	X
	10									X	X	X	X	X	X	X
SERRANO	11										X	X	X	X	X	X
	12											X	X	X	X	X
	13												X	X	X	X
	14													X	X	X
	15															X

Variables a Evaluar

Numero Total de Frutos (NTF): Se contaron el total de frutos por parcela (en N°).

Peso Total de Frutos (PTF): se pesó el total de frutos cosechados y se reporta en gramos (gr).

Longitud del Fruto (LF): Se tomaron una muestra de cinco frutos representativos para obtener la longitud promedio de fruto, en centímetros (cm).

Diámetro de Fruto (DF): Se midieron cinco frutos representativos para obtener el diámetro promedio de fruto en centímetros (cm).

Diseño Experimental

Para la evaluación de los híbridos se emplearon Bloques Completos al Azar, con dos repeticiones. El modelo experimental fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + \tau_j + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

μ = Media general del modelo

β_i = Efecto del i -ésimo bloque

τ_j = Efecto del j -ésimo tratamiento

ε_{ijk} = Error experimental o efecto de variables no cuantificadas por el modelo.

Análisis Genético.

Para estimar los efectos genéticos de las diferentes variables de la cruce intra-racial de Jalapeño, se empleó el método IV de Griffing, bajo el siguiente

modelo genético estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + T + R_k + G_i + G_j + S_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Valor fenotípico de la ij -ésima craza o progenitor en la k -ésima repetición.

μ = Media Poblacional

$i, j = 1, 2, 3, \dots, p$ Progenitores

$$T = \frac{P(P-1)}{2}$$

R_k = Efecto de la k -ésima repetición

G_i = Efecto de la ACG del i -ésimo progenitor

G_j = Efecto de la ACG del j -ésimo progenitor

S_{ij} = Efecto de la ACE del i -ésimo progenitor con el j -ésimo progenitor

ε_{ijk} = Efecto aleatorio inherente a la ij -ésima craza en la k -ésima repetición.

Para la estimación de los efectos genéticos de las variables de las cruzas inter-raciales Jalapeño x Serrano (J x S) y Guajillo x Jalapeño (G x J), se utilizó el diseño II de Carolina del Norte con el siguiente modelo lineal:

$$G_{ijk} = \mu + M_i + H_j + (MH)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

G_{ijk} = Valor genotípico del i -ésimo macho, de la j -ésima hembra y de la interacción del apareamiento ij

μ = Media general

M_i = Efecto del i -ésimo macho

H_j = Efecto de la j -ésima hembra

$(MH)_{ij}$ = Efecto de la interacción del apareamiento ij

ε_{ijk} = Efecto de la desviación del k -ésimo individuo del apareamiento ij

Para predecir el comportamiento de variedades híbridas simples se utilizaron tres métodos.

➤ **El comportamiento *per-se* de los progenitores.**

Oury *et al.* (2000) propusieron que un predictor de las cruzas es el promedio de sus líneas progenitoras:

$$Y_{ij} = \frac{L_i + L_j}{2}$$

En el cual:

Y_{ij} = es el comportamiento de la craza simple entre las líneas i y j

L_i, L_j son el comportamiento *per se* de las líneas.

Esta ecuación de predicción se aplicó a las diez combinaciones posibles entre las cinco líneas tipo jalapeño.

➤ **Los efectos de ACG de las líneas y los de ACE de las cruzas.**

Oury *et al.*, (2000) propusieron que un predictor de las cruzas simples es el modelo del valor genético. Para incluir parientes endocriados. Para el modelo

más simple, considerando un locus con dos alelos, el modelo que expresa el valor genético del genotipo A_iA_j es:

$$g_{ij} = \mu + \alpha_i + \alpha_j$$

En la cual:

g_{ij} es el valor genético del genotipo A_i y A_j

μ es la media de la población en panmixia.

α_i y α_j son los efectos aditivos de los alelos A_i y A_j

➤ **El comportamiento promedio de las líneas progenitoras en cruizas con un probador.**

Charcosset *et al.*, (1990) propusieron la predicción del comportamiento del híbrido simple Y_{ij} entre las líneas i y j es el promedio de las cruizas de cada línea con un probador común $t(Y_{it}, Y_{jt})$, bajo la fórmula:

$$Y_{ij} = \frac{Y_{it} + Y_{jt}}{2}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Genético

Cruza Intra raciales

En el Cuadro 4.1 se muestran los cuadrados medios de los análisis de varianza realizado a la raza de chile tipo Jalapeño para las variables Numero Total de Frutos (NTF), Peso Total de Frutos (PTF), Longitud del fruto (LF) y Diámetro de Fruto (DF) para las diez cruza intra-rraciales de Jalapeño, donde se observan diferencias significativas ($P \leq 0.01$) en las variables Numero Total de Frutos (NTF) y Peso Total de Frutos (PTF) para el factor cruza y sus particiones en ACG y ACE. Esto indica que el comportamiento de estas variables están influenciadas por aspectos de tipo tanto aditivo como de dominancia, estos efectos de ACG y ACE, además indican que existe una gran variabilidad y se sustenta en la mayor contribución de la ACG en relación a la ACE. Estos mismos resultados son reportados por Dorantes (2003) y Robledo (2005).

