

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Índice de Selección Básico como Criterio Principal en la Elección de Híbridos
Simples de Maíz

Por:

OSBEL ROMO CASTRO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre, 2019.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Índice de Selección Básico como Criterio Principal en la Elección de Híbridos
Simples de Maíz

Por:


OSBEL ROMO CASTRO


TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Humberto De León Castillo
Asesor Principal


M.C. Eduardo Hernández Alonso
Coasesor


Ing. Raúl Gándara Huitrón
Coasesor


Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Diciembre, 2019.



AGRADECIMIENTOS

A mi **Dios** por haberme ubicado en esta maravillosa institución, por no soltarme nunca de sus benditas manos, gracias brindarme salud, paz, amor, sabiduría, entendimiento y comprensión en la realización y culminación de mis estudios nivel licenciatura. ¡GRACIAS POR TODO MI SEÑOR TE AMO!

A mi **ALMA TERRA MATER**, por recibirme en su humilde casa y hacerme sentir como en familia, gracias por haber echo de mí una mejor persona en todos los aspectos.

Al **Dr. Humberto de León Castillo**, por su amistad, paciencia mostrada en todo momento y sobre todo por el apoyo el brindado, dándome la confianza y consejos al realizar esta tesis.

Al **M.C. Eduardo Hernández Alonso**, por estar en la mejor disposición en todo momento, gracias por tu gran ayuda y sobre todo por haberme brindado una amistad sincera tanto en el ámbito académico como personal.

Al **ing. Raúl Gándara Huitrón**, por su amistad y apoyo brindado, por estar en la mejor disposición para participar como jurado examinador de este trabajo de tesis.

A la **familia Castro Romo**, toda la vida estaré agradecido por haberme brindado un hogar, comida y cariño, en especial a mi tía **Sandra Romo Zúñiga**, por todo su apoyo, paciencia, comprensión y sus sabios consejos.

A **Jessica Marlene Orozco Ortiz, Steven, leo, perico, edu, takis, Silverio, mocho, mi compadre mundo**, por brindarme su más sincera amistad su cariño, apoyo, comprensión y muchas aventuras durante estos años a su lado, por todo gracias, los quiero mucho familia.

DEDICATORIA

A mis padres:

Sergio Romo Zúñiga y Verónica Castro Ahumada.

A mi padre por brindarme la oportunidad de seguir continuando con mis estudios profesionales, porque a pesar de las dificultades siempre buscabas la manera de que nunca me faltara nada, por todos esos sabios y acertados consejos antes y durante mi vida académica profesional, por todo tu cariño, comprensión, esa paciencia que siempre me tuviste y por nunca dejar de creer en mí, por todo eso y más gracias. Te amo.

A mi madre, gracias por brindarme la vida, por ser una madre ejemplar siempre dándome todo tu amor, cariño y sobre todo gracias por enseñarme a valorar a las personas, por siempre creer en mí, por esos sabios consejos, tú me demostraste que con fe todo se puede, que a pesar de las dificultades siempre hay que mirar hacia adelante con la frente en alto y que en esta vida no hay imposibles, gracias madre. Te amo con todo mi corazón.

A mis hermanos **Sergio Romo Castro y Ramón Antonio Romo castro**, por todos esas pláticas, abrazos y alegrías al momento de llegar a casa, por demostrarme su cariño y amor, por ser unos grandiosos hermanos, que a pesar de los buenos y malos momentos siempre seremos hermanos, los amo.

A toda mi familia, por todo el apoyo recibido de su parte en especial a mi **tío chefin, mi tío chapo, mi mamary, mi mavely** y todas aquellas personas que siempre me deseaban lo mejor que era culminar de buena forma mis estudios y triunfar en la vida en todos los aspectos, sin su ayuda nada de esto hubiera sido posible, muchas gracias. Los amo!!

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos	3
Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Importancia de los híbridos de maíz en México.....	4
Tipos de híbridos de maíz más recomendados	6
Importancia del riego por cintilla en Maíz.....	8
Índices de selección.....	10
Bloques incompletos con arreglo apha lattice.....	13
Ensayos de rendimiento	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	17
Evaluación de los ensayos de rendimiento.....	17
Descripción de la parcela experimental.....	17
Manejo agronómico	18
Siembra	18
Fertilización.....	18
Control de maleza.....	18
Control de plagas	18
Riego	19
Aclareo	19
Cosecha.....	19
Variables agronómicas evaluadas	19
Días a floración macho (FM).....	19
Días a floración hembra (FH).....	19

Altura de planta (AP)	19
Acame de raíz (AR).....	20
Acame de tallo (AT).....	20
Mala cobertura (MC).....	20
Plantas con <i>fusarium</i> sp. (PF).....	20
Calificación de planta (CP)	20
Calificación de mazorca (CM).....	21
Peso hectolítrico (PH)	21
Por ciento de humedad (HUM)	21
Rendimiento.....	21
Análisis estadísticos	22
Coeficiente de variación.....	24
Modelo componentes principales y su gráfico Biplot.....	25
Índice de selección (IS)	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
Cuadrados medios del análisis de varianza individual evaluados por años	30
Análisis de varianza combinado.....	36
Agrupamiento de las variables.....	43
Cálculo del índice de selección.....	44
Índice de selección.....	46
V. CONCLUSIONES.....	51
VI. LITERATURA CITADA.....	52
APÉNDICE.....	62

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Descripción	Página
4.1	Cuadrados medios y significancias del análisis de varianza individual para 141 híbridos experimentales y tres testigos comerciales, evaluados en el terreno denominado Bajío del campo de la UAAAN en el ciclo primavera-verano del año 2017.....	32
4.2	Cuadrados medios y significancias del análisis de varianza individual para 141 híbridos experimentales y tres testigos comerciales, evaluados en el terreno denominado Bajío del campo de la UAAAN en el ciclo primavera-verano del año 2018.....	35
4.3	Valores medios del combinado de las 13 variables evaluadas a través de años.	36
4.4	Valores medios del combinado de las 13 variables evaluadas por experimento.....	37
4.5	Cuadrados medios del análisis de varianza combinado de 141 híbridos experimentales y 3 testigos comerciales para 13 variables evaluados en los ciclos 2017 y 2018.....	41
4.6	Resultados del análisis de varianza del índice de selección combinado de dos ambientes.....	45
4.7	Híbridos de cruce simple de maíz seleccionados mediante un índice de selección básico y medias ajustadas de 13 variables evaluadas.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
4.1	Gráfico Biplot a partir de las 13 variables de los 141 híbridos y tres testigos evaluados para observar los grupos correlacionados.....	43

RESUMEN

La principal meta del mejoramiento genético de maíz por hibridación es generar cruza que superen el rendimiento de grano a las variedades locales criollas y mejoradas. Esta investigación consistió en la evaluación de 141 híbridos simples experimentales y 3 testigos comerciales, establecidos en el Campo Experimental “El Bajío” de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en los ciclos agrícolas 2017 y 2018. Los objetivos planteados fueron los siguientes: i) Demostrar que existe variabilidad entre los híbridos evaluados, mediante los modelos empleados, ii) Seleccionar los mejores materiales híbridos, en base a un índice de selección, iii) Hacer selección de los mejores híbridos y puedan ser potencialmente útiles comercialmente. La evaluación se realizó a través de dos ambientes en tres experimentos de 47 híbridos e incluyendo tres testigos, midiendo 13 características agronómicas bajo el diseño experimental bloques incompletos en un arreglo alfa-látice con dos repeticiones por ambiente. Para el cumplimiento de los objetivos se realizó un análisis de varianza individual y combinado, los resultados de estos análisis demostraron la existencia de diferencias estadísticas entre los híbridos. La identificación de los materiales superiores se asistió de la metodología índices de selección, para la construcción de este se empleó un Gráfico Biplot mediante el Modelo Multivariado de Componentes Principales, las variables correlacionadas formaron tres grupos de donde se seleccionó cada una de las siguientes variables: floración hembra, calificación de planta y rendimiento, con las cuales se construyó el índice de selección. En base al valor al mérito del índice de selección obtenidos en el análisis sobresalieron 10 híbridos seleccionados dentro de los cuales se identificaron como superiores a los híbridos experimentales: 71, 96 y 124, considerando sus buenos atributos agronómicos.

Palabras claves: Mejoramiento genético, ensayos de rendimiento, híbridos simples.

I. INTRODUCCIÓN

Un propósito importante del mejoramiento genético de maíz por hibridación es generar cruzas que superen en rendimiento de grano a las variedades locales criollas y mejoradas. En la producción comercial de maíz se usan tres tipos de híbridos: crusa simple, crusa trilineal y crusa doble, (Gutiérrez *et al.*, 2010). Un 90% de la producción nacional de maíz proviene de materiales híbridos, por lo que casi toda la semilla certificada y fiscalizada de maíz disponible en el mercado corresponde a este tipo de material.

Cabe mencionar que cuando se habla de hibridación Vergara *et al.*, (2005) establecen que a fin de alimentar a la población y mantener la producción agrícola, es condición indispensable disponer de suficientes semillas de calidad y conocer el comportamiento genético de las características de importancia económica de cada población, para elegir la estrategia de selección que permita obtener híbridos con mayores ventajas agronómicas. Así mismo, el mejorador requiere ampliar la base genética del germoplasma y evaluarla para tener conocimiento amplio del tipo de acción génica de los materiales en estudio para los caracteres de mayor importancia económica, tales como el rendimiento.

Lo anterior permitirá elegir el mejor esquema de mejoramiento que maximice la varianza genética y de esta forma incrementar y fijar la frecuencia de genes favorables en la población (Luna *et al.*, 2013; Haochuan *et al.*, 2014).

Es importante mencionar que la meta principal de cualquier programa de híbridos, es producir híbridos de cruzas simples involucrando líneas homocigotas como progenitores, con el objeto de explotar al máximo la heterosis y obtener híbridos más uniformes y atractivos. En algunos experimentos se ha demostrado que las cruzas simples son más estables, además de exhibir rendimiento de grano superior con respecto a algunos híbridos comerciales, tuvieron ciclos fenológicos más cortos y altura de planta similar a la que tienen los arqueotipos comerciales actuales, los

resultados mostraron que las cruza simples evaluadas pueden representar una opción para la producción de grano (Sánchez *et al.*, 2016).

Además, las cruza simples son la base para la obtención de híbridos trilineales, ya que la cruza simple que participa como hembra es de alta productividad (Espinosa *et al.*, 1998; Sierra *et al.*, 2006; Márquez, 2009).

En un programa de mejoramiento genético, el desarrollo de genotipos estables y con rendimiento alto es de fundamental importancia en la producción comercial de semilla, por tal motivo, en las etapas finales del proceso de mejoramiento, los genotipos desarrollados deben ser evaluados en diferentes localidades y durante varios ciclos, para identificar a aquellos con potencial sobresaliente antes de ser recomendados para cultivarse en alguna localidad o región (Tonk *et al.*, 2011).

Dentro de los proyectos de la sección Maíz, destacó el desarrollo del híbrido AN-360 “Pancho Villa”, primer híbrido súper enano en el mundo en producir experimentalmente 20 toneladas por hectárea y el primero liberado por la institución, creado por el Dr. Mario E. Castro Gil y su equipo.

En el presente, el Instituto Mexicano del Maíz sigue trabajando en investigaciones y ha generado, a lo largo de su historia, algunos materiales mejorados para regiones como el Istmo de Tehuantepec en Oaxaca, regiones del bajío mexicano, zonas de trópico seco para estados como Sonora, Sinaloa y Tamaulipas, sierra de Chihuahua, región de Valles Altos en Puebla, etcétera.

Este trabajo se realizó con la finalidad de evaluar el comportamiento agronómico de 141 híbridos simples experimentales con tres testigos, que pertenecen a un grupo de germoplasma de maíz con altura normal provenientes del IMM. “Dr. Mario E. Castro Gil”, ubicado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en estos híbridos se evaluaron 13 variables agronómicas

Objetivos

- Demostrar que existe variabilidad entre los híbridos evaluados, mediante los modelos empleados.
- Seleccionar los mejores materiales híbridos, en base a un índice de selección.
- Hacer selección de los mejores híbridos y puedan ser potencialmente útiles comercialmente.

Hipótesis

- Sera posible encontrar variabilidad entre los híbridos evaluados, mediante la información generada de los modelos empleados.
- Se seleccionarán los mejores híbridos, apoyados por un índice de selección.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia de los híbridos de maíz en México

La adopción de semilla mejorada e híbridos es un proceso de cambio, por lo que conviene que los asesores técnicos e investigadores agrícolas se familiaricen con los factores agroecológicos y sociales que intervienen en el proceso, para apoyar y orientar con eficiencia a los productores (González *et al.*, 2008).

Virgen *et al.*, (2016) mencionan que la semilla de calidad es el insumo básico para aumentar la productividad en maíz; esto debe producirse con procedimientos y controles estrictos, para ello utilizaron la tecnología de la semilla híbrida en el experimento.

El uso de semilla mejorada es un elemento clave en muchos países en desarrollo, para alcanzar niveles competitivos en la producción, (Espinosa *et al.*, 2002) poseen un buen rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, una mayor adaptación y un porte adecuado de la planta que permite tener más plantas por unidad de superficie.

La producción por unidad de superficie es baja y se requiere incrementarla, pues cada vez la superficie para el cultivo es menor y la demanda aumenta. Una alternativa es utilizar semilla de calidad de variedades o híbridos mejoradas con características agronómicas y productividad sobresalientes para condiciones de temporal y riego adaptadas a cada región. (Virgen *et al.*, 2016).

La baja productividad se debe a varios factores, pero uno de ellos es el uso de semillas criollas, a pesar de estar adaptadas a condiciones ambientales desfavorables, tienen un bajo potencial productivo y son más sensibles a padecer enfermedades reduciendo la calidad del cultivo y la productividad. En este sentido, la utilización de semillas mejoradas de maíz representa una oportunidad de mejora tecnológica que repercutiría en aumentar el rendimiento y rentabilidad de las explotaciones (Sánchez *et al.*, 2016).

De acuerdo con Copeland y McDonald (2001), las semillas de variedades mejoradas son el medio para incrementar el rendimiento y calidad de las cosechas, al servir como puente entre el mejoramiento genético (la investigación) y el productor.

Para cubrir la demanda interna del país, la semilla mejorada es un elemento clave para alcanzar niveles competitivos en la producción, el uso de este tipo de materiales junto con la tecnología adecuada, son elementos estratégicos para cristalizar los resultados entre el mejoramiento genético y la utilización de semilla, que permitirán el desarrollo del sector productivo de maíz en México (Espinoza *et al.*, 2002).

La formación, evaluación, identificación, registro y uso comercial de una nueva y mejor variedad es esencial en nuevos programas de fitomejoramiento, en la generación de tecnología, en la multiplicación e intercambio de germoplasma entre instituciones de investigación o entre agricultores y en la recomendación para siembra comercial, como un prerequisite para su aprovechamiento integral (Pérez *et al.*, 2014).

El aumento de la tasa de adopción de semilla mejorada es importante por el incremento que se puede lograr en la productividad, en la producción (García-Salazar y Ramírez-Jaspeado, 2013) y en el bienestar de los productores de maíz, lo cual implica que dicho aumento puede reducir la pobreza en los productores de maíz.

