

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Selección de Familias de Medios Hermanos en una
Línea S₂ de Maíz (*Zea mays* L.)

Por:

CARLOS ALBERTO NOH NOH

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre, 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Selección de Familias de Medios Hermanos en una
Línea S₂ de Maíz (*Zea mays L.*)

Por:

CARLOS ALBERTO NOH NOH

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

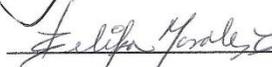
Aprobada por el Comité de Asesoría:



Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera
Asesor Principal



Ing. Raúl Gándara Huitrón
Coasesor

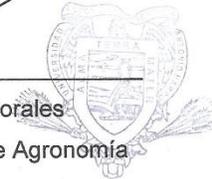


M.C. Felipa Morales Luna
Coasesor



Dr. Gabriel Callegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre, 2017

*La agricultura es la madre fecunda que
proporciona todas las primeras materias que
dan movimiento a las artes y al comercio.*

Belgrano

AGRADECIMIENTOS

*A **Dios**, por haberme prestado la vida, por todas las bendiciones que he recibido, por darme salud y haber permitido alcanzar una meta más en mi vida y por darme la oportunidad de concluir con mis estudios de Licenciatura.*

*A **la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por haberme abierto las puertas y darme las herramientas y permitirme formarme como un profesional, por siempre orgulloso de mi “ALMA MATER”.*

*Al **Instituto Mexicano del Maíz** por abrirme las puertas y por haber brindado las herramientas para llevar a cabo este trabajo de tesis.*

*Al **Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera** por la amistad brindada, por su apoyo, tiempo, sugerencia y sobre todo su paciencia, así como también por sus conocimientos transmitidos y por la oportunidad que me ha dado de trabajar con él, y por todos los comentarios para enriquecer y realizar este trabajo.*

*Al **Ing. Raúl Gándaras Huitrón** por la amistad brindada, por su apoyo, tiempo y sugerencia, así como también por sus conocimientos transmitidos y por la oportunidad que me ha dado de trabajar con él, por su participación como jurado en este trabajo y por todos los comentarios para enriquecer y realizar este trabajo.*

*A **la M.C. Felipa Morales Luna** por el apoyo que me ha brindado a lo largo de mi carrera, por sus conocimientos transmitidos que me ha servido mucho para mi superación profesional y por su participación como jurado en este trabajo.*

*Al **M.C. Roberto Espinoza Zapata** por su apoyo y tiempo dedicado para la revisión de este trabajo de investigación, por sus conocimientos transmitidos y por su participación como jurado en este trabajo.*

*A **todos mis profesores del Departamento de Fitomejoramiento** por haberme compartido sus conocimientos y por la amistad que me han brindado.*

*A **mis compañeros de la Generación CXXIV de la carrera de Producción** por su amistad brindada durante mi estancia en esta Universidad, por todos aquellos momentos que hemos vivido durante estos años, por haberme escuchado por ser más que mis amigos en los momentos difíciles, por los tiempos compartidos durante mi estancia en esta mi ALMA TERRA MATER.*

*A **mis primos y amigos del cuarto** que me brindaron su apoyo incondicional y por los buenos y malos momentos compartidos a lo largo de estos años. En especial a José D. Noh, Emanuel de J. Noh, Jorge Gpe. Noh y Fernando Caamal.*

*A **mis tíos y tías** que siempre me inspiraron para perseguir este sueño dándome ánimo para comprender que nunca es tarde para luchar por lo que quieres, gracias por sus apoyos y por estar pendiente de mí.*

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado especialmente a las personas que les debo la vida y todos mis logros:

A mis padres

Adalberto Noh Pech

Rafaela Yolanda Noh Canche

Por darme la vida, y por siempre creer en mí, dándome consejos de superación y humildad, que me han ayudado mucho en el transcurso de mi carrera profesional, enseñándome a valorar todo lo logrado y fomentando en mí el deseo de superación y de triunfo en la vida. Gracias por brindarme su apoyo incondicional, por su sacrificio y sobre todo por su cariño. Por qué todo lo que soy se lo debo a ustedes papá, los Amo.

A mis hermanos

Sergio Enrique Noh Noh

Erika Alondra Noh Noh

María de los Ángeles Noh Noh

Rocio Guadalupe Noh Noh

Por el apoyo que siempre me brindaron y por qué siempre estuvieron conmigo en los momentos felices y en los momentos más difíciles, por siempre creer en mí y por todos los sacrificios que hicieron por mí, los quiero.

A mis abuelos

Adalberto Noh May

Teresa Pech Canche

Guadalupe Noh May

Elvia Canche Yam

Por su apoyo y sus consejos que me brindaron en mi infancia, porque siempre estuvieron pendiente de mí, que por sus sabios consejos me han motivado a seguir adelante. La cual se los agradezco mucho.

A mi abuelita

Graciela Quetz Puch

Por el apoyo incondicional que me ha brindado, por siempre creer en mí, por sus sabios consejos de superación que me han motivado para seguir adelante en el transcurso de mi carrera profesional. La cual se los agradezco mucho.

Mi querida novia

Suemi Che Moo

Por ser una gran compañera y amiga por todo ese amor que me ha brindado, por siempre creer en mí dándome consejos de superación que me han ayudado mucho en el transcurso de mi carrera, apoyándome incondicionalmente en los buenos y malos momentos de mi vida, por darme ánimos en circunstancias críticas, por pasar momentos divertidos e inolvidables y en general por todo el apoyo moral que he recibido de su parte.

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURA	xii
RESUMEN	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo	2
1.2. Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. Mejoramiento Poblacional	3
2.2. Familia de Medios Hermanos	4
2.3. Selección	4
2.4. Selección Recurrente	5
2.5. Líneas	7
III. MATERIALES Y MÉTODOS	9
3.1. Localización del Sitio Experimental	9
3.2. Clima	9
3.3. Material Genético	10
3.4. Labores Culturales	10
3.4.1. Preparación del Terreno:	10
3.4.2. Siembra:	10
3.4.3. Fertilización:	10
3.4.4. Riegos:	10
3.4.5. Control de Malezas:	11
3.4.6. Control de Plagas:	11
3.5. Variables Agronómicas Evaluadas	11
3.5.1. Rendimiento en ton/ha.	11
3.5.2. Análisis Estadístico	11
3.6. Diseño Experimental	11
3.7. Factor para convertir en toneladas por hectárea	12
3.8. Análisis Estadístico	13

3.9. Comparación de Medias	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	16
V. CONCLUSIÓN	36
VI. BIBLIOGRAFIA	37

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Diseño de la Unidad Experimental	12
Cuadro 2. Diseño Pseudo Factorial Jerarquizado.....	15
Cuadro 3. Análisis de varianza y significancia para variable rendimiento en mazorca de 216 FMH agrupados en 12 grupos de 18 FMH, evaluados en el ciclo agrícola 2016.	16
Cuadro 4. Concentración de medias en rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 216 FMH evaluados en el ciclo agrícola 2016.....	17
Cuadro 5. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en grupo 1 evaluados en el ciclo agrícola 2016	23
Cuadro 6. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 2 evaluados en el ciclo agrícola 2016.	24
Cuadro 7. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 3 evaluados en el ciclo agrícola 2016	25
Cuadro 8. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 4 evaluados en el ciclo agrícola 2016	26
Cuadro 9. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 5 evaluados en el ciclo agrícola 2016.	27
Cuadro 10. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 6 evaluados en el ciclo agrícola 2016.	28
Cuadro 11. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 7 evaluados en el ciclo agrícola 2016	29

Cuadro 12. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 8 evaluados en el ciclo agrícola 2016	30
Cuadro 13. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 9 evaluados en el ciclo agrícola 2016	31
Cuadro 14. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 10 evaluados en el ciclo agrícola 2016	32
Cuadro 15. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 11 evaluados en el ciclo agrícola 2016.	33
Cuadro 16. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 12 evaluados en el ciclo agrícola 2016	34

INDICE DE FIGURA

Grafica 1. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea de las cinco mejores familias agrupados en 12 grupos.....	35
--	----

RESUMEN

Selección de Familias de Medios Hermanos (FMH) en una
Línea S₂ de Maíz (*Zea mays*. L).

POR

CARLOS ALBERTO NOH NOH

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, DICIEMBRE 2017

Ing. Gustavo Alfonso Burciaga Vera – Asesor

Palabras clave: *Zea mays*, selección recurrente, familias de medios hermanos (FMH), línea S₂.