Para la variable Longitud de Fruto (LF) se observan diferencias significativas ($P \leq 0.01$) para cruza y ACG y significativa ($P \leq 0.05$) para ACE lo cual hace suponer que las diferencias encontradas en esta variable son de tipo aditivo y en menor grado de tipo de dominancia, esto explica las diferencias

entre las cruzas, Robledo (2005) reporta estos mismos resultados para Chile Jalapeño.

Con relación a la variable Diámetro de Fruto (DF), encontramos diferencias significativas ($P \leq 0.05$) para las cruzas y para ACG solamente. Con estos resultados se infiere que el grosor del fruto es una característica dada principalmente por efectos aditivos. Al menos, para la raza de Chile Jalapeño, Ben y Paran (2000) reportan que el DF es una característica dada por genes de tipo aditivo.

Cuadro 4.1 Cuadrados Medios de las variables NTF, PTF, LF y DF, en Jalapeños.

F.V.	G.L.	NTF	PTF	G.L.	LF	DF
Repeticiones	1	4.050	85151.250	4	0.462	0.074
Tratamientos	9	2110.338**	775892.917**	9	3.177**	0.139*
ACG	4	3043.533**	785086.667**	4	6.212**	0.191*
ACE	5	1363.783**	768537.917**	5	0.749*	0.098
Error	9	173.050	94954.028	36	0.288	0.568

* Significativa al 5% de probabilidad ($p \leq 0.05$) ** Altamente significativa al 1% de probabilidad ($p \leq 0.01$)

Cruzas Inter-raciales

En el cuadro 4.2 se muestran los cuadrados medios de los análisis de varianza realizado a las Cruzas Inter-raciales de Guajillo por Jalapeño para las variables; Numero Total de Frutos (NTF), Peso Total de Frutos (PTF), Longitud del fruto (LF) y Diámetro de Fruto (DF) donde se observa que las variables NTF, PTF, LF y DF, mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.01$) para cruzas

indicando que las líneas usadas como progenitores tienen diferencias en sus características, lo que traduce en que las cruzas sean diferentes entre sí para las características antes mencionadas.

En su partición de machos, hembras y la interacción de machos por hembras. Se deduce que para este grupo racial (G x J) son de gran interés los efectos genéticos aditivos aportados por los dos grupos de progenitores (machos y de las hembras), así como los de dominancia de la interacción de m x h, no siendo así para la variable DF que solo fueron importantes los efectos aditivos de las hembras (Guajillos) y de la interacción (M x H). Retes (2004).

Cuadro 4.2 Cuadrados Medios de las variables NTF, PTF, LF y DF de la cruce Guajillos por Jalapeños.

F.V.	G.L.	NTF	PTF	G.L.	LF	DF
Repeticiones	1	58.320	46208.00	4	0.3618	0.2460*
Tratamientos	24	1065.211**	675928.76**	24	11.4671**	0.8583**
M	4	1347.170**	529006**	4	17.4938**	0.1646
H	4	2735.570**	1583567**	4	15.3613**	3.3458**
M x H	16	577.1325**	485750**	16	8.9869**	0.4099**
Error	24	102.445	98828.33	96	0.6543	0.0997

* Significativa al 5% de probabilidad ($p \leq 0.05$) ** Altamente significativa al 1% de probabilidad ($p \leq 0.01$)

En el cuadro 4.3 se muestran los cuadrados medios de los análisis de varianza realizado a la Cruzas Inter-raciales de Jalapeños x Serranos para las variables; Numero Total de Frutos (NTF), Peso Total de Frutos (PTF), Longitud del fruto (LF) y Diámetro de Fruto (DF) donde se observa que todas las variables evaluadas (NTF, PTF, LF y DF), presentan diferencias significativas ($p < 0.01$) para las cruzas, y sus partes de machos, hembras, y su interacción

de machos x hembras. Esto nos señala que de las cruzas inter raciales realizadas en este grupo, cuando menos una craza obtuvo una media superior al promedio, y las diferencias entre las cruzas es explicada por la aportación de efectos aditivos de las hembras (Jalapeños) y de los machos (Serrano) así como los efectos de dominancia de la interacción (M x H).

Cuadro 4.3 Cuadrados Medios de las variables NTF, PTF, LF y DF, de Jalapeños por Serranos.