Las causas principales por las cuales unos productores usan semilla mejorada son: el probar o experimentar, el factor económico, el rendimiento y la resistencia al acame (Guillén-Pérez *et al.*, 2002).

Investigaciones realizadas en países en desarrollo sobre los efectos que la adopción de semilla mejorada de maíz tiene sobre el bienestar de los hogares y el desarrollo rural indican que, en general, con la adopción se tiene un impacto positivo sobre productividad porque se reducen las importaciones, y los ingresos de los productores presentan beneficios tangibles por la venta de maíz, con lo que se reduce la pobreza extrema (Karanja *et al.*, 2003).

La FAO (2010) establece que a fin de alimentar a la población y mantener la producción agrícola, es condición indispensable disponer de suficientes semillas de calidad de variedades mejoradas de maíz.

La importancia del uso de semillas mejoradas reside en que, al ser una innovación, su meta es generar valor para el agricultor, mejorando su competitividad y rentabilidad, a través del incremento de rendimiento. Otra forma de generar valor es satisfacer la demanda alimenticia, y el uso de semillas mejoradas tiene impacto en la seguridad alimentaria de los hogares, sobre todo de los más pobres, al permitir satisfacer la cantidad requerida de alimentos debido a que los excedentes generados aumentan el consumo per cápita (Shiferaw *et al.*, 2014).

Según Turrent *et al.*, (2012) una de las estrategias para mitigar el déficit de grano de maíz, estimado en cerca de 10 millones de toneladas anuales, con valor aproximado de 2.5 mil millones de dólares, es incrementar la producción a través del mejoramiento genético de las variedades híbridas y eficiencia en el riego.

La utilización de semillas mejoradas de maíz por parte de los agricultores es una oportunidad para aumentar su rendimiento y rentabilidad; no obstante, su adopción es aún limitada (23.4%) (Herrera *et al.*, 2002).

Para De la Rosa *et al.*, (2006) el uso de material genético mejorado ofrece una de las mejores opciones para lograr el propósito de incrementar la productividad del maíz mediante el uso eficiente de los recursos disponibles.

Tipos de híbridos de maíz más recomendados

En México la obtención y utilización de híbridos de maíz es relativamente reciente y se localiza en áreas específicas. A partir de los 30's se comenzaron a mejorar los maíces con base en información de la diversidad de los genotipos (Inghelandt *et al.*, 2010).

Bejarano (2003) menciona, que hasta finales de la década pasada la mayoría de estos híbridos se originaban de cruces dobles, los cuales tienen cuatro líneas endogámicas; los mismos se han venido sustituyendo con híbridos provenientes del cruce de tres líneas.

Los híbridos trilineales representan una alternativa interesante en la producción de semilla y el mejoramiento genético, en su producción comercial se aprovechan las ventajas en productividad que ofrece la heterosis en la producción comercial de maíz, los híbridos trilineales permiten alta rentabilidad para las empresas productoras de semilla, ya que la cruce simple que participa como hembra es de alta productividad (Sierra *et al.*, 2005).

En un híbrido simple es donde se manifiesta la máxima expresión de la heterosis, el cual se forma mediante el cruzamiento de dos líneas endocriadas, que son obtenidas a través del proceso de autofecundación. A medida que el nivel de endocria de las líneas que forman el híbrido simple es mayor, también lo es la uniformidad del híbrido resultante y generalmente, es mayor la expresión de heterosis (Bejarano *et al.*, 2007).

Bejarano (2007) explica que estos materiales no se habían usado antes en el país debido a que las líneas endocriadas son débiles y con una producción muy costosa, sin embargo, a través del programa de desarrollo de híbridos dobles, anteriormente desarrollado, fueron obtenidas líneas de mejor comportamiento y rendimiento que hacen factible la producción económica de los híbridos simples de maíz.

Algunas investigaciones realizadas por (Escorcia-Gutiérrez *et al.*, 2010) y (Guerrero-Guerrero *et al.*, 2011) señalan que una cruce simple es de alto rendimiento cuando las dos líneas progenitoras son de alta ACG, o bien, al menos una línea es de alta ACG, pero presenta efectos positivos de ACE.

Márquez *et al.*, (2008) Señalan que tradicionalmente desde hace unos veinte años los híbridos con cruce simple se han recomendado, y siguen recomendándose, para la agricultura empresarial, de riego o de buen temporal.

Según cifras del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, 1994) el uso de semilla del híbrido simple ha aumentado recientemente en los países en desarrollo, debido a que este tipo de híbridos presenta mayor uniformidad y potencial de rendimiento, por lo tanto, es importante desarrollar progenitores con buenos atributos agronómicos que faciliten la producción de semilla híbrida.

En México todavía no existen líneas altamente productivas, por lo cual se usan híbridos dobles o trilineales; además, el costo elevado de la semilla de híbridos de cruza simple ha limitado su producción comercial (Luna *et al.*, 2012).

Torres *et al.*, (2011) Mencionan que en teoría los híbridos de dos líneas son más productivos que los de tres, pero los primeros presentan mayor interacción genotipo ambiente, por lo que no son recomendables comercialmente debido que también su producción de semilla es más costosa.

Importancia del riego por cintilla en Maíz

La problemática del agua a nivel mundial y la necesidad de alimento han generado la utilización racional del agua, sin embargo, la producción agrícola por exigencia de la economía de mercado, necesita asegurar rendimientos mínimos para ser una actividad viable y el riego se hace cada vez más imprescindible para obtener una producción regular. La utilización de riego por goteo permite incrementar fuertemente la eficiencia en uso de agua en los cultivos, además el riego es la única forma de reducir el estrés hídrico en las plantas ya que con la escasez de agua en la zonas áridas y semiáridas el riego por goteo es el mejor sobre otros riegos como gravedad y aspersión (Medrano *et al.*, 2007).

El riego por goteo sub-superficial presenta un 27.4 % de ahorro de agua comparado con el riego superficial en cultivo de maíz forrajero, ya que en el riego por gravedad hay mayor pérdida de agua (Montemayor *et al.*, 2007).

Actualmente, el sistema de riego por goteo se emplea en la producción de diversos cultivos por su alta eficiencia en el manejo del agua, ya que las pérdidas por evaporación, escurrimiento superficial y percolación profunda son menores, por lo que el volumen de aplicación es relativamente bajo en comparación con otros sistemas y proporciona la cantidad de agua necesaria para que el cultivo desarrolle sus funciones fisiológicas y productivas (Olague *et al.*, 2006).

Lo que hace eficiente el riego por goteo comparado con otros métodos, es que el agua llega directamente a la zona de la raíz, por lo tanto, hay mayor eficiencia de aplicación, menor pérdida por evaporación y percolación comparándolo con aspersión y gravedad; además de que la fertilización se hace por medio del mismo sistema (Delphine *et al.*, 2005).

Tecnologías como la presurización y aspersión aumentan la eficiencia en el riego. Se ha investigado y mejorado la tecnología de riego por goteo, de gran importancia en las zonas semiáridas, ya que reduce la evaporación del suelo desnudo, el escurrimiento superficial y la percolación profunda (Mahbub *et al.*, 2002).

Montemayor *et al.*, (2004) compararon el consumo de agua y rendimiento de maíz forrajero entre riego con cinta (RGS) y superficial (RS) en el ciclo verano-otoño de 2002, con valores de E_t de 450 mm con RGS y 650 mm con RS. Por ser un año con demanda normal y ciclo de verano - otoño, el valor de evapotranspiración es de 470.7 y 627.6 mm respectivamente, con una desviación menor de 5 por ciento en ambos casos.

Montemayor *et al.*, (2006) en un trabajo realizado concluyen que la lámina de agua aplicada en el sistema de riego sub-superficial fue de 0.47 m, la cual representó un ahorro de 28 % comparado con el sistema de riego en surcos. La eficiencia en el uso del agua se incrementó de 2.0 kg/m^3 a 2.9 kg/m^3 con el sistema de riego por goteo subsuperficial.

Mientras tanto Kafkafi y Tarchitzky, (2012) expresan que el riego por goteo permite la entrega directa de agua desde la fuente emisora al punto de demanda, cercano a una planta en crecimiento, con mínimas pérdidas de agua por evaporación desde

áreas de suelo no cubiertas por plantas. De la misma manera señalan que las raíces de las plantas proliferan donde el agua y los nutrientes están disponibles. Esta adaptación radicular a las condiciones de suelo húmedo permite el uso de una única línea entre dos hileras de cultivo, o incluso una línea de riego por cada tres surcos de un cultivo o el mojado parcial de la superficie del suelo de quintas frutales.

Sne, (2006) señala que las aplicaciones frecuentes y pequeñas de agua en el riego por goteo inducen sistemas radiculares someros y compactos en comparación con sistemas radiculares más profundos y extendidos en cultivos regados por aspersión o por inundación. En contraste, a causa de una mejor aireación y nutrición en la zona de transición del volumen de suelo regado por goteo, la densidad de las raíces finas es significativamente más alta que en los sistemas radiculares que crecen bajo sistemas de riego por aspersión.

Díaz *et al.*, (2007) mencionan que la técnica de riego por goteo utilizada en el cultivo del maíz genera un efecto mayor en el IAF, producción de biomasa y rendimiento de grano respecto a la técnica de riego por surcos.

Índices de selección

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

Sharma y Duveiller (2003) indican que el uso de un índice de selección (IS) permite superioridad marcada en un rasgo para compensar inferioridad moderada en otro.

Es decir, los segregantes inferiores, pero con algunos atributos favorables se incluyen en el ciclo de selección, lo cual no puede ser logrado directamente con otros métodos de selección.

Rodríguez *et al.*, (2013) mencionan que actualmente se requiere en el mejoramiento genético del maíz una metodología para determinar que caracteres deben incluirse en la selección simultánea a fin de mejorar la producción de grano. Y argumentan una estrategia que permita al mejorador considerar simultáneamente la expresión de varios caracteres en los procesos de selección por medio de índices de selección.

En maíz, es importante utilizar una metodología para determinar que caracteres deben incluirse en la selección simultánea, a fin de mejorar la producción (Milligan *et al.*, 2003). Por lo general las características utilizadas en un índice de selección deben ser de mayor heredabilidad que el rendimiento *per se* y estar significativamente correlacionadas con este.

Restrepo *et al.*, (2009) mencionan el índice de selección es un método de puntaje total en el cual se desarrolla una ecuación de regresión múltiple que da valores óptimos a la importancia económica de cada característica, la heredabilidad de cada característica y a las correlaciones genéticas y fenotípicas entre las características, de manera que permite separar genotipos con base en la evaluación simultánea de varios caracteres basándose en el valor obtenido.

Mohammadi y Syed (2010) mencionan al respecto que la correlación genética entre dos caracteres juega un papel importante en la respuesta correlacionada de la selección; se asegura, por lo tanto, siendo el rendimiento un carácter poligénico, cabe suponer que al estar éste correlacionado con otros caracteres, se asegura un máximo progreso con el uso de los índices de selección. También mencionan que cuando un carácter esta correlacionado con otros caracteres, la selección en algunos de éstos puede producir cambios en caracteres asociados, entre ellos el rendimiento

Tucuch *et al.*, (2011) encontraron mayor ganancia genética involucrando varios caracteres que para selección de los caracteres *per se* en forma individual.

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

Los índices de selección ayudan a seleccionar los mejores individuos para el próximo ciclo de selección en base a los valores fenotípicos observados (Ceron *et al.*, 2006).

En maíz forrajero la respuesta a la selección podría ser más eficiente si se consideran simultáneamente otros caracteres con alta heredabilidad y positivamente correlacionados con el rendimiento de forraje verde (Bujak *et al.*, 2007).

Cerón y Sahagún (2005) mencionan que la selección de genotipos basada en la evaluación simultánea de dos o más caracteres se ha hecho, principalmente, de acuerdo con el índice de selección desarrollado por Smith, no obstante que sus requerimientos incluyen estimaciones de las varianzas y covarianzas de los valores genotípicos y la asignación, frecuentemente subjetiva, de los pesos económicos de los valores genotípicos de los caracteres involucrados en la selección.

Independientemente, sí se considera una o más características en el proceso de selección, es necesario, además, evaluar los genotipos en varios ambientes, ya que, De León *et al.*, (2009) establecen que la respuesta de los genotipos cambia de un ambiente a otro, expresando de esta manera la interacción genotipo por ambiente.

Un índice de selección es el mejor predictor lineal del valor de mejoramiento por unidad de selección y toma forma la forma de regresión múltiple del valor de mejoramiento, sobre todas las fuentes de información, (Betancur *et al.*, 2012)

Bloques incompletos con arreglo apha lattice

En un experimento en campo, con un amplio un numero de tratamientos, es complicado encontrar homogeneidad tanto de factores bióticos y abióticos; por ello es importante seleccionar el diseño experimental que minimice la varianza del error. En un estudio realizado por Lagos y Criollo (2001) evaluaron 25 familias de medios hermanos de una población de maíz amarillo con tres diseños experimentales diferentes, encontraron que los diseños látices disminuyen el cuadrado medio del error y el coeficiente de variación.

Gonzales (2006) afirma que en ocasiones es necesario bloquear unidades experimentales en grupos más pequeños que una réplica completa de todos los tratamientos que se usarían con bloques completos aleatorizado o un diseño de cuadrado latino. El diseño de bloques incompletos se usa para disminuir la varianza de error experimental y proporcionar comparaciones más precisas entre tratamientos de lo que es posible con el diseño de bloques completos.

Gabriel *et al.*, (2017) según estos autores, cuando se tiene un experimento donde los tratamientos se alojan al azar sobre las unidades experimentales, de modo que solo un conjunto de los mismos aparece representado por lo menos en uno de los bloques, se dice que el experimento es de bloques incompletos.

Se distinguen dos grandes grupos de arreglos experimentales de este tipo, a saber: i) la clase experimentos genéricamente conocidos con el nombre de látices, seudofactoriales o cuasifactoriales, y ii) los diseños de bloques incompletos propiamente dichos. Fundamentalmente los látices se caracterizan porque es posible establecer una relación uno a uno entre los tratamientos en ensayo y las combinaciones de tratamientos de un experimento factorial. Tal correspondencia se explota de manera natural para producir el método de análisis de esta clase de experimentos. Para los diseños de bloques incompletos restantes; aun cuando es posible establecer una relación similar, esta es de poca o de ninguna utilidad para producir el método del análisis estadístico. El diseño de bloques incompletos

asegura, por un lado, un mejor control de la heterogeneidad del material experimental, pero, por otro lado, pierde precisión al confundir parte de la información relevante.

Asif *et al.*, (2008) indican que la ganancia es considerable en términos de eficiencia alcanzada al utilizar Alpha lattice design, por proporcionar un mejor control de la variabilidad experimental entre las unidades experimentales que favorece un uso más amplio de estos diseños en condiciones de campo.

M. Kashif *et al.*, (2011) el uso del diseño alfa-reticular permite el ajuste de las medias de tratamiento para efectos de bloqueo. Esto, a su vez, trae beneficios de los pequeños bloques incompletos que ayudan a las comparaciones varietales en condiciones más homogéneas. Los agrónomos se han basado en gran medida en el coeficiente de variación (CV) como una medida de la fiabilidad de los ensayos. Sugirió que el diseño de la red alfa parece detectar mejor las diferencias genotípicas que el RCBD y, por lo tanto, mejorará la eficacia de los ensayos de campo.