El maíz es un cultivo agrícola de importancia mundial, utilizado para consumo humano, alimentación de animales de importancia zootécnica y en la elaboración de un gran número de materiales industrializados, siendo México el principal productor de maíz blanco por su relevancia es el cultivo que más se siembra ya que reporta alrededor de 8 millones de hectáreas en diferente régimen de siembra; riego, riego-temporal y temporal, teniendo una producción en el 2016 de 25.7 millones de toneladas.

El presente trabajo de investigación inició con el objetivo de selección de las mejores familias sobresalientes en base a su rendimiento para homogenizar las líneas S₂ en etapas tempranas de selección. Se obtuvieron las mejores 216 FMH derivados de una línea mejorada mismas que fueron evaluadas el 03 de marzo del 2016, en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” localizada en la parte

sureste del estado de Coahuila, perteneciente al Municipio de Saltillo, ubicada en la Calzada "Antonio Narro" No 1993, colonia Buenavista Saltillo, Coahuila, México. Se sembraron tres semillas por golpe cada 20 cm, a clareando 5 plantas por metro a una densidad de 66,666 plantas por hectárea realizadas bajo un diseño de bloques incompletos al azar. Donde la variable evaluada fue rendimiento de las 216 FMH agrupadas en 12 grupos de 18 FMH bajo un diseño pseudo factorial jerarquizado. En los análisis mostraron similitud en la fuente repeticiones dentro de grupo de las 216 FMH, en la fuente variación de grupos se encontraron valores de alta significancia, lo que indica que el valor medio de los grupos tuvieron una respuesta heterogénea y para la fuente de familias dentro de grupos refleja variabilidad entre las familias evaluadas, de acuerdo a la diferencia media significativa (DMS) en rendimiento de las 216 FMH manifiestan tres grupos estadísticos A, B y C, quedando en el grupo A 46 Familias, en el grupo B 121 familias y en el grupo C 49 familias, con rendimiento de 8.333 a 5.925 para el grupo "A" y para el grupo "B" 5.917 a 3.509 en lo general, tienen buenas características que permiten seguir un programa de selección recurrente y formación de variedades mejoradas.

I. INTRODUCCIÓN

El maíz, *Zea mays* L., es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen. Pertenece a la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeas, y es la única especie cultivada de este género. Otras especies del género *Zea*, comúnmente llamadas teocintle y las especies del género *Tripsacum* conocidas como arrocillo o maicillo son formas silvestres parientes de *Zea mays*. Son clasificadas como del “*Nuevo Mundo*” porque su centro de origen está en América (Paliwal *et al.*, 2001).

El maíz es una gramínea de producción mundial, cuya adaptabilidad permite su cultivo en más de 113 países. Entre sus principales usos se encuentran la alimentación humana, animal y usos industriales utilizados para la elaboración de aceites, barnices, pinturas y jabones, entre otros.

El aporte principal de América para el mundo es el maíz entre otros, ya que en este continente se ubica su centro de origen; y representa la mayor producción global en el mundo por unidad de superficie, los principales países productores son Estados Unidos con 361.09 millones de toneladas, seguido de China (215.5 MT), Brasil (75 MT), la Unión Europea (74.16 MT), Ucrania (28.25 MT), Argentina (23.5 MT) la producción que generan estos países son destinados mayormente para la alimentación animal debido a sus cualidades alimenticias. En México con (23.2 MT) destinadas para consumo humano (FOA 2016).

México es el principal productor de maíz blanco por su relevancia es el cultivo que más se siembra ya que reporta alrededor de 8 millones de hectáreas en diferentes regímenes de siembra; riego, riego-temporal y temporal, teniendo una producción en el 2016 de 25.7 millones de toneladas el cual representa el maíz blanco el 86.7% y 13% de maíz amarillo. De acuerdo con los datos obtenidos de INEGI en México existen 119 millones de habitantes en el 2015 y la FAO menciona que el consumo per cápita es de 278 kilogramos de este cereal, por lo tanto, la demanda equivale a 37% y se tiene un déficit de 32.6% esto representa una importante fuga de divisas del país.

Los principales estados productores de maíz blanco son: Sinaloa, que aporta el 23%; Jalisco el 13%; Michoacán, Chiapas y Guerrero contribuyen con el 7% cada uno y en conjunto, estas entidades aportan cerca del (59%) de la producción a nivel nacional. Otros importantes estados en la producción de este grano son el Estado de México y Guanajuato con 6% en cada caso; Veracruz el 5% y Puebla con 4% (SAGARPA 2016).

Dado el déficit que se tiene en México el gobierno ha convocado a los organismos públicos y privados para promover alternativas para incrementar materiales sobresalientes que con el tiempo se logre la autosuficiencia, dentro de los organismos públicos se encuentra el Instituto Mexicano del Maíz de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” que ha trabajado durante décadas en mejoramiento de maíz buscando siempre crear opciones para el beneficio de la agricultura nacional y la formación de recursos humanos especializados en el mejoramiento del maíz, trabajando con variedades e híbridos para diferentes zonas ecológicas del país, entre ellos se encuentra líneas sobresalientes de alta aptitud combinatoria.

1.1. Objetivo

Seleccionar las mejores familias sobresalientes en base a su rendimiento para homogenizar la línea.

1.2. Hipótesis

El material en estudio todavía presenta variabilidad genética suficiente para continuar con el esquema de selección recurrente.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Mejoramiento Poblacional

Hallauer y Miranda, (1981) mencionan en términos generales, que el mejoramiento poblacional en maíz ha sido desarrollado con el fin de tener una máxima concentración de genes favorables. Su efectividad depende en gran medida de los esquemas de mejoramiento empleados y el tiempo que transcurre para concluir el ciclo de selección, además de una adecuada conducción en el campo y una correcta estimación de los parámetros estadísticos.

Chávez (1995), menciona que el mejoramiento poblacional consiste en formar nuevas poblaciones, en donde se incremente la media de rendimiento después de cada ciclo de selección. Este incremento en la media se debe a que los individuos seleccionados poseen genes superiores, que al recombinarse al azar producen nuevos genotipos de mayor producción; por lo tanto, se espera que la población mejorada sea más rendidora en promedio que lo anterior. El incremento que se logre encada ciclo de selección estará en función de la variabilidad genética de la población bajo mejoramiento.

Vallejo *et al* (2000), mencionan que la formación de poblaciones mejoradas de maíz es un proceso dinámico, porque requiere que las poblaciones superen a las anteriores en rendimiento. Las poblaciones regionales o adaptadas son de interés para los mejoradores de maíz porque a través de los años de selección natural o inducida se han encontrado alelos de interés económico. Sin embargo, estas tienen deficiencias agronómicas que limitan su aprovechamiento, de ahí la importancia de su mejoramiento.

Paliwal *et al* (2001), mencionan el objetivo primario del mejoramiento de las poblaciones por medio de la selección recurrente es el de mejorar las poblaciones de maíz en forma gradual y continúa descartando las fracciones más pobres en cada

ciclo; las plantas en la fracción superior se cruzan entre ellas para producir una nueva generación para el ciclo siguiente de selección.

Chatel, M. *et al* (1995), mencionan los objetivos del mejoramiento poblacional los cuales son los siguientes: a) conformar un solo germoplasma con la variabilidad genética contenida en diversos individuos; b) incrementar progresivamente el valor genético de una o varias características agronómicas de determinado material; c) crear una base genética que permita la obtención de líneas fijas con alto nivel de expresión de la característica elegida o de varias características, dado el caso; y d) crear un germoplasma que sea fuente de progenitores potenciales para el programa de mejoramiento.

2.2. Familia de Medios Hermanos

UNESUR, (2007), lo señala como una selección en base a la media de las familias de medios hermanos y sus desviaciones con respecto a la media de la población, de todos los promedios familiares.

2.3. Selección

Chávez (1993), menciona que la selección más efectiva en el mejoramiento genético se basa en la selección de características de alta heredabilidad, ya que estas características no son afectadas en gran medida por el ambiente, esto permite tener mayor ganancia genética por ciclos de selección en los caracteres de interés y que se están mejorando.

Portillo *et al* (2013), evaluaron la formación del ciclo cuatro de selección en una población de maíz pozolero del Estado de Morelos los resultados indicaron que la población de pozolero bajo selección aún presenta una gran cantidad de variación genética. Cuatro ciclos de selección basada en familias de medios hermanos ha incrementado en un (31.3 %) el rendimiento de grano de la población original. El

acame de plantas se ha reducido en casi un 28%, factor que es de gran utilidad sobre todo en lugares donde se pretenda mecanizar la cosecha del maíz.