F.V.	G.L.	NTF	PTF	G.L.	LF	DF
Repeticiones	1	20.4800	2284.88	4	0.4385	0.0232
Tratamientos	24	2851.0883**	711257.63**	24	5.2106**	0.3063**
M	4	4852.3800**	1546072**	4	6.4843**	0.4846**
H	4	3462.7300**	1393642**	4	10.4473**	0.6374**
M x H	16	2197.8550**	331958**	16	3.5830**	0.1790**
Error	24	219.1883	59588.55	96	0.2790	0.0294

* Significativa al 5% de probabilidad ($p \leq 0.05$) ** Altamente significativa al 1% de probabilidad ($p \leq 0.01$)

Métodos Predictivos

Variable NTF

Para el método I (Cuadro 4.4) las mejores cruzas fueron la 2 x 3 y la 3 x 4 esto es debido principalmente a que la media de los padres que intervienen en estas cruzas es mayor que la de los otros padres, en lo que respecta al método II las mejores cruzas fueron la 1 x 4 y la 4 x 5 en esta craza sobresale el padre 4 y 5 esto debido a los efectos aditivos que presentan estos padres (ACG), por lo tanto las cruzas 4 x 5 pueden ser usadas en un programa de mejoramiento (Pedigree, generaciones tempranas, etc.). Para el método III donde se uso

Serrano como probador la cruce que sobresale es la 1 x 3 en tanto donde se uso Guajillo como probador la mejor fue la 1 x 5, aquí se puede observar que el padre 1 sobresale esto debido principalmente a la buena ACG (A. 8.1) que presenta este padre (1 de Jalapeño) al ser cruzado con Serrano y Guajillo, en lo que respecta al método III las mejores cruces fueron 1 x 3 y 1 x 5 esto también debido a la buena aptitud combinatoria que presenta el padre 1 tanto con Serrano como con Guajillo, en términos generales para el método III se observa que el probador de Serrano influye considerablemente en el NTF.

Cuadro 4.4 Predicción de híbridos con base en 3 modelos para la variable NTF.

Hibrido	Método I	Método II	Método III		Datos reales	
	J x J	J x J	J x S	J x G (J x S)(J x G)		
1 x 2	71.75	57.27	140.40	94.20	117.30	75.0
1 x 3	79.00	86.60	156.25	99.45	127.85	90.5
1 x 4	65.50	116.10	144.35	93.35	118.85	103.0
1 x 5	63.50	106.60	144.50	104.25	124.38	132.0
2 x 3	88.75	52.27	134.25	87.35	110.80	85.0
2 x 4	75.25	81.77	122.35	81.25	101.80	82.5
2 x 5	73.25	72.27	122.50	92.15	107.33	55.0
3 x 4	82.50	111.10	138.20	86.50	112.35	120.0
3 x 5	80.50	101.60	138.35	97.40	117.88	90.0
4 x 5	67.00	131.10	126.45	91.30	108.88	168.5

Variable PTF

Para el método I las mejores cruzas fueron la 1 x 2 y la 2 x 3 (Cuadro 4.5) esto se debe a que la media de los padres fue mayor a la de los otros padres (A 8.4). Para el método II las mejores cruzas fueron 1 x 4 y la 3 x 4 en estos cruzamientos sobresale el padre 4, esto debido al efecto aditivo que presenta, por lo que puede ser usada en un programa de mejoramiento (sustituyendo a algún padre en alguna craza). Con respecto al modelo III en donde se utilizo a Serrano como probador la craza que sobresale es la 1 x 2, en donde se cruzo con Guajillo la mejor fue la 1 x 2 como se puede observar el padre 1 de Jalapeño sobresale, esto debido ala buena ACG que presenta (A 8.1) al ser cruzada con Serrano y Guajillo. En relación al método III la mejor craza es la 1 x 2 esto es debido también a la buena ACG que presenta el padre 1 de Jalapeño tanto en Serrano como en Guajillo, para esta característica se puede observar que Guajillo influye considerablemente en el peso.

Cuadro 4.5 Predicción de híbridos con base en 3 modelos para la variable PTF.

Hibrido	Método I	Método II		Método III		Datos reales
	J x J	J x J	J x S	J x G	(J x S)(J x G)	
1 x 2	2881.75	2817.13	2531.05	3145.85	2838.45	3350.0
1 x 3	2548.00	3154.63	2391.70	2886.55	2639.13	2822.5
1 x 4	2393.00	3693.80	2451.35	2879.20	2665.28	3590.0
1 x 5	2034.75	3073.80	2259.50	2884.50	2572.00	3960.0
2 x 3	2966.25	2406.30	2160.75	3122.40	2641.58	3205.0
2 x 4	2811.25	2945.47	2220.40	3115.05	2667.73	3022.5
2 x 5	2453.00	2325.47	2028.55	3120.35	2574.45	1900.0
3 x 4	2477.50	3282.97	2081.05	2855.75	2468.40	3785.0
3 x 5	2119.25	2662.97	1889.20	2861.05	2375.13	2677.5
4 x 5	1964.25	3202.13	1948.85	2853.70	2401.28	3710.0