Asif *et al.*, (2006) los diseños alfa son una clase de diseños de bloques incompletos que se pueden resolver. Satisfacen los primeros 3 de los 4 criterios para diseños de bloques incompletos parcialmente equilibrados; todos los contrastes dentro de una clase asociada tienen una precisión similar, pero no necesariamente igual. La ventaja de los diseños alfa es que son fáciles de construir y se pueden construir en los casos en que no existan diseños de bloques incompletos y reticulados equilibrados. Los primeros diseños alfa se dirigieron principalmente a controlar la variación en las columnas de las parcelas en el campo. Esto suele ser adecuado cuando las parcelas son largas y estrechas.

Aplicaciones:

1. Puede usarse cuando los tratamientos relacionados con los niveles de uno o más factores necesitan mayores cantidades de material experimental en una unidad experimental que los tratamientos de otros factores.

2. El diseño puede usarse si va a incorporarse en un experimento un factor adicional para aumentar su alcance.

3. Se puede determinar las diferencias mayores entre los niveles de ciertos factores que entre los niveles de otros. En este caso, las combinaciones de los tratamientos para los factores pueden asignarse aleatoriamente a las unidades completas.

4. El diseño se usa cuando se desea mayor precisión para comparaciones entre ciertos factores, que para otras.

El uso de diseños de bloques incompletos ha ganado una mayor aceptación entre los investigadores de los países en desarrollo como una herramienta para controlar la variación aleatoria, en particular para los ensayos de evaluación de muchos genotipos.

Piña *et al.*, (2006) los diseños de bloques en general, son arreglos que se realizan con la finalidad de tener el control de forma sistemática sobre la variabilidad debida a fuentes externas. Cuando estas fuentes de variabilidad existen, es posible generar diseños por bloques capaces de separar y eliminar esta variación del resto de los efectos de los factores de interés.

Raza y Masood (2009) concluyeron una mayor precisión de los experimentos y un menor coeficiente de variación en el diseño en lattice al comparar 3 poblaciones mediante un diseño en bloques completos al azar y un diseño en lattice.

Ensayos de rendimiento

Acevedo *et al.*, (2010) mencionan que la fase final de todo programa de mejoramiento genético los genotipos con alto potencial de rendimiento de grano y buenas características agronómicas deben ser evaluados en un conjunto de ambientes (localidades y años) en las principales zonas de producción de cultivo.

La evaluación de variedades de distintos cultivos es una de las prácticas de investigación más antigua dentro de las ciencias agrícolas y ha tenido un enorme impacto en la producción mundial de alimentos, particularmente en los últimos 100 años. El aumento sostenido de la producción agrícola orienta a la investigación hacia alcanzar la producción de mayores cantidades y mejores calidades de commodities y productos agro-alimentarios en un marco de agricultura sostenible. La búsqueda de genotipos de buen desempeño a través de los ambientes de cultivo de una región, o de genotipos destacados en ambientes específicos, es crítica en la producción de agroalimentos (Khalil *et al.*, 2011).

Gordon *et al.*, (2006) mencionan que la evaluación de genotipos en ambientes contrastantes permite la recomendación a los productores de nuevos materiales para una región o zona específica; de manera que es necesario clasificar estos genotipos ya sea por su adaptabilidad, lo cual quiere decir que solo aprovechan favorablemente el estímulo del ambiente, o estabilidad que además de aprovechar el estímulo permiten ajustarse a las condiciones ambientales manteniendo siempre su productividad.

Coutiño *et al.*, (2006) generalmente, los mejoradores de maíz forman híbridos de diferente maduración para diferentes ambientes; en las fases avanzadas de sus programas de mejoramiento evalúan cruzas experimentales en ensayos de rendimiento, en muchas localidades, para identificarlos híbridos superiores de cada región de su área de mercado.

Alejos *et al.*, (2006) para evaluar el comportamiento agronómico de los cultivares, generados de los programas de mejoramiento genético de cualquier rubro agrícola, es necesario medir la estabilidad relativa de los genotipos sometidos a la totalidad de los ambientes predominantes en una región potencial de adaptación. Las etapas finales de estos programas incluyen experimentos de evaluación en diferentes localidades durante varios años.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado con 141 híbridos simples experimentales de germoplasma de altura normal provenientes del programa de mejoramiento genético del Instituto Mexicano del Maíz, los cuales se agruparon en tres experimentos de 47 entradas y tres testigos comerciales cuyas descripciones se presentan en el apéndice (uno, dos y tres) pertenecientes al experimento dos, tres y diez.

Evaluación de los ensayos de rendimiento

Los híbridos experimentales se evaluaron en dos años (2017 y 2018), bajo un diseño de bloques incompletos al azar con un arreglo alfa-látice en ambas evaluaciones se utilizaron como testigos los híbridos provenientes de la empresa MOSANTO (Antílope), PIONEER (3052) y el tercero de la UAAAN (AN-447). La siembra de los experimentos se llevó a cabo en la localidad Buenavista dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, campo experimental bajío. De clima seco semi-cálido, la ubicación geográfica es: 25°21', Latitud Norte, 101°02', Longitud Oeste, con una precipitación anual total de 355 a 400 mm y una altitud 1,742 msnm con una temperatura media anual de 19.8°C

Descripción de la parcela experimental

La unidad experimental es de un surco de 3.70 m de largo por 0.80 m de ancho, con 0.16 m de espacio entre plantas.

Los híbridos se sembraron de acuerdo a las sugerencias de un diseño de bloques incompletos, con dos repeticiones, bajo un arreglo de alfa-látice, divididos en 5 sub bloques (diez parcelas por bloque).

Manejo agronómico

Las labores culturales durante el ciclo del cultivo fueron realizadas de forma oportuna y de acuerdo a las necesidades en cada ambiente de estudio, buscando obtener los mejores resultados, haciendo énfasis en los momentos oportunos del cultivo

Siembra

Se realizó manualmente depositando alternamente dos semillas, una semilla por golpe con un total de 35 semillas por parcela con el fin de obtener un número de 23 plantas para una toma de datos exactos.

Fertilización

La fórmula aplicada en estos ensayos de rendimientos fue 200-100-100 kg ha⁻¹ de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente, se distribuyó de la siguiente manera: todo el fósforo, potasio y la mitad del nitrógeno fueron aplicados a los 30 días de la siembra cuando la planta se encontraba en etapa V3, el resto del nitrógeno se aplicó al momento del aporque.

Control de maleza

En todos los ambientes de evaluación se utilizó un herbicida con el nombre comercial Atraplex (cuyo ingrediente activo es Atrazina) a razón de 2 kg ha⁻¹.

Control de plagas

Esta práctica se llevó a cabo durante el ciclo vegetativo del cultivo, dándole más importancia en las primeras etapas del desarrollo y crecimiento del cultivo, del cual se utilizaron los siguientes insecticidas: Proclaim (Benzoato de emamectina) y Topgar (Cromacina), para el control de gusano cogollero y minador, respectivamente.

Riego

Se aplicó vía cintilla y estos fueron variables y estuvieron en función del requerimiento de la humedad.

Aclareo

Esta práctica se realizó cuando el cultivo estaba en etapa V5, el objetivo fue dejar 23 plantas por parcela útil.

Cosecha

Se realizó manualmente por cada parcela útil del cual se calificó la mazorca y se determinó peso de campo, porcentaje de humedad y peso hectolítrico.

Variables agronómicas evaluadas

Días a floración macho (FM)

Este dato se toma cuando el cincuenta por ciento más uno de la inflorescencia masculina empieza a liberar polen tomando en cuenta los días transcurridos desde la fecha de siembra.

Días a floración hembra (FH)

Es el número transcurridos desde la siembra hasta que el cincuenta por ciento más una de las plantas mantenga los estigmas receptivos.

Altura de planta (AP)

Para la obtención de estos datos se utilizan reglas de no más de tres metros, este dato se toma en centímetros, desde la base de la planta hasta la base de la hoja bandera.

Altura de mazorca (AM)

Es la longitud que existe desde la base del cultivo y el primer nudo de inserción de la mazorca principal, este dato se tomó en centímetros.

Acame de raíz (AR)

Este dato se toma en cuenta en porcentajes que representa a las plantas acamadas por parcela tomando en cuenta aquellas que representan una inclinación mayor a 30° con respecto a la vertical.

Acame de tallo (AT)

Este dato se toma en porcentaje que representa a las plantas quebradas por debajo de la mazorca principal.

Mala cobertura (MC)

Se expresa en porcentaje con relación al total de mazorcas que no alcanzaron a cubrir muy bien sus brácteas, quedando descubiertas las puntas de las mazorcas.

Plantas con *fusarium* sp. (PF)

Esta enfermedad se presenta antes del llenado de grano. Este dato se toma en relación al número de plantas con síntomas de la enfermedad con respecto al total de plantas presentes en la parcela experimental y se expresa en porcentajes.

Calificación de planta (CP)

Este dato se toma con respecto al porte, sanidad potencial de rendimiento y precocidad de las plantas por parcela útil, la escala de calificación va de 1 a 9 (1 muy malo, 9 muy bueno).

Calificación de mazorca (CM)

Calificación visual en base al total de mazorcas cosechadas por parcela útil que tiene un buen llenado de grano, tamaño uniformidad, sanidad y calidad de granos, la escala que va de 1 a 9 siendo el 1 el más malo y 9 lo mejor.

Peso hectolítrico (PH)

Es el peso de la masa de granos que ocupa el volumen de 100 litros, se determinó en base a una muestra representativa de mazorcas desgranadas en campo de la parcela útil, cuyo dato se tomó en el aparato Dickie Jhon.

Por ciento de humedad (HUM)

Este dato se obtuvo a través de la toma de un número de mazorcas en cada parcela, se desgranaron aproximadamente 250 gramos, para tomarle la humedad en el aparato Dickie Jhon.

Rendimiento

Para estimar el rendimiento en mazorca en toneladas por hectáreas al 15.5 por ciento de humedad en todos los tratamientos, primeramente, se multiplico el peso seco de la mazorca (PS) por el factor de conversión (FC) cuyas formulas son las siguientes:

$$PS = \frac{(100 - \%H)}{100} * PC$$

Dónde:

PS= peso seco.

% H= porcentaje de humedad del grano a la cosecha por la parcela.

PC= peso de campo en kg.

Para obtener el rendimiento ajustado primero se calculó el factor de corrección (FC) con la siguiente formula:

$$FC = \left[\frac{10,000 \text{ m}^2}{APU * 1000} \right]$$

FC = rendimiento en toneladas por ha de mazorca en peso seco se obtuvo dividiendo la equivalencia de la hectárea sobre el resultado del producto I (APU), por 1000 para tener el rendimiento en toneladas.

$$APU = (No. de plantas menos uno) \times (dist. entre plantas) \times (dist. entre surco)$$

1,000= es la constante para determinar el rendimiento en t ha⁻¹.

10,000 m²= es el equivalente a una hectárea.

Para ajustar el rendimiento de mazorca al 15.5 % de humedad (RENDA) se empleó la siguiente formula

$$RENDA = REND + REND \times (0.155).$$

Dónde:

RENDA = rendimiento de mazorca en t ha⁻¹ al 15.5 por ciento de humedad

REND = rendimiento estimado en mazorca en t ha⁻¹

0.155= es la constante para determinar el rendimiento al 15.5 por ciento de humedad.

Análisis estadísticos

El análisis de varianza de este trabajo se realizó en las trece variables estudiadas del experimento, para observar el comportamiento de las repeticiones, bloques dentro repeticiones e híbridos en diferentes años, con la ayuda del paquete

estadístico SAS incluyendo 50 tratamientos por experimento con diez tratamientos por bloques. Bajo los siguientes modelos:

Análisis de varianza de 141 híbridos experimentales y tres testigos comerciales por año de evaluación. se realizó bajo el siguiente modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + E_i + H_{j(i)} + R_{k(e)} + B_{l(ij)} + EE_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variables de respuestas.

μ = Efecto de la media general.

E_i = Efecto del i-ésimo experimento

$H_{j(i)}$ = Efecto del j-ésimo híbrido, dentro del i-ésimo experimento.

$R_{k(e)}$ = Efecto del K-ésimo repetición, dentro del e-ésimo experimento

$B_{l(ij)}$ = Efecto de la l-ésimo bloque dentro de la i-ésimo experimento, dentro del j-ésimo híbrido.

EE_{ijkl} = Efecto del error

Para diferenciar el efecto entre los materiales experimentales (sin testigos) que estos generan sobre las variables respuesta de interés, se realizó un análisis de varianza combinado de 141 híbridos con tres testigos a través de dos años de evaluación, el análisis se realizó con las 13 variables definidas. El análisis estadístico se realizó bajo un modelo de bloques incompletos con arreglo alfa-látice con dos repeticiones. Para ello el modelo utilizado fue:

$$Y_{ijklm} = \mu + A_i + E_j + AE_{ij} + R_{l(ij)} + T_k(j) + A_{ik}(j) + B_{m(i,l,j)} + \epsilon_{ijklm}$$

Dónde:

Y_{ijklm} variable observada del i-ésimo año, del j-ésimo experimento, del k-ésimo tratamiento, de la l-ésima repetición, del m-ésimo bloque.

μ = Es la media general.

A_i = Es el efecto del i-ésimo año.

E_j = Es el efecto del j-ésimo experimento.

AE_{ij} = Es el efecto efecto del i-ésimo año por el j-ésimo experimento.

$RI(ij)$ = Es el efecto de la l-ésima repetición dentro del i-ésimo año en el j-ésimo experimento.

$Tk(j)$ = efecto del k-ésimo tratamiento dentro del j-ésimo experimento.

$Aik(j)$ = Es el efecto del i-ésimo año por el k-ésimo tratamiento, dentro del j-ésimo experimento.

$Bm(i, l, j)$ = efecto del m-ésimo bloque dentro del i-ésimo ambiente, la l-ésima repetición, el j-ésimo experimento.

ϵ_{ijklm} = Efecto del error.

Coeficiente de variación

Para calcular el coeficiente de variación (CV), se utilizó la siguiente formula.

$$CV = \frac{\sqrt{CMEE}}{\bar{x}} * 100$$

Dónde:

cv = Coeficiente de variación.

$CMEE$ = Cuadrado medio del error.

\bar{x} = Media general

Con base a los resultados arrojados por el análisis de varianza combinado, el procedimiento a seguir fue construir un índice de selección, aplicando el modelo Multivariado de Componentes Principales y su gráfico Biplot, lo cual permite observar objetivamente las variables que se agrupan por estar correlacionadas y de cada grupo se elige la variable más indicada para que represente al resto de las variables.

Modelo componentes principales y su gráfico Biplot

Para poder generar el grafico Biplot con la ayuda del modelo multivariado de Componentes Principales y así, analizar y visualizar la existencia de agrupamientos entre las 13 variables, es importante trabajar con las mismas unidades, con el objetivo de igualar las distribuciones a una normal estandarizada con media cero y desviación estándar igual a uno, ya que cada carácter fue tomado en diferente medida como son: porcentaje, calificaciones, t ha⁻¹, cm, etc., para ello las variables se estandarizaron con la siguiente fórmula:

$$Z = \frac{Y_i - \bar{Y}}{\sigma}$$

Z = Valor estandarizado

Y_i = Valor observado

\bar{Y} = Promedio

σ = Desviación estándar de la variable de la ecuación.