2.4. Selección Recurrente

Brauer (1980), menciona que el método de selección recurrente fue sugerido por primera vez por Jenkins, en el año de 1931, denominándolo “Strin Building” aplicado para la obtención de variedades de pasto. Para 1940 Jenkis aplicó este método bajo el nombre de selección recurrente en las poblaciones de maíz para formar variedades sintéticas.

Hallauer (1980), define a la selección recurrente como un método de mejoramiento que incluye tres fases: 1) desarrollo de progenies, 2) evaluación de progenies en ensayos repetidos; y 3) recombinación de progenies superiores que forman la población del próximo ciclo para continuar la selección.

Chávez (1995), menciona a la selección recurrente como aquella en la cual de manera sistemática se escogen las plantas deseables de una población, seguida por la recombinación de las mismas para formar una nueva población, y tiene por objeto incrementar la frecuencia de genes deseables en las poblaciones variables al seleccionar y recombinar generaciones tras generaciones las plantas que llevan estos genes. La efectividad de dicha selección depende de:

- La variabilidad genética.
- Las frecuencias génicas de la población.
- La heredabilidad de las características bajo selección.

Un ciclo de selección recurrente incluye los siguientes pasos: 1) identificación en una población fuente de genotipos que sean superiores en cuanto al carácter cuantitativo específico que se está mejorando, y 2) el interpareamiento subsecuente de los genotipos superiores para producir nuevas combinaciones de genes que posean la expresión mejorada del carácter (Poehlman, 2003). Es el método de selección en la que de manera sistemática se escogen las mejores plantas deseables de una

población, seguida por una recombinación de las mismas para formar una nueva población, y tiene por objeto incrementar la frecuencia de los genes deseables en las poblaciones variables al seleccionar y recombinar generaciones tras generaciones las plantas que llevan estos genes.

La efectividad de esta selección depende de la variabilidad genética, frecuencia génica de la población y la heredabilidad de las características bajo selección. Cabe resaltarse que la selección recurrente explota en mayor grado la varianza aditiva, mejora la media poblacional, mantiene la variabilidad genética, e incrementa la probabilidad de desarrollar híbridos y variedades mejoradas superiores.

La selección recurrente se divide en:

- a) Fenotípica. Cuando la selección se basa en el fenotipo de la planta (selección masal).
- b) Genotípica. Cuando las plantas se seleccionan con base en el comportamiento de su progenie (selección de familias de MH, HC, progenies autofecundadas, etc.).

Chatel, *et al* (1995), mencionan que la selección recurrente permite ampliar inicialmente la base genética y enriquecerla luego con introducciones, es, por ello, una labor que planifica el futuro a largo plazo que ambiciona responder a corto plazo. Lo primero, porque mantiene y enriquece la variabilidad genética; lo segundo, porque en cada etapa del proceso es posible seleccionar plantas para desarrollar líneas fijas. Se alcanzan así los objetivos del trabajo de mejoramiento, a saber, la obtención de líneas fijas y el aumento en la capacidad de combinación para la selección de variedades híbridas.

Rangel, *et al* (2000), mencionan que la selección recurrente se basa en la evaluación, identificación y recombinación de individuos superiores pertenecientes a una población genética variable desarrollada a través de cruzamientos entre líneas y variedades seleccionadas como progenitores. El resultado de ese proceso es el incremento continuo y dinámico de la frecuencia de los alelos favorables en las progenies originarias de cada ciclo de selección.

Lozano, *et al* (2002), evaluaron la selección recurrente en tres poblaciones de maíz para el subtrópico de México, los resultados indicaron que el método de selección recurrente de líneas S₂ aplicado en la Población 345 fue efectivo para: incrementar el rendimiento de grano (8.3 % por ciclo) y la sanidad de mazorca (8.5 % por ciclo), reducir el número de días a floración femenina (-2.3 % por ciclo) y la altura de la mazorca (-4.8 % por ciclo); pero no fue efectivo para incrementar el rendimiento de grano en la Población 347.

Ferreira, *et al* (2000), el mejoramiento poblacional mediante selección recurrente es un método ampliamente utilizado en el mejoramiento de plantas alógamas. Se ha propuesto como alternativa para las especies autógamas como el arroz. El éxito de un programa de selección recurrente depende de la selección apropiada de los progenitores.

Chávez (1995), menciona que el mejoramiento poblacional por selección recurrente se divide en:

- a) Mejoramiento intrapoblacional. Es el usado para mejorar una población *per se* e incluye selección dentro de una u otras poblaciones. La población mejorada se puede usar como una nueva variedad (variedad de alfalfa), o bien se puede derivar líneas para explotarla como variedades homocigotas (variedades de soya), o para el uso de combinaciones híbridas (maíz híbrido).
- b) Mejoramiento interpoblacional. Se aplica cuando se mejoran al mismo tiempo dos o más poblaciones no emparentadas genéticamente. En este caso una sirve como probador de la otra y viceversa, o bien ambas pueden tener un probador común. Las poblaciones mejoradas *per se*, se podrán emplear para este propósito o para la extracción de líneas y usarlas en combinaciones híbridas.

2.5. Líneas

SAGARPA 2013, define por línea como una variedad vegetal que resulta de un proceso de generaciones sucesivas de autopolinización controlada o de al menos

cinco generaciones de retro cruzamiento hacia un progenitor recurrente con selección o sus equivalentes. También puede ser aquella que ha sido obtenida a través de la metodología de dobles haploides.

Brauer (1987), define a una línea pura como el conjunto de individuos que descienden de un solo individuo autofecundado sucesivamente. Mientras que Márquez (1988), define a una línea endogámica como el conjunto de individuos resultantes, en cada generación dada, de un sistema de apareamiento endogámico.

Robles (1986), señala dos métodos para formar líneas:

- I. El método de formación de líneas hasta homogenizar los caracteres agronómicos, se logra con mayor número de autofecundaciones y evita que se aumente la posibilidad de continuar autofecundando materiales genéticos indeseables.
- II. El método de formación de líneas, con la aplicación de pruebas tempranas en niveles S_1 o S_2 , es mejor ya que se desecharán la que no tengan una buena aptitud combinatoria general y solo se dedicara a aquellas líneas que al homogenizar, tenga mayor probabilidad de seguir conservando una buena aptitud combinatoria

Hallauer & Miranda (1981), mencionan que las plantas S_2 se desarrollan a partir de la autofecundación de las plantas S_1 . Las unidades de selección son las medias de las familias S_2 comparado con la media de todas las familias S_2 . La recombinación se realiza con las semillas remanentes a partir de las flores autofecundadas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (UAAAN), ubicada en la Calzada “Antonio Narro” No 1923, colonia Buenavista Saltillo, Coahuila, México, en donde se evaluaron 216 familias de medios hermanos (FMH) de una línea en etapas tempranas de selección en el Instituto Mexicano del Maíz “Dr. Mario E. Castro Gil”, de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” constituida por germoplasma de maíces superenanos del Bajío.

3.1. Localización del Sitio Experimental

La Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” se localiza en la parte sureste del estado de Coahuila, perteneciente al municipio de Saltillo, ubicada en la Calzada “Antonio Narro” No 1923, colonia Buenavista Saltillo, Coahuila, México, geográficamente queda ubicado en las coordenadas 25°20′51″ N 101°01′33″ W, respecto al meridiano de Greenwich, con una altitud de 1813 msnm (google earth). La textura del suelo es de tipo pegajón arcilloso-arenoso, con un pH alcalino de 7.8 – 8.0.

3.2. Clima

El clima en el municipio es de subtipos secos semicálidos; al suroeste subtipos semisecos templados y grupos de climas secos B y semifríos, en la parte sureste y noreste; la temperatura media anual es de 14 a 18°C y la precipitación media anual en el sur del municipio se encuentra en el rango de los 300 a 400 milímetros; al centro tiene un rango de 400 a 500 milímetros y al norte de 300 a 400 milímetros; con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo; los vientos

predominantes soplan en dirección noreste con velocidad de 22.5 km/h. La frecuencia de heladas es de 20 a 40 días en la parte norte-noreste y suroeste; y en el resto de 40 a 60 días y granizadas de uno a dos días en la parte sureste y de 0 a un día en el resto. (INAFED 2017).

3.3. Material Genético

Se utilizaron 216 Familias de Medios Hermanos (FMH) derivados de una línea mejorada.