Variable LF

Para el método I (Cuadro 4.6) las mejores cruzas fueron la 1 x 2 y la 2 x 4 ya que los padres 1, 2 y 4 presentan una media mayor al resto de los padres (A 8.4). Con respecto al método II las mejores cruzas fueron la 2 x 3 y 2 x 4 en estas cruzas encontramos a los padres 3 y 4 esto se debe a la buena ACG que presentan por lo tanto la craza 3 x 4 pueden ser usadas en un programa de mejoramiento (Pedigree, Generaciones Tempranas, etc.). Para el método III donde interviene Serrano como probador la mejor craza es la 1 x 4. en cuanto en la que interviene Guajillo como probador las mejores cruzas fueron la 1 x 2, 2 x 4 y la 4 x 5 por lo que podemos observar que los padres 1, 2 y 4 de Jalapeño se encuentran involucrados, esto se debe a la buena ACG que presentan al cruzarse con Guajillo. Para el método III las mejores cruzas fueron la 1 x 2, 2 x 4 y 4 x 5, donde se observa que sobresalen los padres 1, 2 y 4 de Jalapeño esto debido a la buena ACG que presenta al cruzarse con Serrano y Guajillo. En relación al método III en términos generales se puede observar que Guajillo influye considerablemente en la longitud del fruto.

Cuadro 4.6 Predicción de híbridos con base en 3 modelos para la variable LF.

Hibrido	Método I	Método II		Método III		Datos reales
	J x J	J x J	J x S	J x G	(J x S)(J x G)	
1 x 2	8.70	8.44	7.85	11.53	9.69	9.4
1 x 3	7.10	7.64	7.02	9.59	8.30	7.8
1 x 4	7.95	7.64	8.30	10.00	9.15	8.5
1 x 5	7.20	6.62	7.32	10.81	9.06	7.2
2 x 3	8.00	8.48	7.43	10.56	9.00	9.0
2 x 4	8.85	8.47	7.85	11.53	9.69	8.8
2 x 5	8.10	7.46	7.02	9.59	8.30	8.2
3 x 4	7.25	7.68	7.32	10.81	9.06	8.7
3 x 5	6.50	6.66	7.17	10.20	8.68	7.5
4 x 5	7.35	6.66	7.85	11.53	9.69	7.0

Variable DF

En base al método I (Cuadro 4.7) las mejores cruzas fueron las 1 x 4 y la 1 x 5 esto se debe a que la media de los padres involucrados fue mayor que la de los otros padres. Con respecto al método II se puede observar que las mejores cruzas fueron la 1 x 2 y la 2 x 3 teniendo a los padres 2 y 3 esto se debe a los efectos de tipo aditivos que presentan (A 8.1) Para el método III donde se utilizo a serrano como probador la mejor cruza fue 1 x 4, donde se uso Guajillo como probador sobresalen las cruzas 1 x 2, 2 x 4 y la 4 x 5 donde se observa que los padres 1, 2 y 4 de Jalapeño presentan una buena ACG al cruzarse con Serrano y Guajillo. En este método se observa que el probador Guajillo influye en el diámetro del fruto.

Cuadro 4.7 Predicción de híbridos con base en 3 modelos para la variable DF.

Hibrido	Método I	Método II		Método III		Datos reales
	J x J	J x J	J x S	G x J	(J x S)(G x J)	
1 x 2	2.90	3.00	2.32	2.88	2.60	3.0
1 x 3	2.85	2.98	2.00	2.68	2.34	3.1
1 x 4	3.00	2.82	2.38	2.87	2.62	2.7
1 x 5	3.05	2.74	2.06	2.82	2.44	2.8
2 x 3	2.55	3.04	2.16	2.78	2.47	2.9
2 x 4	2.70	2.88	2.32	2.88	2.60	3.1
2 x 5	2.75	2.80	2.00	2.68	2.34	2.8
3 x 4	2.65	2.86	2.06	2.82	2.44	2.9
3 x 5	2.70	2.78	2.03	2.75	2.39	2.9
4 x 5	2.85	2.62	2.32	2.88	2.60	2.6

Cuadro 4.8 Correlación entre la predicción de híbridos calculados con base a 3 modelos, con los datos reales para las cuatro variables evaluadas.