Después de haber estandarizado los datos de las trece variables se acomodaron en una tabla de contingencia donde los genotipos ubicados en el eje de las X representan las filas y las variables fueron las columnas posicionadas en el eje de las Y, de esta forma se corrió el modelo, con el propósito de observar el gráfico Biplot en el programa estadístico SAS 9.0, para la visualización de los

agrupamientos naturales de las trece variables, utilizando la fórmula del modelo aditivo de los efectos principales e interacciones multiplicativas.

Para la selección de variables se tomó como criterio la longitud del vector y la correlación de las variables en el Biplot, dicha imagen muestra cuatro agrupamientos por los ejes cartesianos de estos grupos se debe escoger mínimo tres para construir el IS, además para elegir estas variables es importante que en cada agrupamiento se presenten las características de correlacionadas de potencial de rendimiento, porte, sanidad y precocidad.

Índice de selección (IS)

Para la construcción del índice de selección, primeramente, se visualizó el agrupamiento natural de las variables por la correlación que presentan entre ellas, la cual fue identificada con la utilización del modelo Multivariado de Componentes Principales y su grafico Biplot. Al respecto se tiene la idea de que al seleccionar una variable de cada grupo correlacionado por consecuencia se mejoran las demás variables del mismo grupo.

Una vez identificadas las tres variables obtenidas mediante el grafico Biplot se procedió a integrarlas en un índice de selección las variables seleccionadas para la selección de los híbridos en este trabajo fueron: FH como carácter correlacionado con la precocidad, CP teniendo correlación con el buen porte (CP) y por último la variable de REND.

Posterior a esto se estimaron los valores al mérito de cada híbrido empleando para ello un software diseñado para este fin, el cual arroja los valores de índice de selección atendiendo la fórmula propuesta por (Barreto *et al.*, 1991).

Estos índices de selección se estimaron por repetición para poder utilizarlos como variables de respuesta y fueron modelados como un bloques completos al azar a través de años para poder encontrar las diferencias en los valores obtenidos por cada híbrido.

La estimación se realizó para cada ambiente y para cada una de las repeticiones, donde se empleó la siguiente ecuación:

$$IS = \left\{ [(Y_j - M_j)^2 * I_j] + [(Y_i - M_i)^2 * I_i] \dots \dots [(Y_n - M_n)^2 * I_n] \right\}^{1/2}$$

Dónde:

IS = Índice de selección.

Y_j ... n = Variables en unidades Z

M_j ... n = Meta de selección.

I_j ... n = Intensidad de selección.

Una vez encontrado las diferencias en el análisis de varianza del índice de selección se procedió a seleccionar en base a la suma de dos veces el error estándar, agregándole el resultado de este valor al híbrido con el índice más bajo, con ello se seleccionaron aquellos híbridos que se encontraron debajo de ese rango. Los análisis y las diferencias mostradas en los híbridos sirvieron de base como criterio para seleccionar a los mejores materiales de acuerdo con los objetivos de estudio.

La meta de selección asignada a cada variable se refiere a las unidades de desviación estándar del promedio que se desea lograr en la selección. La meta toma valores de -3 a +3, los valores negativos son importantes para la selección de variables que interese se encuentren por debajo de la media por ejemplo

precocidad, altura de planta, etc., por el contrario, valores positivos son importantes para variables que interese que su expresión sea superior a la media de la población por ejemplo rendimiento, calidad, etc. aquellos genotipos que interesa se encuentren por arriba de la media de la población y para seleccionar variables que interesa que se encuentren cercanos al promedio se utilizan metas con valor a cero, la meta deseada se calcula con la siguiente fórmula:

$$\textit{Meta de selección} = \frac{x - \bar{x}}{\sigma}$$

Dónde:

x = Valor de la variable

\bar{x} = Media

σ = Valor estándar

La intensidad de selección es el grado de importancia que se le asigna a cada una de las variables ser utilizadas en la selección y toma valores de cero (0) a diez (10), este valor es diferente para cada una de las variables según el criterio del investigador. El valor de intensidad más pequeño (0), es asignado a la variable de menor interés y el valor más alto (10), representa la variable de mayor importancia. En este experimento la intensidad de las tres variables fueron Floración hembra de 10; calificación de planta 9 y rendimiento 8.

Los valores obtenidos del índice de selección por repetición se utilizaron como variables de respuesta en un análisis de varianza para hacer una comparación más robusta y confiable de las medias presentadas por cada híbrido, individuos seleccionados fueron los que tuvieron el índice más bajo, dado que son las distancias más cercanas a la meta deseada y que según que son superiores respecto a los genotipos buscado.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + R_{j(i)} + T_k + AT_{ik} + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Valor observado de los tratamientos del i-ésimo años, j-ésima repetición, dentro del K-ésimo híbrido.

μ =Efecto de la media general.

A_i =Efecto del i-ésimo años.

$R_j(i)$ =Efecto de la j-ésima repetición dentro del i-ésimo año.

T_k = K-ésima entradas.

AT_{ik} = Es el i-ésimo años en interacción del k-ésimo híbrido.

E_{ijk} = Es el efecto del error aleatorio no controlado.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presenta la discusión e interpretación de los resultados con base a los análisis de varianza, cuadros y gráfico, recabados de la evaluación de 141 híbridos experimentales y tres testigos comerciales, en los ciclos Primavera – Verano del año 2017 y 2018. i) interpretación de los análisis de varianza individuales (por año) y combinados (a través de años); ii) se discutirá el índice de selección; y iii) termina con la identificación de los híbridos experimentales superiores mediante el índice de selección.

Cuadrados medios del análisis de varianza individual evaluados por años

En el Cuadro 4.1 están concentrados los cuadrados medios del análisis de varianza individual realizado para la evaluación de los ensayos de rendimiento del año 2017, la fuente de variación experimentos presentó significancia al ($P \leq 0.01$) para 10 variables, esto indica que los experimentos muestran un comportamiento diferente esto puede ser atribuido entre otras cosas al efecto del ambiente propio de cada experimento.

En la fuente de variación híbridos dentro de experimentos la mayoría de las variables mostraron significancia al ($P \leq 0.01$) a excepción de AR la cual presentó significancia al ($P \leq 0.05$), lo que indica que los híbridos experimentales presentan variabilidad para estos caracteres en cada uno de los experimentos.

Con esta información queda demostrado que al menos uno de los híbridos experimentales fue diferente, esto facilita la posibilidad de lograr una selección de los materiales considerando sus atributos agronómicos como su potencial de rendimiento ya que todos los productores exigen un rendimiento igual o superior a los tradicionalmente manejados, en términos de precocidad es recomendado para productores que tengan un sistema de riego ya que pueden sembrar dos ciclos en

el mismo año, al seleccionar plantas con buena sanidad se vuelve de suma importancia debido a la relación directa que tiene con el rendimiento, al contar con materiales altos los beneficios al productor son que estos puede ser utilizado con doble propósito.

Al contar con materiales de porte bajo se pueden manejar altas densidades de siembra aprovechando el terreno.

Para repeticiones dentro de experimentos, se mostraron diferencias al ($P \leq 0.01$) para 5 variables y diferencias al ($P \leq 0.05$) para las variables CP y REND, los resultados demuestran que las repeticiones dentro de experimentos, mostraron un comportamiento diferente, esto determina que el modelo utilizado fue el adecuado por lo que se deduce que esta fuente de variación acumula los efectos que no se presentan en el error.

La fuente de variación bloques dentro de experimentos, repeticiones presento diferencias al ($P \leq 0.01$) solamente para la variable FM, las variables FH, AP, CP y REND mostraron diferencias al ($P \leq 0.05$) lo que indica que los bloques fueron diferentes.

Cuadro 4.1. Cuadros medios y significancias del análisis de varianza individual para 141 híbridos experimentales y tres testigos comerciales, evaluados en el terreno denominado Bajío del campo de la UAAAN en el ciclo primavera-verano del año 2017.

FV	GL	FM	FH	AP	AM	AR	AT	MC	PF	CP	CM	REND	PH	HUM
		(días)	(días)	(cm)	(cm)	(%)	(%)	(%)	(%)	(score)	(score)	(t ha ⁻¹)	(vol.)	(%)
EXP	2	240**	223**	5936**	651**	5.37	4.44	2068**	729**	5**	7**	7.32	495**	95**
HIB(EXP)	147	23**	23**	489**	334**	9.46*	3.41	188**	31**	1**	2**	18.821**	64	9**
REP(EXP)	3	22**	27**	1416**	273	14.17	4.26	77	135**	3*	3**	17.416*	22	4
BLOC(EXP,REP)	24	9**	9*	277*	158	9.39	4.49	65	27	1*	1	10.659*	57	4
ERROR	123	4.26	5.71	157.64	114.72	6.8	3.88	57.87	20.09	1.04	0.82	5.922	61.69	5.3
TOTAL	299													
CV%		2.59	2.93	5.73	9.71	261.65	332	71.93	116.24	19.46	19.09	19.331	10.82	12.1
MEDIA		79.57	81.57	218.88	110.23	0.99	0.59	10.57	3.85	5.24	4.75	12.588	72.59	19.02
MAXIMA		84	86	243.5	131.66	5.5	2.83	31.5	11.16	7.5	6.66	16.773	76.61	21.51
MINIMA		75.5	77.66	199.83	95.66	0	0	1.33	0	3.66	2.66	7.575	61	15.65

*, **=significativo al P≤0.05 y P≤0.01 niveles de probabilidad, respectivamente; F.V.=Fuentes de variación; EXP=Experimentos; HIB(EXP)=Híbridos dentro de Experimentos; REP(EXP)=Repeticiones dentro de Experimentos; BLOC(EXP,REP) = Bloques dentro experimentos,por Repeticiones; CV%= Coeficiente de variación; EE= Error estándar; GL= Grados de libertad para el análisis de varianza; FM= Floración macho; FH= Floración hembra; AP= Altura de planta; AM= Altura de mazorca; AR=porcentaje de Planta con Acame de raíz; AT= porcentaje de plantas con Acame de tallo; MC=porcentaje de mazorcas con Mala cobertura; PF= Porcentaje de plantas con *fusarium* sp; CP= Calificación de planta; CM= Calificación de mazorca; REND= Rendimiento en t ha⁻¹; PH= Peso hectolítrico; HUM= Humedad.

El Cuadro 4.2 es indicativo de los resultados obtenidos a partir del análisis de varianza individual realizado para la evaluación de los ensayos de rendimiento del año 2018, en el cual los experimentos exhiben significancias al ($P \leq 0.01$) para 10 variables, por su parte el rendimiento mostró significancia al ($P \leq 0.05$) siendo un indicador del distinto comportamiento que presentan los experimentos.

En la fuente de variación híbridos dentro de experimentos 10 de las 13 variables de evaluación presentaron significancias al ($P \leq 0.01$), lo cual indica la variabilidad existente entre los híbridos experimentales en cada uno de los experimentos. Se puede realizar selección considerando aquellos materiales que sean precoces para regiones en donde se pueden sembrar dos ciclos por año, al seleccionar híbridos altos pueden ser utilizados para doble propósito, en comparación a los materiales con una altura baja tiene el propósito de poder incrementar la densidad de siembra.

Es importante seleccionar plantas sanas debido a su directa relación con el rendimiento, contar con un buen potencial de este mismo es de suma importancia dada la exigencia de los productores, ya que requieren materiales mejoradas que superen a los que actualmente están en el mercado. Respecto a las repeticiones dentro de experimentos, solamente una variable presento significancia al ($P \leq 0.01$), así mismo, AR exhibió significancia al ($P \leq 0.05$), Por lo tanto, esto indica que el modelo utilizado fue el adecuado debido a las diferencias presentadas. Para ello; (Hernández, 2017) menciona que los cambios existentes se atribuye principalmente a que las repeticiones involucradas no presentan las mismas condiciones climáticas, edáficas y sobre todo al manejo agronómico en particular. Por lo tanto, esto indica que el modelo utilizado fue el adecuado ya que estas variables presentaron un comportamiento distinto.

Para la fuente de variación bloques dentro de experimentos, repeticiones existe significancia al ($P \leq 0.01$) para tres variables, a excepción de PF la cual mostró significancia al ($P \leq 0.05$), aunado a ello estas diferencias indican que los bloques tuvieron un efecto diferente dentro de los experimentos, repeticiones, por lo tanto, el bloqueo fue eficiente.

De manera general, en consideración de las variables estudiadas y los datos presentados en los análisis de varianza individual, de acuerdo a la variabilidad que presentan los híbridos experimentales se puede hacer selección considerando sus buenos atributos agronómicos, siempre y cuando se tengan las herramientas necesarias para interpretar la interacción de los híbridos.

Cuadro 4.2. Cuadrados medios del análisis de varianza individual para 141 híbridos experimentales y tres testigos comerciales, evaluados en el terreno denominado Bajío del campo de la UAAAN en el ciclo primavera-verano del año 2018.

FV	GL	FM (días)	FH (días)	AP (cm)	AM (cm)	AR (%)	AT (%)	MC (%)	PF (%)	CP (score)	CM (score)	REND (t ha ⁻¹)	PH (vol.)	HUM (%)
EXP	2	173**	146**	532**	167	2	35**	473**	57**	13**	13**	15.018*	127**	24**
HIB(EXP)	147	21**	19**	373**	368**	1	5	138**	7	1**	2**	25.261**	16**	3**
REP(EXP)	3	2	1	192	164	4*	28**	124	9	0.21	0.3	5.12	0.35	0.29
BLOC(EXP,REP)	24	3**	3	139	227**	1	11**	107	15*	0.83	0.63	6.071	12	2
ERROR	123	1.82	2.22	93.27	107.23	1.25	5.29	75.39	8.46	0.57	0.55	4.481	8.86	1.56
TOTAL	299													
CV%		1.73	1.88	3.88	7.54	328.86	313.63	121.15	213.47	13.2	15.52	13.435	4.06	6.67
MEDIA		78.07	78.93	248.67	137.24	0.34	0.73	7.16	1.36	5.76	4.78	15.756	73.23	18.71
MAXIMA		85.5	83.5	266.83	159.66	2.83	5	21.5	4.16	7.33	6.16	22.177	73.28	20.48
MINIMA		73	73.66	233.33	121.16	0	0	0.83	0	4.33	3	10.653	69.65	16.75

*, **=significativo al P≤0.05 y P≤0.01 niveles de probabilidad, respectivamente; F.V.=Fuentes de variación; EXP=Experimentos; HIB(EXP)=Híbridos dentro de Experimentos; REP(EXP)=Repeticiones dentro de Experimentos; BLOC(EXP,REP) = Bloques dentro experimentos,por Repeticiones; CV%= Coeficiente de variación; EE= Error estándar; GL= Grados de libertad para el análisis de varianza; FM= Floración macho; FH= Floración hembra; AP= Altura de planta; AM= Altura de mazorca; AR=porcentaje de Planta con Acame de raíz; AT= porcentaje de plantas con Acame de tallo; MC=porcentaje de mazorcas con Mala cobertura; PF= Porcentaje de plantas con *fusarium* sp; CP= Calificación de planta; CM= Calificación de mazorca; REND= Rendimiento en t ha⁻¹; PH= Peso hectolítrico; HUM= Humedad.