3.4. Labores Culturales

3.4.1. Preparación del Terreno:

En la preparación del terreno se llevó a cabo el barbecho, rastreo y surcado y un riego de pre-siembra.

3.4.2. Siembra:

La siembra se llevó a cabo de forma manual depositando tres semillas por golpe a una distancia de 20 cm entre planta y planta.

3.4.3. Fertilización:

La fertilización se aplicó en dos tiempos utilizando una dosis de fertilización de 300-200-00. Una se aplicó una semana antes de la siembra en el cual se le aplicó el 50 por ciento de Nitrógeno y el 100 por ciento de Fósforo, la fuente de fertilización utilizada fue MAP (11-52-00), el resto del Nitrógeno se le aplicó al realizar el primer cultivo, utilizando UREA como fuente de fertilización.

3.4.4. Riegos:

Los riegos se realizaron de manera variable, un riego de pre-siembra para garantizar una buena germinación y para el desarrollo del material genético establecido, los demás riegos se suministraron de acuerdo a las necesidades del cultivo y de las condiciones climáticas.

3.4.5. Control de Malezas:

Se llevó a cabo de forma manual durante todo el ciclo vegetativo del cultivo, dando prioridad a las primeras etapas del crecimiento y desarrollo de tal manera que se mantuviera libre de malezas al cultivo.

3.4.6. Control de Plagas:

Para controlar las plagas del suelo se aplicó Furadan 5G, al momento de la siembra, durante el desarrollo del cultivo se aplicó Lorsban 480 EM (Clorpirifos etil) Ambush 50 (Permetrina) para el control de plagas foliares, para el control del gusano trozador se la aplico Arribo 200 CE (Cipermetrina), de tal manera que todas las aplicaciones se hicieron de forma preventiva.

3.5. Variables Agronómicas Evaluadas

3.5.1. Rendimiento en ton/ha.

Se calculó el peso de mazorca de cada tratamiento.

3.5.2. Análisis Estadístico.

Se utilizó un diseño de bloques incompletos al azar y para la prueba de medias se utilizó la DMS

3.6. Diseño Experimental

El experimento se llevó acabo el 03 de marzo de 2016, en un diseño de bloques incompletos al azar, cada uno con repeticiones, sembrando cinco FMH por surco.

Las características de las parcelas:

- Se sembró tres semillas por golpe cada 20 cm, posteriormente se aclareo dejando solo 5 plantas por metro.
- Los tratamientos, se les aplicó una fertilización de 300-200-00, el cultivo se mantuvo libre de malezas y con un adecuado control de plagas y enfermedades. A las repeticiones de riego no les faltó humedad.

Cuadro 1. Diseño de la Unidad Experimental

Características	Localidad, UAAAN, Saltillo Coahuila
Diseño experimental	Bloques incompletos al azar
N°. De tratamientos	216
N°. De repeticiones	5
N°. De surcos /parcela	48 surcos
Longitud de surcos (m)	5 metros
Distancia entre surcos (m)	.75
Distancia entre matas (m)	.20
Matas/surcos	25
Sembrar plantas/mata	3
Aclarear plantas/mata	1
Área de parcela experimental (m ²)	181 m ²
Densidad de población (ptas. /ha.)	66,666 plantas
Fertilización inicial	150 N – 200 P – 00 K
Complementaria	150 N – 00 P – 00K

3.7. Factor para convertir en toneladas por hectárea

$$FC = \frac{10,000 M^2}{\text{Distancia por planta} \times \text{Distancia entre Surco} \times 1000}$$

Donde:

FC= Factor para convertir en toneladas por hectárea.

Distancia por planta = Distancia que existe de una planta a otra.

Distancia entre surco = Distancia que existe de un surco a otro.

1000= Constante para obtener el rendimiento en toneladas.

10,000 m² = Constante para obtener el rendimiento por hectárea.

3.8. Análisis Estadístico

Para el análisis de varianza, los datos de campo expresados en porcentajes.

Las características estudiadas fueron analizadas bajo el modelo estadístico que a continuación se menciona, utilizando el diseño de Bloques Incompletos al Azar para el análisis de varianza individual de grupos que es la siguiente:

$$Y_{ijK} = U + T(i)K + R(j)K + G(K) + E_{ijK}$$

$i = 1 \dots\dots\dots 216$ -Familias

$j = 1 \dots\dots\dots 18$ -Repeticiones o Bloques

$K = 1 \dots\dots\dots 12$ -Grupos

Donde:

Y_{ijk} = Efecto de la i -ésima familia en la j -ésima repetición en el k -ésimo grupo.

μ = Media general

$T(i)k$ = Efecto de la i -ésima familia dentro del k -ésimo grupo.

$R(j)k$ = Efecto de la j -ésima repetición dentro del k -ésimo grupo.

$G(k)$ = Efecto del k -ésimo grupo.

E_{ijk} = Efecto del error experimental

3.9. Comparación de Medias

La comparación de medias para cada una de los parámetros estudiados se realizó a través de la prueba de rango múltiple DMS (Diferencia Mínima Significativa), bajo la fórmula:

$$DMS (0.05) = t \propto glEExp. \sqrt{\frac{2 CMEEExp}{r}}$$

Donde:

CMEEExp = Cuadro medio del error experimental

R = Repeticiones

En todos los análisis de las características agronómicas evaluadas se calculó el coeficiente de variación (C. V.) que precisa la confiabilidad de conducción del experimento y se obtiene por medio de la fórmula:

$$C.V \frac{\sqrt{CM EEXP}}{\bar{\chi}} \times 100$$

Donde:

CMEEExp = Cuadro medio del error experimental

$\bar{\chi}$ = Media general de cada característica.

100 = Constante para expresar el coeficiente de variación en por ciento.

Cuadro 2. Diseño Pseudo Factorial Jerarquizado

Diseño Pseudo Factorial Jerarquizado en Bloques Incompletos al Azar

Fuente de variación	g. 1.	S. C.	C. M.	F. C.
Rep./grupos	$(r-1)$ g	$\sum_{r=1}^n \sum_{g=1}^n \frac{Y.r.g^2}{F} - \sum_{g=1}^n \frac{Y..g^2}{F.x.r}$	$\frac{SC.R/G}{g.1.R/G} = M_4$	$\frac{M_4}{M_1}$
Grupos	$(g-1)$	$\sum_{g=1}^n \frac{Y..g^2}{F.x.r} - \frac{Y...}{F.r.g}$	$\frac{SC.G}{g.1.G} = M_3$	$\frac{M_4}{M_1}$
Fam/Grupos	$(F-1)$ g	$\sum_{F=1}^n \sum_{g=1}^n \frac{Y.F.g^2}{r} - \sum_{g=1}^n \frac{Y..g^2}{F.x.r}$	$\frac{SC.F/G}{g.1.F/G} = M_4$	$\frac{M_2}{M_1}$
Error Exp.	$(r-1)(F-1)g$	$SCF - SCR/G - SCG - SCF/G$	$\frac{SCF.x.R/G}{g.1.FxR/G} = M_1$	
Total	$Frg-1$	$\sum_{F=1}^n \sum_{r=1}^n \sum_{g=1}^n Y.F.r.g^2 - \frac{Y..g^2}{F.x.r}$	$\frac{SC.Total}{g.1.Total}$	

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 3, se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza de rendimiento de mazorca de los 216 FMH, considerando el análisis con un diseño de bloques incompletos al azar en la fuente de variación repeticiones dentro de grupo no se muestra diferencias significativas, esto manifiesta que tanto las repeticiones dentro de grupos tuvieron un desarrollo similar.

Para la fuente de variación de grupos se encontraron valores de alta significancia con la probabilidad mayor igual al noventa y nueve por ciento, esto indica, que el valor medio de los grupos tuvo una respuesta heterogénea.

Con la fuente de variación familias dentro de grupos manifiesta valores de alta significancia, por lo tanto, refleja variabilidad en el comportamiento entre las familias evaluadas.

Cuadro 3. Análisis de varianza y significancia para variable rendimiento en mazorca de 216 FMH agrupados en 12 grupos de 18 FMH, evaluados en el ciclo agrícola 2016.

ANVA

Fuente de variación	G. L	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F. C	F.T	
					0.05	0.01
R/G (r-1)g	48	193.149	4.024	1.066 <u>NS</u>	1.363	1.544
Gpos (g-1)	11	163.303	14.845	3.932 **	1.798	2.265
Fam/Gpos (f-1)g	204	1,911.414	9.369	2.481**	1.190	1.278
EExp	816	3,080.410	3.775			
Total	1079					
C. V	30 %					

Cuadro 4. Concentración de medias en rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 216 FMH evaluados en el ciclo agrícola 2016.