VARIABLE	METODO		METODO		
	I	II	J x S	III	
	J x J	J x J	J x S	G x J	(J x S)(G x J)
NTF	-0.39	0.8**	0.074	0.157	0.1157
PTF	-0.22	0.67*	0.251	-0.446	-0.0177
LF	0.73*	0.93**	0.29	-0.446	0.241
DF	-0.325	0.73*	-0.218	-0.235	-0.227

* Significativa al 5% de probabilidad ($p \leq 0.05$) ** Altamente significativa al 1% de probabilidad ($p \leq 0.01$)

Con respecto a las correlaciones (Cuadro 4.8) que se realizaron a los tres métodos, en donde se comparan los datos reales con los datos calculados en base a los diferentes métodos de predicción del valor híbrido, se observa que el método I que involucra a la cruce de J x J obtuvo que las variables NTF, PTF y DF presentan correlaciones negativas entre los datos calculados y los observados esto es debido a que este método no considera el efecto de la heterosis, para LF, se encontró significancia ($p \leq 0.05$) con una correlación positiva de 0.73, este método presenta un rango de 0.73 a -0.39, en relación al método II se obtuvo significancia ($p \leq 0.01$) para las variables NTF y LF y significancia ($p \leq 0.05$) para PTF y DF con un rango de 0.67 a 0.93 por lo que este método se encuentra directamente correlacionado con los datos reales y los observados, valores similares encontró Bernardo *et al* (1994) al evaluar métodos de predicción. Para el método III donde se uso a Serrano como probador nos da una correlación con un rango de 0.29 a -0.218 por lo que estos valores nos indican que no existe correlación entre los datos observados y los calculados al encontrarse tan próximos al cero, respecto al caso donde se

utilizo a Guajillo como predictor se observaron correlaciones con un rango de 0.157 a -0.446 por lo que no existe una correlación entre los datos observados y los calculados, con respecto al método III en donde se uso a Serrano y Guajillo como probadores presentaron un rango de 0.241 a -0.277 en este caso se observa que no existe correlación entre los datos observados y los calculados por lo que este método es el peor predictor del valor híbrido para ser usado en autogamas, usando probadores exóticos.

CONCLUSIONES

En las cruzas intrarraciales de Chile Jalapeño se observó que el rendimiento (NTF y PTF) está influenciado por genes de tipo aditivo como de dominancia. Para Longitud de Fruto (LF) los genes que intervienen son de tipo aditivo y en menor grado los de dominancia, y para Diámetro de Fruto (DF) solo intervienen genes de tipo aditivo.

En relación a las cruzas interraciales de G x J se observó que para NTF, PTF y LF intervienen los M, las H y su interacción (M x H) y para DF solo interviene la H (Guajillo). Para el grupo interracial S x J para todas las variables (NTF, PTF, LF y DF) influye tanto la H (Hembra), el M (Macho) y su Interacción (M x H) tanto en Rendimiento como Tamaño de Fruto.

Con respecto a las correlaciones que se realizaron a los tres métodos, en donde se comparan los datos reales con los datos calculados se observó que el mejor método predictivo fue el II con rango que van de 0.67 a 0.93,.

Por si sólo Jalapeño, tiene el potencial genético para mejorar tanto en rendimiento como en tamaño sin necesidad de las cruzas interraciales, pero

esta ultima, nos ofrece una alternativa al ampliar la expresión fenotípica, que es algo deseable ya que actualmente los mercados exigen una mejor calidad de los frutos, calidad que las cruzas interraciales nos pueden ofrecer, por lo tanto este tipo de cruzas ofrecen una estrategia alternativa para el mejorador de Chile.

RESUMEN

En el presente trabajo se usaron tres métodos de predicción del valor híbrido basados sobre el comportamiento *per-se* de los progenitores, los efectos de ACG de las líneas y los de ACE de las cruzas y el comportamiento promedio de las líneas progenitoras en cruzas con un probador esto para compararlos con las medias de las cruzas originales y observar cual método es mas exacto para predecir híbridos en plantas autogamas, los datos para la predicción fueron obtenidos de la evaluación de 5 líneas de chile Jalapeño bajo el método (diseño dialélico) 4 de Griffing, y también bajo el método II de Carolina del Norte donde se cruzaron las 5 líneas de Jalapeño contra 5 líneas de Guajillo y 5 líneas de Serrano.

De acuerdo con las cruzas intrarraciales de Jalapeño se observa que el rendimiento (NTF y PTF), están influenciada por genes tanto de tipo aditivos como de dominancia, con respecto a la Longitud del Fruto (LF) se debe principalmente a efectos del tipo aditivo y en menor grado a los de dominancia y el Diámetro de Fruto (DF) esta influenciado por genes de tipo aditivo.

Las cruzas interraciales de Guajillo x Jalapeño (G x J) para las variables NTF, PTF y LF intervienen tanto Hembras, Machos y su Interacción mientras

que para el Diámetro de Fruto (DF) solo intervienen la Hembra (Guajillo) es la que le da mayor diámetro.

Para la crucea interracial J x S para todas las variables evaluadas (NTF, PTF, LF y DF) tanto la Hembra el Macho y su Interacción influyen en el Rendimiento como en el Tamaño del Fruto.

Con respecto a las correlaciones que se realizaron a los tres métodos predictivos del valor híbrido, en donde se comparan los datos reales con los datos calculados se observó que el mejor métodos predictivo fue el II, ya que en cruza utilizando materiales exóticos obtuvo en NTF y LF alta significancia y para PTF y DF fue significativa.