Análisis de varianza combinado

En el Cuadro 4.3 en la fuente de variación años, se detectaron diferencias al ($P \leq 0.01$) para 9 variables, mientras que para la variable HUM se presentó significancia al ($P \leq 0.05$), esto demuestra que existe diferencia entre los años probablemente atribuida a condiciones ambientales diferentes en cada uno de los años de evaluación, diferencias en cuanto a (precipitación, humedad, etc.). Estas diferencias resultan de gran importancia ya que indican un comportamiento distinto para cada uno de los años. Lo que coincide con lo mencionado por Hermes *et al.*, (2017) quienes argumentaron que los ambientes (localidades y años) son factores que contribuyen de manera diferente en la expresión de los fenotipos, asociada con diferencias en los sistemas de cultivo, manejo agronómico, calidad de semilla, plagas, enfermedades y condiciones climáticas.

Para una mejor comprensión y atendiendo lo anterior descrito se incluye el Cuadro 4.3 donde se concentra el valor de las medias de las variables FH, REND y CP en cada uno de los años, la variable FH en el año 1 obtuvo valores por encima del año 2, esto puede ser atribuido al efecto de las condiciones climáticas presentes que fueron más favorables en el primer año, para REND en el año dos se obtuvieron mejores valores de rendimientos, debido a que se puso en práctica un mejor control de roedores, ya que en el primer año se presentó una alta población de mapaches dañando el cultivo, esto también estuvo muy relacionado con la variable CP, donde el segundo año tiene una calificación superior al primero.

Cuadro 4.3. Valores medios del combinado de las 13 variables evaluadas a través de años.

AÑO	FM	FH	AP	AM	AR	AT	MC	PF	CP	CM	REND	PH	HUM
	(días)	(días)	(cm)	(cm)	(%)	(%)	(%)	(%)	(score)	(score)	(t ha ⁻¹)	(vol.)	(%)
1	80 A	82 A	219 B	110 B	0.99 A	0.59 A	11 A	4 A	5 B	5 A	12 B	73 A	19 A
2	78 B	79 B	249 A	137 A	0.34 B	0.73 A	7 B	1 B	6 A	5 A	16 A	73 A	19 B

FM= Floración Macho, FH= Floración Hembra, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, AR=porcentaje de planta con Acame de Raíz, AT= porcentaje de planta con Acame de Tallo, MC=porcentaje de mazorcas con Mala Cobertura, PF=porcentaje de Plantas con *Fusarium* sp, CP= Calificación de Planta, CM= Calificación de Mazorca, REND= Rendimiento en mazorca al 15.5% de humedad, PH= Peso Hectolítrico, HUM= Humedad, variables con la misma letra son estadísticamente iguales.

En cuanto a la fuente de variación Experimentos se encontraron diferencias ($P \leq 0.01$) en las variables de FM, FH, AP, AT, MC, PF, CP Y HUMal ($P \leq 0.05$) solamente se presentó para AM. En esta misma fuente de variación las variables de AR, CM y PH, no presentaron diferencia significativa, lo cual indica que estas variables exhibieron un comportamiento promedio similar.

Considerando lo anterior para un entendimiento en el Cuadro 4.4 se demuestra que los experimentos tienen un comportamiento promedio diferente en cada una de estas variables esto se podría atribuir a los efectos ambientales propios donde se establecieron.

Cuadro 4.4. Valores medios del combinado de las 13 variables evaluadas por experimento.

EXPERIMENTO	FM	FH	AP	AM	AR	AT	MC	PF	CP	CM	REND	PH	HUM
	(días)	(días)	(cm)	(cm)	(%)	(%)	(%)	(%)	(score)	(score)	(t ha ⁻¹)	(vol.)	(%)
1	77 C	79 C	239 A	125 A	0.87 A	0.26 A	11 A	3 B	5 B	5 A	14 A	72 A	19 A
2	79 B	80 B	234 B	124 AB	0.65 A	1 AB	5 B	1 A	5 B	5 A	14 A	73 A	19 B
3	80 A	82 A	239 C	122 B	0.48 A	0.66 B	11 A	4 C	6 A	5 A	14 A	74 A	19 B

FM= Floración Macho, FH= Floración Hembra, AP= Altura de Planta, AM= Altura de Mazorca, AR=porcentaje de planta con Acame de Raíz, AT= porcentaje de planta con Acame de Tallo, MC=porcentaje de mazorcas con Mala Cobertura, PF=porcentaje de Plantas con *Fusarium sp*, CP= Calificación de Planta, CM= Calificación de Mazorca, REND= Rendimiento en mazorca al 15.5% de humedad, PH= Peso Hectolítrico, HUM= Humedad, variables con la misma letra son estadísticamente iguales.

Para la fuente de variación correspondiente a la interacción Experimento x Año donde se detectaron diferencias significativas para la mayoría de los caracteres indica que hay interacción, es decir cambian de orden a través de años. (Pérez *et al.*, 2014) mencionan que los componentes principales de la variabilidad cuando se realizan ensayos a través de años en el mismo ambiente son; el clima, la precipitación pluvial, la altitud, ubicación geográfica y el tipo de suelo.

Para la fuente de variación híbridos dentro de experimentos se presentaron diferencias estadísticas al ($P \leq 0.01$) para 10 variables. Así mismo se presentaron diferencias al ($P \leq 0.05$) para las variables PF y PH, por lo tanto, indica la variabilidad

que presentan los híbridos experimentales para estas variables en cada uno de los experimentos, de acuerdo con estos datos se puede lograr hacer selección de los mejores materiales considerando sus buenos atributos agronómicos.

En lo que respecta la fuente de variación de repeticiones dentro de experimentos por años se detectó significancia al ($P \leq 0.01$) para 5 caracteres, mientras para las variables AR, CP, CM y REND, se presentaron diferencias al ($P \leq 0.05$), se puede interpretar que la repeticiones dentro de experimentos, años tienen un comportamiento distinto, por lo tanto, es indicador que se usó un modelo adecuado ya que esta fuente de variación se lleva efectos que se acumulan en el error si hubiera sido un completamente al azar. Para ello, (Hernández., 2017) menciona que las diferencias existentes se atribuye principalmente a que las repeticiones involucradas no presentan las mismas condiciones climáticas, edáficas y sobre todo al manejo agronómico en particular en cada ambiente de evaluación

Para la interacción años por híbridos dentro de experimentos, se detectaron diferencias al ($P \leq 0.01$) para las variables FM, REND, mientras que para CM se obtuvo una significancia al ($P \leq 0.05$), estos resultados indican que algunos de los híbridos cambiaron de orden a través de los años, estos híbridos no son estables lo que dificultara la selección y se debe de tener mucho cuidado al seleccionar en promedio a través de años. Lo que coincide con lo mencionado por (De la Cruz *et al.*, 2003) en sentido de que el ambiente modifica las características agronómicas, por lo que es conveniente establecer los ensayos en diferentes ambientes para estimar el valor de los componentes genéticos y separar el efecto del Genotipos y del Ambiente.

En lo que respecta la fuente de variación bloques dentro de experimentos, años, y repeticiones, se presentó significancia al ($P \leq 0.01$) para las variables FM, FM, AP, AM y AT y diferencias al ($P \leq 0.05$) para PH y REND, lo que indica que hubo interacción.

Al interpretar por variables, se puede observar en el cuadro 4.5 que para días a floración hembra y macho, cuentan con valores en coeficientes de variación de 2.21

para FM y con un valor de 2.48 para FH respectivamente, los datos son confiables ya que se encuentran en un rango aceptable. presentan una media de 78 en FM, para FH se tiene una media de 80 días, con valores máximos que van de 77 días para FM y 84 días para FH, lo cual indica que son híbridos intermedios tardíos, estos materiales favorecen a productores que cuentan con algún tipo de riego ya que tiene el suministro de agua durante todo su ciclo de producción, por lo que son buenos materiales para aquellas regiones que se presenten buenas precipitaciones. Dentro de los valores mínimos se presentaron valores de 74 para FM y 76 para FH, estos valores indican que existen híbridos precoces los cuales son recomendados para productores que tengan un sistema de riego ya que pueden sembrar dos ciclos en el mismo año.

Respecto a las variables AP y AM se tienen valores máximos de 255.082 y 142.83 cm con sus respectivos valores mínimos que varían de 216.91 y 109.83 cm, gracias a la variabilidad con la que cuentan estas variables dentro de estos materiales se pueden seleccionar aquellos que tienen un porte alto ya que los productores los utilizan como doble propósito, de igual forma se considera conveniente contar con materiales de porte bajo, los que tienen efectos negativos ya que son tolerantes a altas densidades de planta por hectárea, sin descuidar que existe la relación positiva de altura de planta con el potencial de rendimiento de grano (De La Cruz *et al.*, 2010).

Para las variables AR, AT, MC Y PF, estas variables son de mucha importancia para el mejorador ya que si se tienen niveles altos de sanidad afecta directamente el rendimiento. Dichas variables cuentan con un coeficiente de variación alto debido a que no cuentan con una distribución normal, ya que sus características se presentan en porcentajes por lo que el error estándar se puede utilizar para saber si los datos son confiables, de acuerdo a los valores establecidos de máximos y mínimos se identificaron híbridos con alto porcentaje de daño de acuerdo a la variable, así mismo, se observaron materiales con muy buena sanidad.

En cuanto a las variables CP y CM, cuentan con un coeficiente de variación bajo por lo que los datos ya estimados son confiables y existe variabilidad, ya que cuentan con valores máximos de 7.41 para CP y 6.41 para CM y una media de 5.5 y 4.77 esto muestra que existe variabilidad y se cuentan con materiales que reúnen las características deseables y favorables si lo que se busca es explotarlos como híbridos comerciales, en cuanto a estas variables cabe mencionar que las calificaciones fueron tomadas del 1 al 9, dándole valor de 9 al mejor material que reúne todas las características deseables como, buen potencial de rendimiento, que sea una planta sana, buen porte y precocidad.

El rendimiento es una variable de suma importancia tanto para el mejorador como para el productor, ya que todos desean materiales con un buen potencial de rendimiento que sean igual o mejores que los híbridos comerciales, en este caso se presentó una media de 14.172 t ha⁻¹, lo cual indica un rendimiento aceptable, además presento valores máximos y mínimos de 19.475 y 9.114 con esto queda demostrado que existen híbridos con buen potencial de rendimiento igual o mejores que los testigos.

Las variables de peso hectolítrico y humedad es importante por la relación que tiene con el rendimiento, cuentan con valores máximos de 76.1 y 20.63, esto indica que entre mayor humedad tenga el grano mayor peso hectolítrico se obtiene, así mismo sucede con los valores mínimos que van de 65.77 y 16.91, respectivamente. Probablemente esto se deba a los efectos genéticos que generan los híbridos para estas características.

Cuadro 4.5. Cuadros medios del análisis de varianza combinado de 141 híbridos experimentales y 3 testigos comerciales para 13 variables evaluados en los ciclos 2017 y 2018.

FV	GL	FM (días)	FH (días)	AP (cm)	AM (cm)	AR (%)	AT (%)	MC (%)	PF (%)	CP (score)	CM (score)	REND (t ha ⁻¹)	PHL (vol.)	HUM (%)
AÑOS	1	336**	1048**	133146**	109377**	64**	2	1744**	932**	41**	0.16	1505.718**	61	15*
EXP	2	403**	363**	5004**	346*	7	32**	2248**	247**	16**	1	6.199	95	28**
EXP*AÑOS	2	10*	6	1465**	472*	0.68	8	293*	538**	1	18**	16.140*	527**	91**
HIB(EXP)	147	40**	37**	709**	579**	5**	4	249**	19*	2**	3**	36.062**	45*	9**
REP(EXP,AÑOS)	6	12**	14**	804**	219	9*	16**	100	72**	1*	1*	11.268*	11	2
AÑOS*HIB(EXP)	147	4**	4	137	115	5	4	78	18	0.96	0.95*	7.353**	32	3
BLOC(EXP,AÑOS,REP)	48	6**	6**	208**	192**	5	8**	86	21*	1**	0.91	8.365*	34	3
ERROR	246	3.04	3.97	125.45	110.98	4.02	4.58	66.63	14.28	0.81	0.68	5.202	35.28	3.43
TOTAL	599													
CV%		2.21	2.48	4.79	8.51	300.2	322.81	92.01	144.8	16.35	17.38	16.092	8.14	9.81
MEDIA		78.82	80.25	233.77	123.73	0.66	0.66	8.87	2.61	5.5	4.77	14.172	72.91	18.86
MAXIMA		77	84.16	255.083	142.83	4	2.5	24.5	6.08	7.41	6.41	19.475	76.1	20.63
MINIMA		74.25	75.66	216.917	109.83	0	0	1.91	0.41	4	3.08	9.114	65.77	16.91
E.E		0.94	1.07	6.04	5.68	1.08	1.15	4.4	2.03	0.48	0.44	0.48	3.2	0.99

*, **=significativo al P≤0.05 y P≤0.01 niveles de probabilidad, respectivamente; F.V.=Fuentes de variación; EXP=Experimentos; EXP*AÑOS=Experimento por Años; HIB(EXP)=Híbridos dentro de Experimentos; REP (HIB, AÑOS) =Repetición dentro de Experimento por Años; AÑOS*HIB(EXP)= Años por Híbridos dentro de Experimentos; Bloc (EXP, AÑOS, REP) = Bloques dentro de Experimentos, por años y Repeticiones; CV%= Coeficiente de variación; EE= Error estándar; GL= Grados de libertad para el análisis de varianza; FM= Floración macho; FH= Floración hembra; AP= Altura de planta; AM= Altura de mazorca; AR=porcentaje de Plantas con Acame de raíz; AT=porcentaje de plantas con Acame de tallo; MC=porcentaje de mazorcas con Mala cobertura; PF= porcentaje de Plantas con *fusarium sp*; CP= Calificación de planta; CM; Calificación de mazorca; REND= Rendimiento en t ha⁻¹; PH= Peso hectolítrico; HUM= Humedad.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis de varianza combinado donde se detectó variabilidad para la mayoría de las características evaluadas, esto dificultara grandemente la selección de híbridos al hacerlo de una manera discriminante considerando de manera conjunta todas las variables, es necesario recurrir a utilizar una herramienta llamada índice de selección para poder realizar una selección de manera simultánea sin discriminar híbridos que sobresalgan en algunas características, pero sean débiles en otras.

Para constituir el índice de selección se debe observar el agrupamiento natural entre las variables de las cuales se debe elegir aquella que cuente con los caracteres de mayor importancia agronómica, económica y que este correlacionada y sean representativas de las demás variables, dichas agrupaciones se visualizan mediante el Gráfico Biplot con la ayuda del modelo Multivariado de Componentes Principales. Atendiendo a un criterio de selección es necesario que en cada agrupamiento se presenten las características asociadas con potencial de rendimiento, con porte y precocidad, y sanidad todas estas deben estar incluidas en un solo material, para lograr obtener híbridos competitivos igual o mejores que los tradicionalmente utilizados.

Para generar el Gráfico Biplot se utilizaron las medias ajustadas de las 13 variables de los tres experimentos individuales a través de repeticiones y años, posteriormente dichas medias se estandarizaron con los valores Z, la transformación de estos valores se hizo, ya que estaban en diferentes medidas y mediante dicha transformación se igualaron a una distribución normal estandarizada con media cero y desviación estándar igual a uno.