DMS DE 216 FMH					
Orden	FMH	Media	Grupos		
1	20	8.333	a		
2	192	8.244	a		
3	114	7.533	a		
4	99	7.467	a		
5	94	7.400	a		
6	138	7.400	a		
7	151	7.333	a		
8	52	7.267	a		
9	213	7.133	a		
10	183	7.111	a		
11	170	7.067	a		
12	47	7.066	a		
13	98	7.000	a		
14	110	6.867	a		
15	19	6.833	a		
16	57	6.800	a		
17	64	6.800	a		
18	115	6.733	a		
19	218	6.667	a		
20	203	6.500	a		
21	28	6.467	a		
22	158	6.450	a		
23	108	6.433	a		
24	144	6.266	a		
25	25	6.217	a		
26	54	6.200	a		
27	27	6.178	a		
28	178	6.133	a		
29	58	6.133	a		
30	84	6.100	a		
31	43	6.083	a		
32	222	6.067	a		
33	236	6.067	a		
34	85	6.067	a		
35	95	6.067	a		
36	113	6.044	a		
37	18	6.017	a		
38	118	6.017	a		

Agrupamiento DMS		
a	b	c
8.333 - 5.925	5.917 - 3.509	3.407 - 0.999

39	125	5.978	a		
40	233	5.933	a		
41	202	5.933	a		
42	187	5.933	a		
43	135	5.933	a		
44	208	5.933	a		
45	241	5.933	a		
46	112	5.933	a		
47	75	5.917		b	
48	217	5.911		b	
49	121	5.867		b	
50	107	5.867		b	
51	230	5.800		b	
52	207	5.767		b	
53	165	5.756		b	
54	65	5.733		b	
55	81	5.667		b	
56	36	5.667		b	
57	29	5.639		b	
58	72	5.633		b	
59	194	5.600		b	
60	68	5.600		b	
61	127	5.600		b	
62	143	5.467		b	
63	137	5.444		b	
64	30	5.422		b	
65	157	5.400		b	
66	219	5.400		b	
67	211	5.400		b	
68	35	5.383		b	
69	102	5.333		b	
70	126	5.333		b	
71	119	5.333		b	
72	60	5.333		b	
73	169	5.333		b	
74	49	5.300		b	
75	231	5.279		b	
76	205	5.267		b	
77	130	5.200		b	
78	162	5.200		b	

79	61	5.133	b
80	198	5.133	b
81	87	5.133	b
82	24	5.133	b
83	172	5.089	b
84	210	5.067	b
85	32	5.033	b
86	120	5.022	b
87	227	5.000	b
88	150	4.933	b
89	221	4.880	b
90	76	4.867	b
91	134	4.867	b
92	146	4.833	b
93	199	4.817	b
94	42	4.800	b
95	55	4.756	b
96	70	4.733	b
97	201	4.733	b
98	214	4.700	b
99	96	4.697	b
100	196	4.689	b
101	117	4.689	b
102	180	4.667	b
103	82	4.667	b
104	133	4.667	b
105	177	4.650	b
106	8	4.644	b
107	238	4.633	b
108	136	4.600	b
109	83	4.600	b
110	131	4.600	b
111	188	4.600	b
112	79	4.600	b
113	179	4.556	b
114	2	4.550	b
115	225	4.533	b
116	156	4.533	b
117	184	4.500	b
118	190	4.467	b

119	59	4.453	b
120	63	4.433	b
121	164	4.400	b
122	122	4.378	b
123	163	4.367	b
124	16	4.333	b
125	147	4.333	b
126	128	4.333	b
127	31	4.333	b
128	239	4.267	b
129	97	4.266	b
130	13	4.250	b
131	37	4.233	b
132	226	4.233	b
133	71	4.217	b
134	15	4.200	b
135	74	4.166	b
136	34	4.133	b
137	22	4.133	b
138	12	4.133	b
139	51	4.133	b
140	62	4.133	b
141	39	4.133	b
142	185	4.133	b
143	132	4.111	b
144	66	4.083	b
145	167	4.083	b
146	123	4.067	b
147	161	4.067	b
148	182	4.067	b
149	124	4.067	b
150	78	4.066	b
151	4	4.022	b
152	26	3.994	b
153	50	3.983	b
154	155	3.933	b
155	168	3.867	b
156	154	3.867	b
157	106	3.867	b
158	195	3.860	b

159	186	3.800	b	
160	17	3.778	b	
161	5	3.773	b	
162	46	3.749	b	
163	193	3.647	b	
164	90	3.617	b	
165	9	3.600	b	
166	197	3.600	b	
167	204	3.583	b	
168	200	3.407		c
169	212	3.400		c
170	111	3.378		c
171	7	3.350		c
172	237	3.350		c
173	48	3.333		c
174	45	3.333		c
175	245	3.327		c
176	139	3.283		c
177	142	3.283		c
178	191	3.282		c
179	77	3.267		c
180	1	3.267		c
181	174	3.261		c
182	220	3.247		c
183	244	3.187		c
184	175	3.178		c
185	38	3.133		c
186	6	3.089		c
187	173	3.044		c
188	206	2.987		c
189	67	2.967		c
190	3	2.933		c
191	33	2.933		c
192	234	2.907		c
193	209	2.900		c
194	171	2.867		c
195	11	2.867		c
196	153	2.866		c
197	69	2.733		c
198	80	2.707		c

199	224	2.670		c
200	103	2.667		c
201	243	2.667		c
202	10	2.633		c
203	41	2.595		c
204	44	2.520		c
205	140	2.346		c
206	92	2.311		c
207	88	2.273		c
208	160	2.267		c
209	229	2.244		c
210	105	2.233		c
211	149	2.200		c
212	14	1.947		c
213	104	1.900		c
214	232	1.700		c
215	100	1.580		c
216	228	1.493		c

Media general (\bar{X}) 4.659

Diferencia media significativa DMS 2.408

En el cuadro 4, se muestra las medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectáreas de 216 FMH, en la prueba de medias manifiesta tres grupos estadísticos de acuerdo a la diferencia media significativa (DMS), quedando en el grupo **a** las familias de 8.333 hasta 5.933 toneladas, en el grupo **b** las familias de 5.917 hasta 3.583 y en el grupo **c** desde 3.407 hasta 1.493 toneladas. Esto indica la variabilidad de las familias evaluadas; por lo tanto, se pueden seleccionar las mayores familias y así obtener una población formada con las familias de medios hermanos sobresalientes.

Considerando la media general que fue de 4.659, 104 familias de medios hermanos más sobresalientes quedaron por encima de la media con rendimiento de 8.333 a 4.667 toneladas.

Cuadro 5. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en grupo 1 evaluados en el ciclo agrícola 2016

Agrupamiento DMS grupo 1							
Orden	FMH	Media	Grupos				
1	18	6.017	a				
2	8	4.644		b			
3	2	4.550		b			
4	16	4.333		b			
5	13	4.250		b			
6	15	4.200		b			
7	12	4.133		b			
8	4	4.022			c		
9	17	3.778			c		
10	5	3.773			c		
11	9	3.600			c		
12	7	3.350				d	
13	1	3.267				d	
14	6	3.089				d	
15	3	2.933				d	
16	11	2.867				d	
17	10	2.633					e
18	14	1.947					f

Agrupamiento DMS					
a	b	c	d	e	f
6.017 - 5.449	4.644 - 4.076	4.022 - 3.454	3.350 - 2.782	2.633 - 2.065	1.947 - 1.379

De acuerdo a la DMS de 0.568 del (cuadro 5), se observa las medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 1, en el que se manifiesta seis grupos estadísticos (a – f) de acuerdo a la diferencia significativa (DMS), quedando en el grupo **a** una sola familia de 6.017 toneladas, en el grupo **b** se encontraron 6 familias de 4.644 al 4.133, en el grupo **c** se ubicaron 4 familias de 4.022 hasta 3.600, en el grupo **d** se encontraron 5 familias de 3.350 a 2.867 toneladas, en el grupo **e** se encontró una sola familia de 2.633 y en el grupo **f** localizo una sola familia de 1.947 toneladas. Con base a rendimiento se selecciona las mejores (30%) de las familias de medios hermanos con rendimientos de 6.017 hasta 4.250 ton/ha.