Los métodos de predicción del valor híbrido no son tan exactos al utilizarlos en poblaciones que se formaron a partir de germoplasma exótico o introducido, puesto que al existir distancias genéticas entre estos, producen cierto grado de heterosis, que es importante si nosotros deseamos grupos heteroticos, pero este no es nuestro caso. Estos métodos de predicción son mas recomendables en poblaciones que se formaron a partir de un mismo pool genético.

LITERATURA CITADA

- Ahmed N., F. A. Shah, G. H. Zargar and S. A. Wani. 1998. Line x Tester analysis for the study of combining ability in hot pepper (*Capsicum annuum* L.). *Capsicum & Eggplant Newsletter* 17: 38-41. Turin, Italy.
- Allison, J.C.S., and R.W. Curnow. 1966. On the choice of tester parent for the breeding of synthetic varieties of maize (*Zea mays* L.). *Crop Sci.* 6:641–644.
- Ben Ch., A. and Paran L. 2000. Genetic analysis of quantitative traits in pepper (*Capsicum annuum* L.). *J.Amer.Soc.Hort. Sci.*125:66-70.
- Bernardo, R. 1994. prediction of maize single crosses performance using RFLP's y information from related hybrids. *Crop. Sci.* 34:20-25
- Bosland, P. W. 1992. Chiles: A diverse crop. *HortTechnology* 2:6-10.
- Charcosset A, JB. Denis, M. Lefort-Buson, and A. Gallais. 1993. Modeling interaction from top-cross design data and prediction of F1 hybrid value. *Agronomie* 13:597-608
- Charcosset, A. M. Lefort-Buson and A. Gallais. 1990. Use of top-cross designs for predicting performance of maize single-cross hybrids. *Maydica* 35:23-27
- Comstock, R. E. and H. F. Robinson. 1952. Estimation of average dominance of genes. *In: J. W. Gowen (ed.). Heterosis.* 2^{da} Ed. Hafner Publishing Co. Nueva York. pp: 494-516.
- Darrah, L.L. 1985. Evaluation of population improvement in the Kenya maize breeding methods study. P. 160–175. *In To feed ourselves. Proc. First Eastern, Central and Southern Africa Regional Workshop.* Lusaka, Zambia. CIMMYT, Mexico, D.F.
- Dorantes G. J. R. A. 2003. Efectos genéticos de la vida de anaquel en chile serrano (*Capsicum annuum* L.). Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México. 75 p.
- Fehr R., N. 1982. *Applied Plant Breeding.* Iowa State University. Ames, Iowa University Press. 552p.

- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.* 9:463-493.
- Hallauer, A.R. 1975. Relation of gene action and type of tester in maize breeding procedures. *Proc. Annu. Corn Sorghum Res. Conf.* 30:150–165.
- Hallauer, A.R., and J.B. Miranda. 1988. *Quantitative genetics in maize breeding.* Iowa State Univ. Press. Ames, Iowa USA.
- Heisser, C. 1976. Peppers *Capsicum* (Solanaceae) In: N.W. Simmonds. *Evolution of Crop Plants.* Longman, London.
- Horner, E.S., E. Magloire and J.A. Morera. 1989. Comparison of selection for S2 progeny vs. testcross performance for population improvement in maize. *Crop Sci.* 29:868–874.
- Horner, E.S., M.C. Lutrick, W.H. Chapman, and F.G. Martin. 1976. Effect of recurrent selection for combining ability with a single-cross tester in maize. *Crop Sci.* 16:5–8.
- Jenkins, M.T., 1934. Methods of estimating the performance of double cross in corn. *J. Amer. Soc. Agron.* 26:199-204. 130 p.
- Jenkins, M.T., and A.M. Brunson. 1932. Methods of testing inbred lines of maize in crossbred combinations. *J. Am. Soc. Agron.* 24:523–530.
- Lefort, B. M. Charcosset A, Gallais and JP. Sompoux (1987) intérêt de prédicteurs biométriques et enzymatiques pour la sélection d'hybrides F1 de ma. *Le sélectionneur Français* 39:41-51.
- Long J. 2005. El chile, indispensable en la comida mexicana, nació en Sudamérica <<http://www.jornada.unam.mx/2005/07/07/a08n1gas.php>>
- Luiz, L. D. S. 2002. Heterose e capacidade de combinacao em cruzamentos dialélicos parciais de pimentao. Piracicaba. Tese (mestre)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Quiroz”, Universidade de Sao Paulo, Brasil.
- Márquez S., F. 1960. Aptitud Combinatoria entre razas de Maíz del tropico mexicano y otros de origen diversos. En seminario de investigación O.E.E., S.A.G. Mexico.
- Márquez S., F. 1988. *Genotecnia vegetal.* Tomo II AGT Editor. Mexico. DF. 665p
- Matzinger, D.F. 1953. Comparison of three types of testers for the evaluation of inbred lines of corn. *Agron. J.* 45:493–495.