Enseguida se acomodaron las medias transformadas de cada uno de los experimentos mediante un cuadro de doble entrada, donde por el lado de la X se encuentran los genotipos y por el eje de la Y los valores estandarizados de las 13 variables con ellas se alimenta la base de datos del programa estadístico SAS que arrojará el Biplot. Dicha imagen muestra cuatro grupos cartesianos donde se detectarán los agrupamientos naturales entre las variables de los cuales se deben

formar mínimo tres correlaciones, menos de tres no es la mejor opción para realizar un índice de selección.

Agrupamiento de las variables

Primeramente, se visualizó el agrupamiento natural de las variables con el objetivo de conocer la correlación que presentan, con la utilización del modelo Multivariado de Componentes Principales y su Gráfico Biplot. Al respecto se tiene el conocimiento de que al seleccionar una variable de cada grupo correlacionado por consecuencia se mejoran las demás variables del mismo grupo.

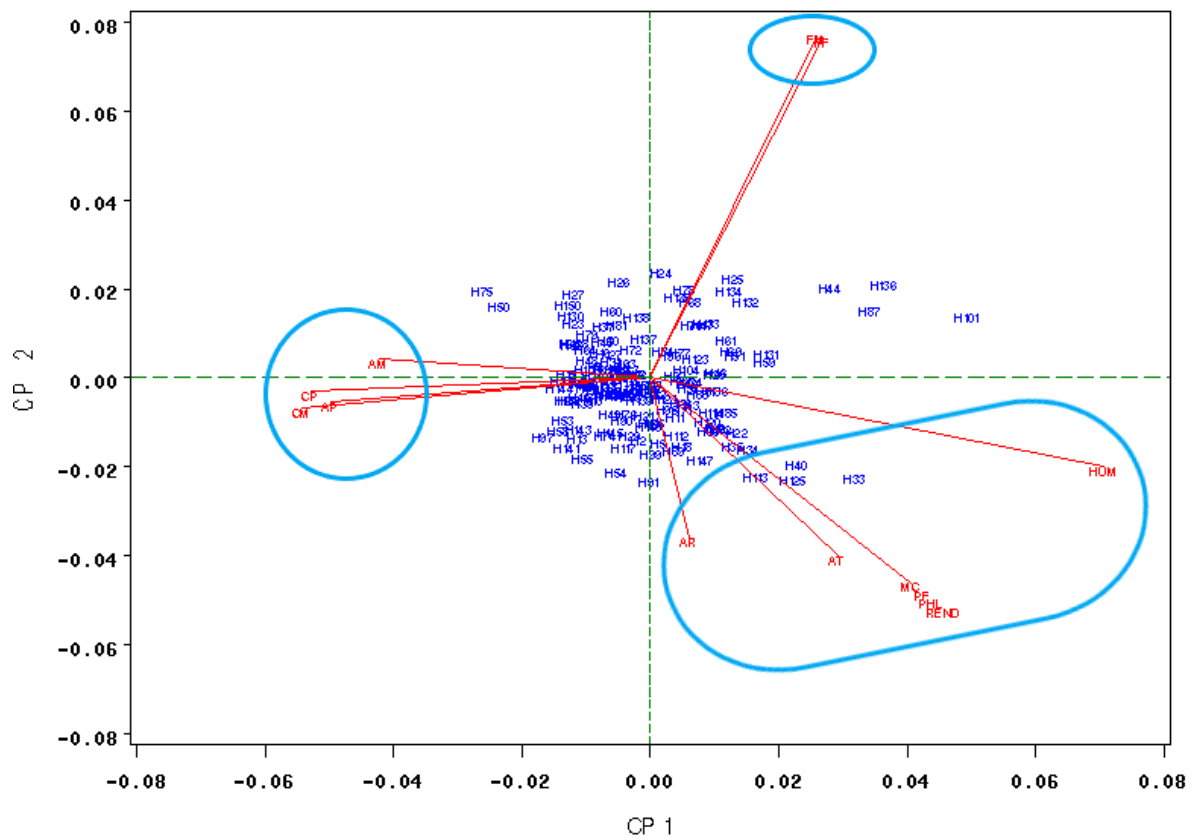


Figura 4.1. Gráfico Biplot generado a partir de 13 variables (FM= Floración macho; FH= Floración hembra; AP= Altura de planta; AM=Altura de mazorca; AR=plantas con Acame de Raíz; AT=plantas con Acame de tallo; MC=porcentaje de mazorcas con Mala cobertura; PF=porcentajes de plantas con con *fusarium sp*; CP.=Calificación de planta; CM.=Calificación de mazorca; REND. = Rendimiento en t ha⁻¹; PH. = Peso hectolítrico; HUM. = Humedad.

En el primer agrupamiento se identifican las variables; floración macho y floración hembra, en este cuadrante identifican los caracteres asociados con la precocidad en la cual se seleccionó la variable de floración hembra por la correlación que tiene con la otra variable de este grupo.

En el segundo grupo se correlacionaron las variables asociadas con el rendimiento, las cuales fueron; mala cobertura, plantas con *fusarium* sp, peso hectolítrico, rendimiento, humedad, acame de raíz y acame de tallo, se eligió como representativa la variable de rendimiento en consideración al índice de selección, debido a que el investigador buscar obtener materiales con un alto potencial de rendimiento igual o mejor que los tradicionalmente manejados en el mercado, buscando así interesar al productor y mantenerlo satisfecho.

Hablando del tercer agrupamiento se encuentran las variables; calificación de mazorca, altura de planta, calificación de planta y altura de mazorca. En este grupo se posicionan las variables asociadas con el porte de los materiales, donde se seleccionó calificación de planta por el hecho de obtener híbridos de buen porte, ya sean de porte alto o bajo dependiendo el interés del agricultor.

De manera general dentro de cada grupo en el gráfico presentado se identificaron las variables que obtuvieron una mejor variabilidad, para ello con esta elección se trata de cumplir con la expectativa de la existencia de una correlación con las demás variables del grupo, en un índice de selección.

Cálculo del índice de selección

Una vez seleccionadas las tres variables de los agrupamientos se procedió a la construcción del índice de selección, estos IS se estimaron por repetición y localidades para poder utilizarlos como variables de respuesta para ello se empleó un software diseñado para este fin el cual arroja los valores de índice de selección para cada híbrido atendiendo la fórmula propuesta por (Barreto *et al.*, 1991).

Posteriormente la variable de respuesta (IS) se modelo como un combinado bloques completos al azar a través de años para poder encontrar las diferencias en los valores obtenidos por cada híbrido.

En el Cuadro 4.6 se representan los resultados del análisis de varianza de los resultados obtenidos mediante el índice de selección de los híbridos experimentales con sus tres testigos.

Cuadro 4.6. Resultados del análisis de varianza del índice de selección combinado de dos ambientes.

FV	GL	Suma de cuadrados	Cuadrados medios
AÑOS	1	207.23	207.23 **
REP(AÑOS)	2	8.79	4.39
HIB	149	4460.15	29.93 **
AÑOS*HIB	146	1330.42	9.11 **
ERROR	291	1433.77	
TOTAL	589		
C.V.	16.87		
MEDIA	13.15		
E.E	1.11377293		

*, **=significativo al $P \leq 0.05$ y $P \leq 0.01$ niveles de probabilidad, respectivamente; F. V.= Fuentes de variación; Rep (Años)= Repeticiones dentro de años; HIB = Híbridos; Años*Hib= Años por híbridos C.V.= Coeficiente de variación; E.E.= Error estándar; GL. = Grados de libertad para el análisis de varianza.

En base al análisis de varianza realizado, se puede observar que solamente en la fuente de variación repeticiones dentro de años no se presentó significancia, lo cual indica que las repeticiones no presentaron un comportamiento significativo dentro de los años en base a los índices de selección esto se puede atribuir a la exhibición de un comportamiento promedio similar.

La fuente de variación años mostró diferencias al ($P \leq 0.01$), esto se puede deber a las diferentes condiciones climáticas existentes para cada ambiente en las donde los híbridos fueron evaluados, resultando interesante debido al comportamiento reflejado de los materiales evaluados frente a las variaciones ambientales

presentadas en cada uno de los años. Apoyando lo anterior (Tonk *et al.*, 2011) mencionan que en un programa de mejoramiento genético, el desarrollo de genotipos estables y con rendimiento alto es de fundamental importancia en la producción comercial de semilla, por tal motivo, en las etapas finales del proceso de mejoramiento, los genotipos desarrollados deben ser evaluados en diferentes ambientes y durante varios ciclos, para identificar a aquellos con potencial sobresaliente antes de ser recomendados para cultivarse en alguna ambiente o región.

En la fuente de variación híbridos se observaron diferencias al ($P \leq 0.01$), indicando que los materiales evaluados fueron muy diferentes en cuanto a su comportamiento. Dicha variación es atribuida a que en el análisis se consideró tanto a híbridos experimentales como testigos comerciales pertenecientes a distintas empresas, que de alguna u otra manera se considera que la variación existente en cada grupo se debe al origen genético de los materiales y a la diferente conformación de los híbridos experimentales.

La fuente de variación años por híbridos presentan diferencias al ($P \leq 0.01$), esto indica la existencia de interacción genotipo por ambiente y que los materiales evaluados dentro de cada localidad tienen mucha IGA. Al respecto (Alejos *et al.*, 2006) mencionan que es debido a la fluctuación aleatoria del ambiente, la evaluación agronómica del germoplasma de maíz requiere se realice a través de diferentes ambientes, lo que permite estimar con mayor precisión el valor de los componentes genéticos y separar el efecto genético ambiental.

Índice de selección

Para poder elegir el grupo estadístico superior en base al valor al mérito se procedió a realizar la suma de dos veces el error estándar, al híbrido con el índice más bajo, con ello se agruparon aquellos híbridos que estadísticamente son superiores en

este rango, se ubicaron 10 materiales, los cuales 8 fueron experimentales y 2 testigos.

En el Cuadro 4.7 se observan los materiales seleccionados, donde están ubicados conforme al índice de selección más bajo, con ello Barreto *et al.*, (1991) mencionan que el valor del índice representa la suma de las distancias euclidianas de las variables con respecto a la meta deseada para un genotipo. Aquellos genotipos con el menor valor de índice son los que minimizan dicha distancia y representan aquellos más cercanos a los criterios expresados en la meta para cada variable, por lo tanto, se pueden considerar como superiores.

Cuadro 4.7. Híbridos de cruce simple de maíz seleccionados mediante un índice de selección básico y medias ajustadas de 13 variables evaluadas.

HIB	GENEALOGÍA	IS	FM (días)	FH (días)	AP (cm)	AM (cm)	AR (%)	AT (%)	MC (%)	FUS (%)	CP (score)	CM (score)	REND (t ha ⁻¹)	PH (vol.)	HUM (%)
71	(S3-21-4xM35)xM35-4-B x LE-30-5-AxM29)M7-1-B	7.8	75	77	241	134	4	0	23	0	5	5	17.365	72	19
96	LE-7A-A-AxM29)xM8-2B x (MLxM25)xM35-2	9.1	77	79	244	126	0	1	10	1	7	5	17.846	76	19
49	PIONNER	9.4	75	76	256	117	0	1	8	1	6	5	16.485	74	16
50	MONSANTO	9.5	84	84	253	131	0	1	2	3	7	6	19.354	74	19
124	(M13xC)xC-1)x[PE212]	9.5	77	80	227	119	4	1	9	2	6	6	17.538	64	21
93	(E7-AAAxM29)xM8-2-B x PE212	9.6	76	77	268	128	1	1	9	2	6	6	19.143	75	18
108	(M13xCAFIME)xM3-2)x[]	9.6	76	77	234	133	0	0	13	4	7	6	15.229	80	17
126	(M13xC)xC-1)x[]	10.0	78	80	229	120	0	1	13	5	7	5	16.730	72	21
28	(24-26)xM22xM8-1-B)x[(MLxM46)xML]-1]	10.0	75	76	244	145	0	0	4	3	6	5	16.197	71	19
65	(S3-21-4XM3)xM3-1-B x (M42x351)xM42-3-B	10.1	80	81	250	136	1	1	2	3	6	6	17.189	76	20

HIB= Híbridos; IS= Índices de selección; FM= Floración macho; FH= Floración hembra; AP= altura de planta; AM=altura de mazorca; AR=Acame de raíz; AT= Acame de tallo; MC= mala cobertura; PF= Plantas con *fusarium*; CP= Calificación de planta; CM= Calificación de mazorca; REND= Rendimiento en mazorca al 15% de humedad; PH= peso hectolítrico; HUM= humedad.

De acuerdo a este criterio se encontró que el híbrido 71 (S3-21-4xM35) X m35-4-B x LE-30-5-AxM29) M7-1-B, fue el que el que el obtuvo el menor valor de índice de selección (7.8) siendo este uno de los híbridos de interés del mejorador por presentar las características agronómicas deseadas entre ellas ser un material que muestre buena precocidad favoreciendo a productores que cuentan con un sistema de riego, ya que pueden sembrar dos ciclos en el mismo año.

Al igual puede favorecer la cosecha de forma manual debido al porte que presenta se realizara de una manera más fácil y rápida, considerando la evaluación de sanidad se encontró con un porcentaje muy bajo para acame de raíz, libre de acame de tallo, en relación a la enfermedad *fusarium* fue el único híbrido en el cual no se hizo presente esta característica, con algunos porcentajes de mala cobertura, presentó una calificación de planta y mazorca intermedia por lo que demuestra no tener un excelente porte, pero puede ser atractivo para el productor por contar con un rendimiento aceptable de 17.365 t ha⁻¹.

En segundo lugar se posiciona el híbrido 96 generado de la crusa (LE-7A-A-AxM29)xM8-2B x (MLxM25)xM35-2, mostrando un índice de selección de 9.1, este material presentará características de días a floración determinados como precoces, con altura promedio, libre de acames tanto en raíz como en tallo, muy bajo en *fusarium*, porta una buena calificación de planta lo que llamara la atención de los agricultores y a su vez se favorecerá su comercialización en el mercado, cuenta con un rendimiento de 17.846 t ha⁻¹.

En el tercer y cuarto están posicionados los testigos comerciales PIONNER y MONSANTO esto para poder comparar los híbridos experimentales y así demostrar que estos 8 híbridos de este agrupamiento son estadísticamente iguales a los en cuanto a buen comportamiento agronómico, precocidad, sanidad y un buen potencial de rendimiento.

El híbrido 124 formado de la crusa (M13xC)xC}-1]x[PE212], se ubicó en el quinto lugar, el cual obtuvo un índice de selección de 9.5, este material es un poco tardío, mostrando que puede ser útil para el agricultor en cuestiones de incrementar la densidad de siembra debido al porte que presenta, cuenta con porcentaje de acame

de raíz, pero libre en acame de tallo, con cierto porcentaje en mala cobertura y bajo en plantas con *fusarium*, muestra una calificación de planta y mazorca intermedia, pero con potencial de rendimiento aceptable.