Cuadro 6. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 2 evaluados en el ciclo agrícola 2016.

Agrupamiento DMS grupo 2									
Orden	FMH	Media	Grupos						
1	20	8.333	a						
2	19	6.833		b					
3	28	6.467		b					
4	25	6.217			c				
5	27	6.178			c				
6	36	5.667			c				
7	29	5.639				d			
8	30	5.422				d			
9	35	5.383				d			
10	24	5.133				d			
11	32	5.033					e		
12	31	4.333						f	
13	37	4.233						f	
14	34	4.133						f	
15	22	4.133						f	
16	26	3.994						f	
17	38	3.133							g
18	33	2.933							g

Agrupamiento DMS						
a	b	c	d	e	f	g
8.333 - 7.765	6.833 - 6.265	6.217 - 5.649	5.639 - 5.071	5.033 - 4.465	4.333 - 3.765	3.133 - 2.565

De acuerdo a la DMS de 0.568 del (cuadro 6), se observa las medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 2, en el que se manifiesta siete grupos estadísticos (a – g), involucrado en el grupo **a** una sola familia de 8.333 toneladas, en el grupo **b** se encontraron dos familias de 6.833 a 6.467, en el grupo **c** se ubicaron tres familias de 6.217 hasta 5.667, en el grupo **d** se encontraron cuatro familias de 5.639 a 5.133 toneladas, en el grupo **e** se encontró una sola familia de 5.033, posteriormente quedando en el grupo **f** cinco familias con rendimientos de 4.333 a 3.994 toneladas y en el grupo **g** se involucraron dos familias de 3.133 a 2.933 toneladas. Con base a rendimiento se selecciona los mejores (30%) de las familias de medios hermanos con rendimientos de 8.333 hasta 6.178 ton/ha.

Cuadro 7. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 3 evaluados en el ciclo agrícola 2016

Agrupamiento DMS grupo 3									
Orden	FMH	Media	Grupos						
1	52	7.267	a						
2	47	7.066	a						
3	57	6.800	a						
4	54	6.200		b					
5	58	6.133		b					
6	43	6.083		b					
7	49	5.300			c				
8	42	4.800			c				
9	55	4.756			c				
10	59	4.453				d			
11	51	4.133				d			
12	39	4.133				d			
13	50	3.983				d			
14	46	3.749					e		
15	48	3.333					e		
16	45	3.333					e		
17	41	2.595						f	
18	44	2.520						f	

Agrupamiento DMS					
a	b	c	d	e	f
7.267 - 6.699	6.200 - 5.632	5.300 - 4.732	4.453 - 3.885	3.749 - 3.181	2.595 - 2.027

De acuerdo a la DMS de 0.568 del (cuadro 7), se observa las medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 3, en el que se involucraron seis grupos estadísticos (a – f), quedando en el grupo **a** tres familia de 7.267 a 6.800 toneladas, en el grupo **b** se ubicaron tres familias de 6.200 a 6.083, en el grupo **c** se involucraron tres familias de 5.300 hasta 4.756, en el grupo **d** se encontraron cuatro familias de 4.453 a 3.983 toneladas, en el grupo **e** se manifestaron tres familia de 3.749 a 3.333, quedando en el último grupo **f** dos familias con rendimientos de 2.595 a 2.520 toneladas. Con base a rendimiento se seleccionan los mejores (30%) de las familias de medios hermanos con rendimientos de 7.267 hasta 6.133 ton/ha.

Cuadro 8. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 4 evaluados en el ciclo agrícola 2016

Agrupamiento DMS grupo 4									
Orden	FMH	Media	Grupos						
1	64	6.800	a						
2	75	5.917		b					
3	65	5.733		b					
4	72	5.633		b					
5	68	5.600		b					
6	60	5.333			c				
7	61	5.133			c				
8	76	4.867			c				
9	70	4.733				d			
10	63	4.433				d			
11	71	4.217				d			
12	74	4.166				d			
13	62	4.133					e		
14	66	4.083					e		
15	78	4.066					e		
16	77	3.267							f
17	67	2.967							f
18	69	2.733							f

Agrupamiento DMS					
a	b	c	d	e	f
6.800 - 6.232	5.917 - 5.349	5.333 - 4.765	4.733 - 4.165	4.133 - 3.565	3.267 - 2.699

En el cuadro 8, se muestra las medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectáreas agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 4, en la cual la prueba de medias manifiesta seis grupos estadísticos de acuerdo a la diferencia media significativa (DMS) de 0.568, quedando únicamente una sola familia en el grupo **a** de 6.800 toneladas, en el grupo **b** se ubicaron cuatro familias de 5.917 a 5.600, en el grupo **c** de 5.333 hasta 4.867 toneladas quedaron ubicados tres familias, para el grupo **d** se manifestaron cuatro familias con 4.733 a 4.166 toneladas, en el grupo **e** se encontraron tres familias de 4.133 a 4.066 toneladas y para el grupo **f** de 3.267 a 2.733 quedando ubicados tres familias. Esto indica la variabilidad de las familias evaluadas.

Cuadro 9. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 5 evaluados en el ciclo agrícola 2016.

Agrupamiento DMS grupo 5									
Orden	FMH	Media	Grupos						
1	99	7.467	a						
2	94	7.400	a						
3	98	7.000	a						
4	84	6.100		b					
5	85	6.067		b					
6	95	6.067		b					
7	81	5.667		b					
8	87	5.133			c				
9	96	4.697			c				
10	82	4.667			c				
11	83	4.600			c				
12	79	4.600			c				
13	97	4.266				d			
14	90	3.617					e		
15	80	2.707						f	
16	92	2.311						f	
17	88	2.273						f	
18	100	1.580							g

Agrupamiento DMS						
a	b	c	d	e	f	g
7.467 - 6.899	6.100 - 5.532	5.133 - 4.565	4.266 - 3.698	3.617 - 3.049	2.707 - 2.139	1.580 - 1.012

En el cuadro 9, se muestra las medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectáreas agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 5, en la que se manifiesta en la prueba de medias siete grupos estadísticos de acuerdo a la diferencia media significativa (DMS) de 0.568, quedando en el grupo uno, tres familias con rendimiento de 7.467 a 7.000 toneladas, en el grupo dos se ubicaron cuatro familias de 6.100 a 5.667, en el grupo tres con 5.133 hasta 4.600 toneladas quedaron ubicados cinco familias, en el grupo cuatro solamente se manifestó una familia de 4.266, igual para el grupo cinco solamente quedo involucrado una sola familia con 3.617 toneladas, para el grupo seis se manifestaron tres familias con 2.707 a 2.273 toneladas y para el grupo siete con 1.580 toneladas se involucró una sola familia de medios hermanos. Esto indica la variabilidad de las familias evaluadas.

Cuadro 10. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 6 evaluados en el ciclo agrícola 2016.

Agrupamiento DMS grupo 6									
Orden	FMH	Media	Grupos						
1	114	7.533	a						
2	110	6.867		b					
3	115	6.733		b					
4	108	6.433		b					
5	113	6.044			c				
6	118	6.017			c				
7	112	5.933			c				
8	121	5.867			c				
9	107	5.867			c				
10	102	5.333				d			
11	119	5.333				d			
12	120	5.022				d			
13	117	4.689					e		
14	106	3.867						f	
15	111	3.378						f	
16	103	2.667							g
17	105	2.233							g
18	104	1.900							h

Agrupamiento DMS							
a	b	c	d	e	f	g	h
7.533 - 6.965	6.867 - 6.299	6.044 - 5.476	5.333 - 4.765	4.689 - 4.121	3.867 - 3.299	2.667 - 2.099	1.900 - 1.332

De acuerdo a la DMS de 0.568 del (cuadro 10), se observa las medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea, en el que se manifiesta ocho grupos estadísticos (a – h), involucrado en el grupo **a** una sola familia de 7.533 toneladas, en el grupo **b** se encontraron tres familias de 6.867 a 6.433, en el grupo **c** con 6.044 a 5.867 quedaron ubicaron cinco familias, en el grupo **d** se encontraron tres familias con 5.333 a 5.022 toneladas, en el grupo **e** se encontró una sola familia de 4.689, posteriormente quedando en el grupo **f** dos familias con rendimientos de 3.867 a 3.378 toneladas, para el grupo **g** se involucraron dos familias de 2.667 a 2.233 toneladas y para el grupo **h** se manifestó una sola familia con rendimiento de 1.900 toneladas. Esto indica la variabilidad de las familias evaluadas; por lo tanto, se pueden seleccionar las mejores (30 %) de las familias y así obtener una población formada con las familias de medios hermanos sobresalientes.