- McLeod, M. H. Eshbaugh, and S. Guttman, S. 1979. An Electrophoretic Study of *Capsicum* (Solanaceae): The Purple Flowed Taxa. Bull. of the Torrey Bot. Club. Vol.106, 4: 326 - 333.
- Menz, M.A., A.R. Hallauer, and W.A. Russell. 1999. Comparative response of two reciprocal recurrent selection methods in BS21 and BS22 maize populations. Crop Sci. 39:89–97.
- Narro, L., S. Pandey., J. Crossa., C. León de and F. Salazar. 2003. Using Line x Tester Interaction for the Formation of Yellow Maize Synthetics Tolerant to Acid Soils. Crop Sci. 43:1718-1728.
- Oury, FX, P. Braband, P. Pluchard and P. Berard. 2000. predicting hybrid value in bread wheat: biometric modeling based on a “top-cross” design. Theor. Appl. Genet. 100:96-104
- Oyervides G., M., A. R. Hallauer, and H. Cortez. M. 1985. Evaluacion of Improved Maize Population in México and the U.S. Corn Belt. Crop Sci. 25:115-120.
- Panter, D. M. and F. L. Allen. 1995. using best lineal unbiased predictions to enhance breeding for yield in soybean I Crossing parents. Crop. Sci. 35:397-405.
- Patel J., A., M.R. Shukla., K. M. Doshi., B. R. Patel and S. A. Patel. 1998. Combining analysis for green fruit yields & yields components in chilli (*Capsicum annuum* L.). Capsicum & Eggplant Newsletter 17: 34-37. Turin, Italy.
- Pollak, L. M. 1996. The U.S. Germplasm Enhancement of Maize (GEM) proyect. In: López B., A., S. A. Rodríguez H., G. Martínez Z. (ed) memoria del curso internacional de actualización en fitomejoramiento y agricultura sustentable. Saltillo, Coah. México. Pp. 180 -195.
- Rawlings, J.O., and D.L. Thompson. 1962. Performace level as criterion for the choice of maize testers. Crop Sci. 2:217–220.
- Retes, C. J. E. 2004. Comunicación Personal. Mejorador de la compañía Harris-Moran y Western Seeds.
- Reyes C., P. 1985. Fitogenotecnia Básica y Aplicada. AGT Editor S.A. México. 460 p.
- Robledo, G. E. I. 2005. Potencial genético de cruza inter-raciales en el mejoramiento de chile (*Capsicum annuum* L.) Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México. 62 p.

- Robledo G., E. I., G. Martínez Z., M. Ramírez M., A. de la Rosa L. y J. A. R. Dorantes G. 2004. Cruzas interraciales en Chile: ¿promiscuidad genética o estrategia de mejoramiento?. Memoria, XIX congreso nacional de fitogenética SOMEFI, A. C., El Cerrillo, Toluca, México. 19-24 sept. P262.
- Russell, W.A., and S.A. Eberhart. 1975. Hybrid performance of selected maize lines from reciprocal recurrent selection and testcross selection programs. *Crop Sci.* 15:1-4.
- Russell, W.A., D.J. Blackburn, and K.R. Lamkey. 1992. Evaluation of modified reciprocal recurrent selection procedure for maize improvement. *Maydica* 37:61-67.
- Singh, R. and B. Chaudhary. 1985. Biometrical techniques in genetics and breeding. International Bioscience.
- Sprague, G. F. and L. A. Tatum. 1942. General versus specific combining ability in single crosses of corn. *J. Am. Soc. Agron.* 34: 923-932.
- Sughroue, J. R. and A. R. Hallauer. 1997. Analysis of the diallel mating design for Maize Inbred Lines. *Crop. Sci.* 37: 400-405.
- Vasal, S. K. y H. Cordova O. 1996. Heterosis en maíz acelerando la tecnología de híbridos de dos progenitores para el mundo en desarrollo, en: memoria del curso internacional de actualización en fitomejoramiento y agricultura sustentable. Saltillo, Coahuila, México. p 32 – 54.
- Vasal, S. K., San Vicente, S. Mc Lean., K., Ramanujan, M., Barandarian, A., Ramírez, y G., Avila. 1997. Avances en el desarrollo de líneas como probadores en germoplasma tropical de maíz. En: síntesis de resultados experimentales 1993-1995 del programa regional de maíz para Centroamérica y el Caribe (PRM). P. 45 – 49.
- Vencovsky, R.; Barriga, P. 1992. Genética biométrica no fitomejoramiento. Riberao Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 486p.
- Walejko, R.N., and W.A. Russell. 1977. Evaluation of recurrent selection for specific combining ability in two open-pollinated maize cultivars. *Crop Sci.* 17:647-651.