En el sexto lugar se posiciono el híbrido 93 formado de la cruza (E7-AAxM29)xM8-2-B x PE212 con un valor de IS 9.6, este es un material precoz, libre de acames de raíz y de tallo, con cierto porcentaje en mala cobertura, destaca su buen potencial de rendimiento con 19.143 t ha^{-1} , con un buen comportamiento agronómico, estas características resultan de gran importancia para los agricultores puesto que siempre se esperan híbridos que muestren un buen rendimiento.

El híbrido 108 formado de la cruza (M13xCAFIME)xM3-2]x[], está ubicado en séptimo lugar, cuenta con un IS de 9.6, es un material precoz mostrando una altura promedio, libre de acames de tallo y raíz, cuenta con un rendimiento de 15.229 t ha^{-1} dentro de los híbridos seleccionados este es el que muestra un menor rendimiento, tiene un peso hectolítrico de 80 y una humedad a la cosecha de 17%.

El híbrido 126 procedente de la cruza (M13xC)xC}-1]x[] se ubicó en el octavo lugar con un IS de 10.0 es considerado intermedio en días a floración para región de bajío y zona de transición, libres de acame en raíz y tallo, demostrando ser una planta con buen porte, con un rendimiento aceptable de 16.730 t ha^{-1} .

Por último, los híbridos 28 y 65 con IS de (10 y 10.1) con características de días a floración precoces e intermedios, con alturas de planta y mazorca que favorecen al momento de hacerse la cosecha, se observó que en enfermedades los materiales presentaron de cero a cuatro por ciento, lo que se vio reflejado al obtener un rendimiento aceptable, calificación de plantas intermedias, lo que indica que son genotipos con buen porte, esto puede llamar la atención de los agricultores y así, favorecer su venta en el mercado.

V. CONCLUSIONES

Mediante los análisis de varianza empleados se detectaron diferencias estadísticas entre los híbridos evaluados, dando oportunidad de realizar la selección.

El índice de selección resultó ser una buena herramienta ya que permitió seleccionar los mejores híbridos, al considerar los buenos atributos agronómicos como precocidad, sanidad y rendimiento.

Los materiales experimentales seleccionados estadísticamente superiores en consideración al valor de su índice de selección fueron el híbrido 71, 96 y 124, presentando las características deseadas de interés en el mercado.

VI. LITERATURA CITADA

- Acevedo, M.E., Reyes, W., Álvarez, C., Torres, O., Marín, C., Álvarez, R., Moreno, O., y Torres, E.** (2010). Estabilidad fenotípica de arroz de riego en Venezuela utilizando los modelos LIN-BINNS Y AMMI. *Agronomía Trop.* 60(2): 131-138.
- Alejos, G., Monastero, P. y Rea, R.** (2006). Análisis de la interacción genotipo - ambiente para rendimiento de maíz en la región maicera del estado Yaracuy, Venezuela. *Agronomía Trop.* 56(3): 369-384. Disponible en línea: https://www.researchgate.net/profile/ramon_rea/publication/262784262_evaluation_of_the_genotypeenvironment_interaction_for_maize_yield_in_yaracuy_state_venezuela/links/53da40f50cf2a19eee883341/evaluation-of-the-genotype-environment-interactionfor-maize-yield-in-yaracuy-state-venezuela.pdf
- Asif, M., Khalid, F., Yaqub, M. and Zubair, A.** (2008). Improvement in Precision of Agricultural Field Experiments through Design and analysis. *Pak. j. life soc. sci.* 6(2): 89-91 pp.
- Asif, M. M., Mujahid, Y., Khan, M.I., and Abid, S.** (2006). Improving Precision of Agriculture Field Experiments. *Journal of Sustainable Development.* 3(1/2).11-13 pp.
- Barreto, H. J., Bolaños, J. A. y Córdova, H. S.** (1991). Programa índices de selección, Guía para la operación de software. Manual de Capacitación Regional. México. CIMMYT. p. 20.
- Bejarano, A.** (2003). Descripción y prueba del híbrido simple de maíz amarillo FONAIAP 1. *Agronomía Tropical.* 53 (4): 501-506.
- Bejarano, A.** (2007). Híbridos simples: una alternativa para el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en Venezuela. Resumen. FONAIAP – CENIAP-IIA. V Jornadas científicas de maíz.

- Betancur, J. G., Yoda, M. & Tomari, Y.** (2012). miRNA-like duplexes as RNAi triggers with improved specificity. *Frontiers in Genetics*, 3, 127.
- Bujak, H., Kaczmarek, J., Jedynski, S., Dmochowska-Huba, K., Adamczyk, J., Kurczyk, Z.** (2007). Index Selection in Maize Breeding. *Plant Genetic and Breeding*. 24 (94):58-65 pp.
- Cerón, R. J. J. y Sahagún, C. J.** (2005). Un índice de selección basado en componentes principales. *Agrociencia*. 39(6):667-677 pp.
- Cerón, R. J. J., Crossa, J., Sahagún, C. J., Castillo, G. F., Santacruz, V. A.** (2006). A Selection index method based on Eigennalysis. *Crop Sci*. 46(4):1711-172 pp.
- CIMMYT.** (1994). World maize and trends. Maize seed industries, Revisted: Emergin Roles of the Public and Private Sectors. México, D.F. CIMMYT. pp. 1-23.
- Coutiño, E. B., & Vidal Martínez, V.** (2006). Variance components of corn hybrids evaluated in the usa corn belt. *Agrociencia*, 40 (1), 89-98.
- Copeland, L. O., McDonald, M.** (2001). Principles of Seed Science and Technology. 4th ed. Kluwer Academic Publishers. Massachusetts, USA. 467 p.
- De la Cruz, L. E., Gutiérrez, R. E., Palomo, G. A. y Rodríguez, H. S. A.** (2003). Aptitud combinatoria y heterosis de líneas de maíz en la Comarca Lagunera. *Rev. Fitotec. Mex.* 26:279-284. Disponible en línea: <https://www.revistafitotecniamexicana.org/documentos/26-4/9a.pdf>
- De la Cruz, E., Castañon, N. G., Brito, M. N. P., Gómez, V. A., Robledo, T. V., Lozano, del Río, A. J.** 2010. Heterosis y aptitud combinatoria de poblaciones de maíz tropical. *Phyton, Int. J. Exp. Bot.* 79(1):11-17. Disponible en línea: <http://www.scielo.org.ar/pdf/phyton/v79n1/v79n1a03.pdf>
- De la Rosa, L. A., De León, C. H., Rincón, S. F., y Martínez, Z. G.** (2006). Efectos genéticos, heterosis y diversidad genética entre híbridos comerciales de Maíz

adaptados al bajío mexicano. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Vol. 29 (3): 247-254.

De León, C. H., Mendoza, O. L., Castillo, G. F., Cervantes, S. T., Martínez, G. A. (2009). Evaluación de dos Generaciones de Híbridos y Progenitores de Sorgo Tolerantes al Frío. I: Variabilidad Genética y Adaptabilidad. *Agrociencia*. 43: 483-496 pp.

Delphine, L., Vidal, A., Smith, M. and Dauzat, J. (2005). More crop per drop: how to make it acceptable for farmers?. *Agricultural Water Management*. 76(2): 108-119pp.

Díaz, V. T., Pérez, D. N., Páez, O. F., López, G. A., Partidas, R., L. (2007). Evaluación del crecimiento del maíz (*Zea mays* L.) en función de dos técnicas de riego y diferentes niveles de nitrógeno. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 16 (4), 84-87.

Espinosa, C. A. M., Sierra, M. y Noel, O., Gómez, M. (2002). Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. *Agronomía Mesoamericana*, 14 (1): 117-121.

Espinosa, C. a., M. Sierra, M. y N. Gómez, M. (2002). Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE. *Agronomía Mesoamericana*. 14(1):117-121.

Espinosa, C. A., Ortiz, C., Ramírez, F. J., Gómez, M. N. O. y Martínez, G. A. 1998. Estabilidad y comportamiento de líneas per se y cruzas de maíz en la producción de semilla. *Agric. Téc. Méx.* 24(1):27-36.

Escorcia-Gutiérrez, N., Molina-Galán, J.D., Castillo-González, F. y Mejía-Contreras, J.A. (2010). Rendimiento, heterosis y depresión endogámica de cruza simples de maíz. *Rev. Fitotec. Mex.* 33:271-279.

Food and Agriculture Organization. (2010). Invertir en seguridad alimentaria. Viale delle Terme di Caracalla 00153, Roma, Italia. 35 pág.

- Gabriel, J., Castro, C., Valverde, A., Indacochea, B.** (2017). Diseños experimentales: Teoría y práctica para experimentos agropecuarios. Grupo COMPAS, Universidad Estatal del Sur de Manabí (UNESUM), Jipijapa, Ecuador. 146 p.
- García-Salazar, J.A. y Ramírez-Jaspeado, R.** (2013). El tamaño de las unidades de producción de maíz: un desafío para elevar la tasa de utilización de semilla mejorada. *Agrociencia*. 47(8):837-849.
- González, A., ISLAS J., Espinosa, A., Vázquez J. A., Wood, S.** (2008). Impacto Económico del Mejoramiento Genético del Maíz en México. Publicación Especial No. 25. INIFAP. México. 88 p.
- González, H. I. J.** (2006). Diseños experimentales de bloques incompletos y aplicaciones en la industria. Monografía para obtener el título de Ingeniero Industrial. Pachuca de santo Hgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Gordon, M. R. I., Camargo, B. J., Franco, B. A. González, S.** (2006). Evaluación de la adaptabilidad y estabilidad de 14 híbridos de maíz, Azuero Panamá. *Agronomía Mesoamericana*. Vol. 17 (2): 189-199.
- Guillén-Pérez, L. A., Sánchez-Quintanar, C., Mercado-Domenech, S. y Navarro-Garza, H.** (2002). Análisis de atribución causal en el uso de semilla criolla y semilla mejorada de maíz. *Agrociencia*. 36(3):377-387.
- Guerrero, C., Espinoza, A., Palomo, A., Gutiérrez, E., Zermeño H., y González, M.P.** (2011). Aptitud combinatoria del rendimiento y sus componentes en dos grupos de líneas de maíz. *Agron. Mesoam*. 22(2):257-267.
- Gutiérrez, E. N., Galán, M. D. J., González, C. F y Contreras, M. A. J.** (2010). Rendimiento, heterosis y depresión endogámica de cruza simples de maíz. *Rev. Fitotec. Mex.* Vol. 33 (3): 271 – 279.

- Haochuan, L., Jihua, T., Yanmin, H., Jiwey Y., and Zonghua L.** (2014). Analysis on combining ability and estimation of genetic parameters for chlorophyll content in maize. *J. Plant Breed. Crop Sci.* 6(8):97-104.
- Hermes, A. T. M., Espitia C. y Cardona, C. A.** 2017. Adaptabilidad y Estabilidad Fenotípica en Cultivares de Frijol Caupín en el Caribe Húmedo Colombiano. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustria* 2: 14-22.
- Hernández, A. E.** (2017). Formación de una población de maíz enano adaptada al bajo mexicano, a partir de líneas con favorables efectos de aptitud combinatoria y buen desempeño agronómico. Maestría en ciencias en fitomejoramiento. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Herrera, E., Macías, A., Díaz, R., Valadez, M. y Delgado, A.** (2002). Uso de semilla criolla y caracteres de mazorca para la selección de semilla de maíz en México. *Rev. Fitotecnia Mexicana.* 25(1):17–23.
- Inghelandt, D., Melchinger, A., Lebreton C., and Stich B.** (2010). Population structure and genetic diversity in a commercial maize breeding program assessed with SSR and SNP markers. *Theoretical & Appl. Genet.* 120:1289-1299.
- Kafkafi, U., Tarchitzky, J.** (2012). Fertirrigación: Una herramienta para una eficiente fertilización y manejo de agua. Suiza.
- Khalil, I., Rahman, H., Rehman, N., Arif, M., Khalil, I., Iqbal M., Ullah, H., Afridi, K., Sajjad, M. and Ishaq, M.** (2011). Evaluation of maize hybrids for grain yield stability in northwest of Pakistan. *Sarhad J. Agric,* 27(2):213-218.
- Karanja, D. D., Renkow, M. y Crawford, E. W.** (2003). Welfare effects of maize technologies in marginal and high potential regions of Kenya. *Agricultural Economics.* 29:331-341.
- Kashifa, M., Khanb, M. I., Arifb, M., Anwer, M., and Ijazc, M.** (2011). Efficiency of Alpha Lattice Design in Rice Field Trials in Pakistan. *J. Sci. Res.* 3(1): 91-95 pp.

- Lagos, B. T. C. y Criollo, H. E.** (2001). Eficiencia Relativa del Diseño Látice con Respecto a los Diseños de Bloques al Azar Irrestringidamente al Azar en un Ensayo de Rendimiento de Maíz de Clima Medio. *Revista de Ciencias Agrícolas* 18 (1): 140-149.
- Luna, M., Hinojosa, A. R., Ayala, O. G., Castillo, F. G., y Mejía, J. C.** (2012). Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México. *Rev. Fitotec. Mex.* 35(1): 1-7.
- Luna, O.J., García, J.L.H., Valdés R.D.C., Gallegos, M.A.R., Preciado, P.R., Guerrero, C.G., et al.** (2013). Aptitud combinatoria y sus componentes genéticos en líneas de maíz. *Universidad y Ciencia* 29(3):243-253.
- Márquez, S. F.** (2008). De las variedades criollas de maíz a los híbridos transgénicos. II. La hibridación. *Agric. Soc. Des.* 6(2):161-176.
- Mahbub, A., Trooien, T. P., Dumler, T. J. and Rogers, D.H.** (2002). Using subsurface drip irrigation for alfalfa. *J. Am. Water Resources Assoc.* 38(6): 1715-1721pp.
- Medrano, H., Bota, J., Cifre, J., Flexas, J., Ribas, C. M., Gulías, J.** (2007). Eficiencia en uso de agua en las plantas. *Investigaciones geográficas. Num.* (43).63-84 pp.
- Mihaljevic, R., Schon, C.C., Melchinger, A. E.** (2005). Correlations and QTL correspondence between line per se and testcross performance for agronomics traits in four populations of European maize. *Crop science.* 45(1):114-122 pp.
- Milligan, S., Balzarini, B., and White, W. H.** (2003). Broad sense heritabilities genetic correlations and selection indices for sugarcane borer resistance and their relation to yield loss. *Crop Sci.* 43(5):1729-1735 pp.
- Mohammandi, J. A., and Syed, S. M.** (2010). Selection indices for yield and quality traits in sweet corn. *Pak. J. Bot.* 42(2):775-789 pp.