Cuadro 11. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 7 evaluados en el ciclo agrícola 2016

Agrupamiento DMS grupo 7									
Orden	FMH	Media	Grupos						
1	138	7.400	a						
2	125	5.978		b					
3	135	5.933		b					
4	127	5.600		b					
5	137	5.444		b					
6	126	5.333		b					
7	130	5.200		b					
8	134	4.867			c				
9	133	4.667			c				
10	136	4.600			c				
11	131	4.600			c				
12	122	4.378			c				
13	128	4.333			c				
14	132	4.111				d			
15	123	4.067				d			
16	124	4.067				d			
17	139	3.283					e		
18	140	2.346							f

Agrupamiento DMS					
a	b	c	d	e	f
7.400 - 6.832	5.978 - 5.041	4.867 - 4.299	4.111 - 3.543	3.283 - 2.715	2.346 - 1.778

En el cuadro 11, se muestra las medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectáreas, en la cual la prueba de medias manifiesta seis grupos estadísticos de acuerdo a la diferencia media significativa (DMS) de 0.568, quedando únicamente una sola familia en el grupo **a** con 7.400 toneladas, para el grupo **b** con 5.978 a 5.200 toneladas se ubicaron seis familias, en el grupo **c** de 4.867 hasta 4.333 toneladas quedaron ubicados seis familias, para el grupo **d** se manifestaron tres familias con 4.111 a 4.067 toneladas, para el grupo **e** se manifestó una sola familia con 3.283 toneladas y para el grupo **f** con rendimiento de 2.347 toneladas se ubicó una sola familia. En base a rendimiento se selecciona el mejor (30) de las familias de medios hermanos con rendimientos de 7.400 hasta 5.444 ton/ha y así obtener una población formada con las familias de medios hermanos sobresalientes.

Cuadro 12. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 8 evaluados en el ciclo agrícola 2016

Agrupamiento DMS grupo 8									
Orden	FMH	Media	Grupos						
1	151	7.333	a						
2	158	6.450		b					
3	144	6.266		b					
4	143	5.467			c				
5	157	5.400			c				
6	162	5.200			c				
7	150	4.933			c				
8	146	4.833				d			
9	156	4.533				d			
10	163	4.367				d			
11	147	4.333				d			
12	161	4.067					e		
13	155	3.933					e		
14	154	3.867					e		
15	142	3.283						f	
16	153	2.866						f	
17	160	2.267							g
18	149	2.200							g

Agrupamiento DMS						
a	b	c	d	e	f	g
7.333 - 6.765	6.450 - 5.882	5.467 - 4.899	4.833 - 4.265	4.067 - 3.499	3.283 - 2.715	2.267 - 1.699

De acuerdo a la DMS de 0.568 del (cuadro 12), se observa las medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH, en el que se manifiesta siete grupos estadísticos (a – g) de acuerdo a la diferencia significativa (DMS), quedando en el grupo **a** una sola familia de 7.333 toneladas, en el grupo **b** se encontraron dos familias de 6.450 al 6.266 toneladas, en el grupo **c** se ubicaron 4 familias de 5.467 hasta 4.933, en el grupo **d** se encontraron cuatro familias de 4.833 a 4.333 toneladas, en el grupo **e** se encontró tres familia con 4.067 a 3.867 toneladas para el grupo **f** localizo dos familia de 3.283 a 2.866 toneladas y para el grupo **g** quedaron ubicados dos familias con 2.267 a 2.200 toneladas. Esto indica la variabilidad de las familias evaluadas.

Cuadro 13. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 9 evaluados en el ciclo agrícola 2016

Agrupamiento DMS grupo 9								
Orden	FMH	Media	Grupos					
1	183	7.111	a					
2	170	7.067	a					
3	178	6.133		b				
4	165	5.756		b				
5	169	5.333			c			
6	172	5.089			c			
7	180	4.667				d		
8	177	4.650				d		
9	179	4.556				d		
10	184	4.500				d		
11	164	4.400				d		
12	167	4.083					e	
13	182	4.067					e	
14	168	3.867					e	
15	174	3.261						f
16	175	3.178						f
17	173	3.044						f
18	171	2.867						f

Agrupamiento DMS					
a	b	c	d	e	f
6.543	5.565	4.765	4.099	3.515	2.693

En el cuadro 13, se presentan las medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectáreas en la cual la prueba de medias manifiesta seis grupos estadísticos de acuerdo a la diferencia media significativa (DMS) de 0.568, en el primer grupo de 7.111 a 7.067, se involucraron dos familias, para el segundo grupo con 6.133 a 5.756 se agruparon dos familias, en el tercer grupo se involucraron dos familias de 5.333 a 5.089, en el cuarto grupo se involucraron cinco familias de 4.667 a 4.400, en el grupo cinco se agruparon tres familias con 4.083 a 3.867 y para el grupo seis quedaron involucrados cuatro familias con 3.261 a 2.867 toneladas. Por esta razón en el análisis estadístico reflejo diferencias altamente significativas entre los grupos debido a que se encontró una amplia diferencia entre las familias evaluadas en base a esto se seleccionan las mayores familias de medios hermanos más sobresalientes.

Cuadro 14. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 10 evaluados en el ciclo agrícola 2016

Agrupamiento DMS grupo 10									
Orden	FMH	Media	Grupos						
1	192	8.244	a						
2	203	6.500		b					
3	202	5.933		b					
4	187	5.933		b					
5	194	5.600			c				
6	198	5.133			c				
7	199	4.817				d			
8	201	4.733				d			
9	196	4.689				d			
10	188	4.600				d			
11	190	4.467				d			
12	185	4.133					e		
13	195	3.860					e		
14	186	3.800					e		
15	193	3.647					e		
16	197	3.600					e		
17	200	3.407						f	
18	191	3.282						f	

Agrupamiento DMS					
a	b	c	d	e	f
8.244 - 7.676	6.500 - 5.932	5.600 - 5.032	4.817 - 4.249	4.133 - 3.565	3.407 - 2.839

En el cuadro 14, se muestra las medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectáreas agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 10, en la cual la prueba de medias manifiesta seis grupos estadísticos (a – f) de acuerdo a la diferencia media significativa (DMS) de 0.568, quedando únicamente una sola familia en el grupo **a** con 8.244 toneladas, para el grupo **b** con 6.500 a 5.933 toneladas se ubicaron tres familias, en el grupo **c** de 5.600 hasta 5.133 toneladas quedaron ubicados dos familias, para el grupo **d** se manifestaron cinco familias con 4.817 a 4.467 toneladas, para el grupo **e** se manifestaron cinco familia con 4.133 a 3.600 toneladas y para el grupo **f** con rendimiento de 3.407 a 3.282 se ubicaron dos familias.

Cuadro 15. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 11 evaluados en el ciclo agrícola 2016.

Agrupamiento DMS grupo 11								
Orden	FMH	Media	Grupos					
1	213	7.133	a					
2	218	6.667	a					
3	222	6.067		b				
4	208	5.933		b				
5	217	5.911		b				
6	207	5.767		b				
7	219	5.400			c			
8	211	5.400			c			
9	205	5.267			c			
10	210	5.067			c			
11	221	4.880			c			
12	214	4.700				d		
13	204	3.583					e	
14	212	3.400					e	
15	220	3.247					e	
16	206	2.987						f
17	209	2.900						f
18	224	2.670						f

Agrupamiento DMS					
a	b	c	d	e	f
7.133 - 6.565	6.067 - 5.499	5.400 - 4.832	4.700 - 4.132	3.583 - 3.015	2.987 - 2.419

De acuerdo a la DMS de 0.568 del (cuadro 15), se observa las medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 11, en el que se manifiesta seis grupos estadísticos (a – f) de acuerdo a la diferencia significativa (DMS), quedando en el grupo dos familia de 7.133 a 6.667 toneladas, en el grupo b se encontraron cuatro familias de 6.067 a 5.767 toneladas, en el grupo c se quedaron ubicados cinco familias de 5.400 hasta 4.880, en el grupo d se ubicó una sola familia con 4.700 toneladas, en el grupo e se encontró tres familia con 3.583 a 3.247 toneladas para el grupo f se localizaron tres familia de 2.987 a 2.670 toneladas. Esto indica la variabilidad de las familias evaluadas.