APENDICE

Apéndice 8.1 Valores de ACG y ACE para cinco líneas de Chile Jalapeño y sus 10 cruzas para las 4 características evaluadas.

LINEAS	NTF (Nº)	PTF (gr)	LF (cm)	DF (cm)
ACG 1	-0.033	304.500	0.015	0.045
ACG 2	-34.367	-443.833	0.848	0.105
ACG 3	-5.033	-106.333	0.055	0.085
ACG 4	24.467	432.833	0.048	-0.081
ACG 5	14.967	-187.167	-0.965	-0.155
CRUZAS				
ACE 1X2	9.250	287.083	0.293	-0.007
ACE 1X3	-4.583	-577.917	-0.473	0.073
ACE 1X4	-21.583	-349.583	0.213	-0.120
ACE 1X5	24.250	552.917	-0.127	-0.147
ACE 2X3	-7.750	-168.750	-0.280	0.200
ACE 2X4	16.917	640.417	-0.033	0.053
ACE 2X5	-25.750	-671.250	0.113	-0.047
ACE 3X4	0.417	256.250	0.373	0.000
ACE 3X5	-20.083	-231.250	0.227	0.073
ACE 4X5	28.917	262.083	-0.307	-0.080

Apéndice 8.2 Valores de ACG para cinco líneas de chile Serrano x Jalapeño para las 4 características evaluadas.

LINEAS	NTF (Nº)	PTF (gr)	LF (cm)	DF (cm)
ACG 1	13.580	-62.440	-0.7449	0.0040
ACG 2	-10.62	409.260	0.4144	0.128
ACG 3	-0.120	-109.340	-0.4176	-0.118
ACG 4	-12.320	-124.040	0.866	0.184
ACG 5	9.480	-113.440	-0.114	-0.128

Apéndice 8.3 Valores de ACG para cinco líneas de chile Guajillo x Jalapeño para las 4 características evaluadas.

LINEAS	NTF (Nº)	PTF (gr)	LF (cm)	DF (cm)
ACG 1	25.640	565.760	0.6728	-0.008
ACG 2	-18.360	103.860	0.8808	0.0720
ACG 3	13.340	-174.840	-1.0592	-0.132
ACG 4	-10.460	-55.540	-0.6512	0.060
ACG 5	-10.160	-439.240	0.1568	0.008

Apéndice 8.4 Medias de cinco líneas de chile Jalapeño y sus 10 cruzas para las 4 características evaluadas.

LINEAS	NTF (Nº)	PTF (gr)	LF (cm)	DF (cm)
1	62.0	2463.5	7.8	3.2
2	81.5	3300.0	9.6	2.6
3	96.0	2632.5	6.4	2.5
4	69.0	2322.5	8.1	2.8
5	65.0	1606.0	6.6	2.9
CRUZAS				
1 x 2	75.0	3350.0	9.4	3.0
1 x 3	90.5	2822.5	7.8	3.1
1 x 4	103.0	3590.0	8.5	2.7
1 x 5	132.0	3960.0	7.2	2.8
2 x 3	85.0	3205.0	9.0	2.9
2 x 4	82.5	3022.5	8.8	3.1
2 x 5	55.0	1900.0	8.2	2.8
3 x 4	120.0	3785.0	8.7	2.9
3 x 5	90.0	2677.5	7.5	2.9
4 x 5	168.5	3710.0	7.0	2.6

Apéndice 8.5 Medias de cinco híbridos de chile Jalapeño x Serrano para las 4 características evaluadas.

(J x S)	NTF (N°)	PTF (gr)	LF (cm)	DF (cm)
6	162.40	2762.00	6.68	2.20
7	118.40	2300.10	7.85	2.32
8	150.10	2021.40	7.02	2.00
9	126.30	2140.70	8.30	2.38
10	126.60	1757.00	7.32	2.06

Apéndice 8.6 Medias de cinco Híbridos de chile Jalapeño x Guajillo para las 4 características evaluadas.

(G x J)	NTF (N°)	PTF (gr)	LF (cm)	DF (cm)
6	106.30	2910.00	11.32	2.80
7	82.10	3381.70	11.53	2.88
8	92.60	2863.10	9.59	2.68
9	80.40	2848.40	10.00	2.87
10	102.20	2859.00	10.81	2.82

Apéndice 8.7 Medias de cinco híbridos de chile (Jalapeño x Serrano) (Guajillo x Jalapeño) para las 4 características evaluadas.

(J x S)(G x J)	NTF (N°)	PTF (gr)	LF (cm)	DF (cm)
6	134.35	2836.00	9.00	2.50
7	100.25	2840.90	9.69	2.60
8	121.35	2442.25	8.30	2.34
9	103.35	2494.55	9.15	2.62
10	114.40	2308.00	9.06	2.44