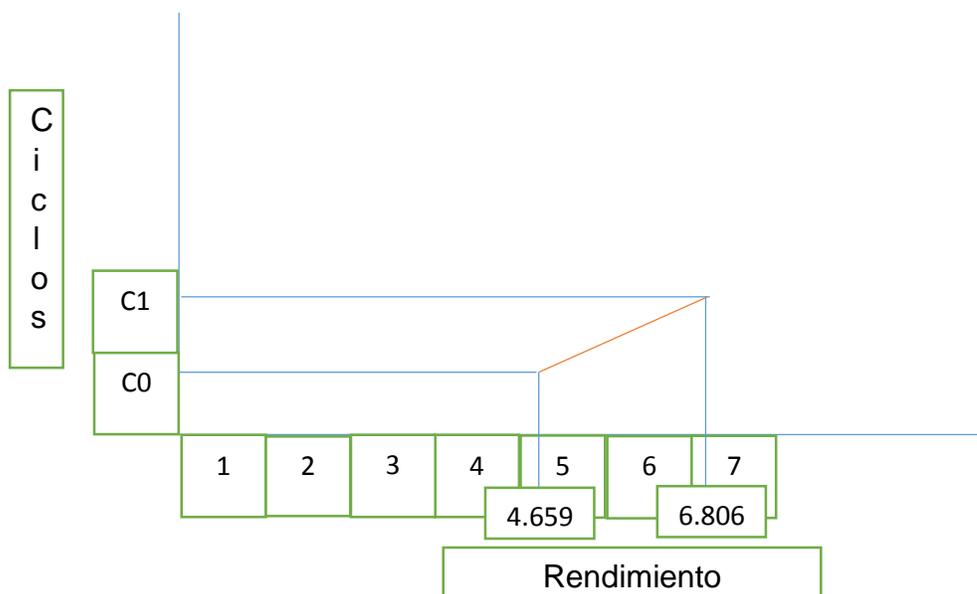
Cuadro 16. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 12 evaluados en el ciclo agrícola 2016

Agrupamiento DMS grupo 12							
Orden	FMH	Media	Grupos				
1	236	6.067	a				
2	233	5.933	a				
3	241	5.933	a				
4	230	5.800	a				
5	231	5.279		b			
6	227	5.000		b			
7	238	4.633			c		
8	225	4.533			c		
9	239	4.267			c		
10	226	4.233			c		
11	237	3.350				d	
12	245	3.327				d	
13	244	3.187				d	
14	234	2.907				d	
15	243	2.667				d	
16	229	2.244				d	
17	232	1.700					e
18	228	1.493					e

Agrupamiento DMS				
a	b	c	d	e
6.067 - 5.499	5.279 - 4.711	4.633 - 4.065	3.350 - 2.079	1.700 - 1.132

En el cuadro 16, se presentan las medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectáreas agrupados en 18 FMH involucrados en el grupo 12, en la cual la prueba de medias manifiesta cinco grupos estadísticos de acuerdo a la diferencia media significativa (DMS) de 0.568, en el primer grupo de 6.067 a 5.800, se involucraron cuatro familias, para el segundo grupo con 5.279 a 5.000 se agruparon dos familias, en el tercer grupo se involucraron cuatro familias de 4.633 a 4.233, en el cuarto grupo se involucraron seis familias con 3.350 a 2.244 toneladas y para el grupo cinco se agruparon dos familias con 1.700 a 1.493 toneladas. Esto indica la variabilidad de las familias evaluadas; por lo tanto, se pueden seleccionar las mayores familias y así obtener una población formada con las familias de medios hermanos sobresalientes.

Figura 1. Concentración de medias de rendimiento de mazorca en toneladas por hectárea de las cinco mejores familias agrupados en 12 grupos



En la figura 1, se presenta la concentración de medias de las cinco mejores familias agrupados en los 12 grupos, donde la media general de las 216 Familias de Medios Hermanos fue de 4.659, hipotéticamente se espera incrementar la media de 6.806.

V. CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, así como al objetivo e hipótesis planteados, se concluye lo siguiente:

La selección de 46 Familias de Medios Hermanos (FMH), siendo estas el 21 % de las familias evaluadas, en lo general, tienen buenas características que permiten seguir un programa de selección recurrente y formación de variedades mejoradas.

VI. BIBLIOGRAFIA

BRAUER H. O. 1980. Fitogenética aplicada. Cuarta reimpression. Ed. Limusa. México D. F.

BRAUER H. O. 1987. Fitotécnia Aplicada. Edición. DR. Limsa. México, D.F. 518 p.

Châtel, M., & Guimaraes, E. P. (1995). Selección recurrente con androesterilidad en arroz (Vol. 246). CIAT. Pag 1.

Châtel, M., & Guimaraes, E. P. (1995). Selección recurrente con androesterilidad en arroz (Vol. 246). CIAT.

Chávez. A. J. L. Mejoramiento de plantas 1 México: Trillas: UAAAN, 1993 (reimp. 2007). Pag. 111

Chávez. A. J. L. 1995. Mejoramiento de plantas 2. Métodos Específicos de Plantas Alógamas. 1^{ra} Edición. Editorial Trillas, S. A. de C. V. Pag 22 y 24.

Ferreira, M. E., PENTEDO, M., Brondani, C., FERREIRA, M., RANGEL, P., & GUIMARÃES, E. (2000). Caracterización y uso de marcadores RAPD y microsatélites (SSR) en el monitoreo del programa de mejoramiento poblacional en arroz. Avances en el mejoramiento poblacional en arroz. Pag 39.

Hallauer, A.R. 1980. Relation of quantitative genetics to applied maize breeding. Rev. Brasil Genet. III 3:218-224.

Hallauer, and Miranda J. B. 1981 Quantitative genetics in maize breeding the Iowa State University Press pag 9-48 y 468p.

INAFED consultado el 07 de Noviembre de 2017 en:
<http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM05coahuila/municipios/05030a.html>.

Lozano M. J. B and Ramirez D. J. L. 2002. Selección recurrente en tres poblaciones de maíz para el subtrópico de México. Revista Fitotecnia Mexicana.

Márquez S., F. 1988. Genotecnia Vegetal. Métodos, Teorías y Resultados. Tomo II. AGT editor S. A., México D.F. 756 p.

Paliwal. R. L, Granados. G, Lafitte. H. R, Alejandro D. V; Food and Agriculture Organization. El Maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. 1^{ra} Edición. Editorial Roma; Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación, 2001. Pag. 124 citado 2 veces.

POEHLMAN, J. M.; ALLEN, D. S. 2003. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Ed. Limusa. D.F., México. pp. 172-176.

Portillo, J. F. R., Gutiérrez, A. C., Rodríguez, M. A., Ruíz, V. E. C., Sánchez, D. G., & Herrera, S. A. R. (2013). Formación del ciclo cuatro de selección en una población de maíz pozolero del estado de Morelos. Artículos in extenso, 48.

Rangel P. H. N Márcio E. Ferreíra, María Isabel de O. Pentedo, Claudia Brondanf, AndréBeló & Marco A. Ferreira (2000). Caracterización y uso de marcadores RAPD y microsatelites (SSR) en el monitoreo del programa de mejoramiento poblacional en arroz en línea SB191.R5_A93_Avances_en_el_mejoramiento_poblacional_en_arroz.pdf.

Robles, R.S. 1986. Genética elemental y fitomejoramiento práctico. 1ª edición. Editorial Limusa. México. D.F.

SAGARPA. 2013. Regla para la calificación de semilla de maíz (*Zea mays* L.) Pagina 7 disponible en línea <http://www.conacyt.mx/cibiogem/images/cibiogem/normatividad/vigente/SAGARPA/Maiz.pdf>

UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL SUR DEL LAGO. (UNESUR). Mejora de Cultivos (en línea) http://www.unesur.edu.ve/unidades/genconunidades_curriculares/Mejoradecultivos/U_III_Selecci%F3n.pdf (Consulta: 29 Abril 2017).

Vallejo, D. H. L., Ramírez D. J. L., Ron P. J., Sánchez J., Chuela B. N., Venegas S. H., Delgado M. H., Aguilar S. M. y García, A. 2000. Aptitud Combinatoria de dos poblaciones subtropicales adaptadas *In*: Memoria de XVIII Congreso

Nacional de Fitogenética. Zavala, G. F., Ortega, P. R., Contreras. J. A., Benítez, R. I. y Guillén, A. (eds). Irapuato, Guanajuato. Pp. 393