- Montemayor, T. J. A., Olague, R. J., Fortis, H. M., Sam, B. R., Leos, R. J. A., Salazar, S. E., Castruita, L. J., Rodríguez, R. J., Chavaría, G. J. A. (2007).** Consumo de agua en maíz forrajero con riego subsuperficial. *Terra Latinoamericana* 25(2):163-168pp.
- Montemayor, T., Gómez, M., y J. Olague R. (2004).** Adopción del riego por goteo subsuperficial para maíz forrajero en la Comarca Lagunera. XVI Semana Internacional de Agronomía. Facultad de Agricultura y Zootecnia, U. J. E. D. pp. 534-538.
- Montemayor, T., J. A., Gómez, M. Á., Olague, R. J., Zermeño G, A., Ruiz, C. E., Fortis, H. M., Salazar, S. E., & Aldaco, N. R. (2006).** Efecto de tres profundidades de cinta de riego por goteo en la eficiencia de uso de agua y en el rendimiento de maíz forrajero. *Técnica Pecuaria en México*. 44 (3): 359-364pp.
- Olague, R. J., Montemayor, T. J. A., Bravo, S. S. R., Fortis, H. M., Aldaco, N. R. A., Ruiz, C. E. (2006).** Características agronómicas y calidad del maíz forrajero con riego sub-superficial. *Técnica Pecuaria en México*. 44(3): 351-357 pp.
- Pérez, L. D. J., González, H. A., Franco, M. O., Rubí, A. M., Ramírez, D. J. F., Castañeda, V. A. y Aquino, M. J. G. (2014).** Aplicación de métodos multivariados para identificar cultivares sobresalientes de haba para el estado de México, México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 5(2):265-278. Disponible en línea: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342014000200008&script=sci_abstract.
- Piña, M. R., Rodríguez, M. A y Castañeda, E. H. (2006).** Diseños de bloques balanceados incompletos (bibd) a través de un enfoque matricial. *CULCy*.3(12): 19-31 pp.

- Raza, I. and Masood, M. A.** (2009). A Non Parametric Test for the Non Normal Distribution of the Weights of Females Rats. *Pakistan Journal of Agricultural Research, PARC.* 22(3-4): 140-143.
- Restrepo, G., Pizarro, E. J., & Quijano, J. H.** (2009). Índices de selección y niveles independientes de descarte para dos características productivas y reproductivas en un hato holstein (*Bos taurus*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias (Colombian journal of animal science and veterinary medicine).* 21(2): 239-250 pp.
- Rodríguez, P. G., Zavala G. F., Gutiérrez, D. A., Treviño, R. J. E., Ojeda, Z. C., & de la Rosa, L. A.** (2013). Comparación de dos tipos de selección en poblaciones de maíces criollos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas.* 4(4): 611-623 pp.
- Sánchez, R. M.C y Mendoza, M.** (2016). Estabilidad fenotípica de cruzas simples e híbridos comerciales de maíz (*Zea mays* L.) *Revista Fitotecnia Mexicana,* Vol. 39 (3): 269 – 275.
- Sánchez, T. B., Kallas, Z. y Gil, J.M.** (2016). Importancia de los objetivos sociales, ambientales y económicos de los agricultores en la adopción de maíz mejorado en Chiapas, México. 49(2):1-3.
- Sharma, R. C., and Duveiller, E.** (2003). Selection index for improvig helminthosporium leaf blight resistance, maturity, and kernel weight in spring wheat. *Crop. Sci.* 43:2031-2036 pp.
- Sierra, M., Palafox, C. A., Espinoza, C. A., Caballero, H. F., Rodríguez, M. F., Barrón, F. S. y Valdivia, B. R.** (2005). Adaptabilidad de híbridos triples de maíz y de sus progenitores para la región tropical del sureste de México. *Mesoamericana* 16(1):13-18.
- Sierra, M. M., Palafox, C. A., Rodríguez, M. F. A., Espinosa, C. A., Gómez, M. N., Caballero, H. F., Barrón, F. S., Sandoval, R. A. y Vázquez, C. G.** (2006). H-518, híbrido trilineal de maíz para el trópico húmedo de México. *Agríc. Téc. Méx.* 32(1):115-119.

- Sne, M.** (2006). Micro irrigation in arid and semi-arid regions. Guidelines for planning and design. Ed.: S. A. Kulkarni. ICID-CIID. International Commission on Irrigation and Drainage, Nueva Delhi (India).
- Shiferaw, B. A., Kassie, M., Jaleta, M. and Yirga, C.** (2014). Adoption of improved wheat varieties and impacts on household food security in Ethiopia. Food Policy. 44:272-284.
- Tonk, A. F., Ilker, E. and Tosun, M.** (2011). Evaluation of genotype environment interactions in maize hybrids using GGE biplot analysis. Crop Breeding and Applied Biotechnology 11:1-9. Disponible en línea: <http://www.scielo.br/pdf/cbab/v11n1/v11n1a01.pdf>
- Torres, F. J. L., Morales, R. E. J., Gonzales, H. A., Laguna, C. A., Cordova, O. H.** (2011). Respuesta de híbridos trilineales y probadores de maíz en valles altos del centro de México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2 (6): 829-844.
- Tucuch, C.C. A., Rodríguez, H. S. A., Reyes, V. M. H., Pat, F. J. M., Tucuch, C. F. M y Córdoba, O. H. S.** (2011). Índices de Selección para Producción de maíz forrajero. Agronomía Mesoamericana 22(1): 123132.
- Turrent, F. A., Wise, T. A y Garvey, E.** (2012). Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz en México. Mexican Rural Development Research Report No. 24. Woodrow Wilson International Center for Scholars. 1-36 p.
- Vergara, A., Rodríguez, N., Herrera, S.A., Córdoba, O. H. S.** (2005). Aptitud combinatoria general y específica de líneas de maíz (*Zea mays*) tropical y subtropical. Agronomía Mesoamericana, Vol. 16(2): 137-143.
- Virgen, V. J., Zepeda, B. R., Ávila, P M. A., Rojas, M. I., Espinosa, C. A. Y Gámez, V. A, J.** (2016). Desespigamiento en cruzas simples progenitoras de híbridos de Maíz (*Zea mays* L.) para valles altos de México. Agrociencia. Vol.50 núm. 1 pág. 43-59.

Virgen, V.J., Zepeda, R., Ángel, M. A., Espinosam, A., Arellano, J.L., y Gámez, A. J. (2016). Producción y calidad de semilla de maíz en valles altos de México. *Agronomía Mesoamericana*. 27(1):191-206.

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

APÉNDICE

Apéndice 1. Descripción de la genealogía de los híbridos experimentales y testigos comerciales del experimento 2.

HÍBRIDO	GENEALOGÍA DE LOS HÍBRIDOS	HÍBRIDO	GENEALOGÍA DE LOS HÍBRIDOS
1	(E174xE94)xM424xM22-1B]x[MCS41]	26	(PE61x47)xM-7-1-B]x[(M7x351)xM29-2]
2	(E174xE94)xM424xM22-1B]x[(P x PN)- 16]	27	(PE61x47)xM-7-1-B]x[(232Rx2)xC-3]
3	(E174xE94)xM424xM22-2-B]x[(M29X351)xM29]-B-1-B]	28	(24-26)xM22xM8-1-B]x[(MLxM46)xML]-1]
4	(E174xE94)xM424xM22-2-B]x[(S3-21-4xM35)Xm35-4-B]	29	(24-26)xM22xM8-2-B]x[(MLxM46)xML]-1]
5	(E174xE94)xM424xM22-2-B]x[(P x PN)- 16]	30	(112xM6)xM7x112}-1-B]x[(112xML)xM35xM35-2-B]
6	(E174xE94)xM424x-M22-3-B]x[(S3-21-4XM3)xM3-1-B]	31	(112xML)x112)xM29-3-B]x[(S3-28xM7)xM7]-1-B]
7	(E174xE94)xM424x-M22-3-B]x[(M13x10-11)xM13]-2]	32	(112xML)xM35xM35-1-B]x[(M29X351)xM29]-B-1-B]
8	(E174xE94)xM424x-M22-3-B]x[(M22x115)xM22]-1]	33	(112xML)xM35xM35-1-B]x[LE-36-S4xM29)xM29]-1-B]
9	(E174xE94)xM422xM42-1-B]x[(112xML)xM35xM35-2-B]	34	(112xML)xM35xM35-1-B]x[8M22xC]xc-]
10	(E174xE94)xM422xM42-1-B]x[(M13xV524)xM13]-3]	35	(112xML)xM35xM35-1-B]x[(M23x351)xM23]-1]
11	(E174xE94)xM422xM42-1-B]x[(M22x115)xM22]-1]	36	(112xML)xM35xM35-1-B]x[(MLxL1C)xML]-1]
12	(E174xE94)xM422xM42-2-B]x[(MLxM46)xML]-1]	37	(112xML)xM35xM35-2-B]x[M3]
13	(E174xE94)xM422xM42-2-B]x[M6]	38	(PE146xPE203)-3-AxN135xM75-2-B]x[(LP-8-3-A-AxM23)xM23]-1-B]
14	(E174xE94)xM422xM42-2-B]x[M47]	39	(PE146xPE203)-3-AxN135xM75-2-B]x[(MLxM46)xML-3]
15	(E174xE94)xM422xM42-3-B]x[(112xML)xM35xM35-2-B]	40	(PE146xPE203)-3-AxN135xM75-2-B]x[(M22XC)x C-4]
16	(E174xE94)xM422xM42-3-B]x[(MLxM25)xM35-3]	41	(PE146xPE203)-3-AxN135xM75-3-B]x[(112xML)x112)xM29-3-B]
17	(E174xE94)xM422xM42-3-B]x[(232Rx2)xC-3]	42	(PE146xPE203)-3-AxN135xM75-3-B]x[ML4]
18	(E174xE94)xM422xM42-3-B]x[(M22x115)xM22]-1]	43	(PE146xPE203)-3-AxN135xM75-3-B]x[(P x PN)- 16]
19	(QPMxM22)xM22}-2-B]x[(S3-21-4xM35)Xm35-4-B]	44	(S3-28xM7)xM7}-1-B]x[LE-30-5-AxM7)M7]-2-B]
20	(QPMxM22)xM22}-2-B]x[(M13x10-11)xM13]-2]	45	(S3-28xM7)xM7}-1-B]x[(M13xV524)xM13]-3]
21	(QPMxM22)xM22}-2-B]x[(MLxLC)xMC-2]	46	(S3-28xM7)xM7}-3-B]x[(232RxM22)xM2-3]
22	(QPMxM)23xM23-2-B]x[LE-36-S4xM29)xM29]-1-B]	47	(S3x28xM35)xM35}-2-B]x[(S3-28xM7)xM7]-3-B]
23	(PE61x47)xM-7-1-B]x[(V524xM7)xM7]-2-B]	48	AN447
24	(PE61x47)xM-7-1-B]x[(232RxM7)xM7]-1]	49	PIONNER
25	(PE61x47)xM-7-1-B]x[(M7xV524)xM7]-1]	50	MONSANTO

Apéndice 2. Descripción de la genealogía de los híbridos experimentales y testigos comerciales del experimento 3.

HÍBRIDO	GENEALOGÍA DE LOS HÍBRIDOS	HÍBRIDO	GENEALOGÍA DE LOS HÍBRIDOS
1	(S3x28xM35)xM35-2-B x LE-30-5-AxM7)M7-2-B	26	(S3-21-4xM35)Xm35-4-B x ML
2	(S3x28xM35)xM35-2-B x ML4	27	S3-21-4xM42)xM42-2-B x (MLxM25)xM35-3
3	(S3x28xM35)xM35-2-B x (MLxM25)xM6-1-B	28	S3-21-4xM42)xM42-2-B x (MLxLC)xMC-1
4	(S3x28xM42)xM42-1-B x (M42x351)xM42-3-B	29	S3-21-4xM42)xM42-2-B x C2
5	(S3x28xM42)xM42-1-B x ML4	30	(V524xM23)xM23-2B x (PE61x47)xM-7-1-B
6	(S3x28xM42)xM42-1-B x (MLxM25)xM6-1-B	31	(V524xM23)xM23-2B x (MLxMLxML)-3
7	(S3x28xM42)xM42-1-B x (MLxM46)xML-1-B	32	(V524xM23)xM23-2B x (M7xV524)xM7-1
8	(S3x28xM42)xM42-2-B x LE-30-5-AxM29)M7-1-B	33	(LE-7-A-AxM29)xM29-3-13 x (V524xM7)xM7-2-B
9	(S3x28xM42)xM42-2-B x (MLxM46)xML-1-B	34	(LE-7-A-AxM29)xM29-3-13 x (PE61x47)xM-7-1-B
10	(S3x28xM42)xM42-2-B x MCS41	35	(LE-7-A-AxM29)xM29-3-13 x (MLxMM25)xML-2-B
11	(S3x28xM42)xM42-2-B x (P x PN)- 16	36	(LE-7-A-AxM29)xM29-3-13 x (M7x351)xM29-2
12	(S3x28xM42)xM42-3-B x (M22XC)x C-4	37	(IE-4-1-A-Ax351)x(E-4-1)-2-B x (M47xLC)x LC-1-B)
13	(S3x28xM42)xM42-3-B x (M23x351)xM23-1	38	(IE-4-1-A-Ax351)x(E-4-1)-3-B x (MLxM25)xM35-2
14	(S3x28xM42)xM42-3-B x M3	39	(LE7-AAAxM29)xM8-1-B x (M47xV524)xM47-2-B
15	(S3-21-4XM3)xM3-1-B x (M42x351)xM42-3-B	40	(LE7-AAAxM29)xM8-1-B x (MLxLC)xMC-2
16	(S3-21-4XM3)xM3-1-B x (P x PN)- 16	41	(E7-AAAxM29)xM8-2-B x (MLxLC)xMC-1
17	(S3-21-4xM35)xM35-1-B x (MLxM25)xM6-1-B	42	(E7-AAAxM29)xM8-2-B x (MLxLC)xMC-2
18	(S3-21-4xM35)xM35-1-B x (MLxM46)xML-1-B	43	(E7-AAAxM29)xM8-2-B x PE212
19	(S3-21-4xM35)xM35-1-B x (MLxM25)xM35-3 (S3-21-4xM35)xM35-3-B x (LP-8-3-A- AxM23)xM23-1-B	44	(E7-AAAxM29)xM8-2-B x MCS41
20		45	LE-7A-A-AxM29)xM8-2B x (MLxM46)xML-3
21	(S3-21-4xM35)Xm35-4-B x LE-30-5-AxM29)M7-1-B	46	LE-7A-A-AxM29)xM8-2B x (MLxM25)xM35-2
22	(S3-21-4xM35)Xm35-4-B x (MLxM46)xML-3	47	LE-7A-A-AxM29)xM8-2B x (MLxM25)xM35-3
23	(S3-21-4xM35)Xm35-4-B x (MLxLC)xMC-2	48	AN 447
24	(S3-21-4xM35)Xm35-4-B x (M22XC)x C-2	49	PIONNER
25	(S3-21-4xM35)Xm35-4-B x (232Rx2)xC-3	50	MONSANTO

Apéndice. Descripción de la genealogía de los híbridos experimentales y testigos comerciales del experimento 10.

HÍBRIDO	GENEALOGÍA DE LOS HÍBRIDOS	HÍBRIDO	GENEALOGÍA DE LOS HÍBRIDOS
1	(M13xv52)xM15-3]x[(M7xV524)xM7]-2]	26	(M13xC)xC}-1]x[]
2	(M13xv52)xM15-3]x[(M13xV524)xM13]-1]	27	(M13xC)xC}-2]x[(M7x351)xM7]-3]
3	(M13xCAFIME)xM3-1]x[(S3x28xM42)xM42]-2-B]	28	(M13xC)xC}-2]x[(M13xV524)xM13]-1]
4	(M13xCAFIME)xM3-1]x[(P x PN)- 16]	29	(M13xC)xC}-2]x[43-46]
5	(M13xCAFIME)xM3-1]x[]	30	(M13xC)xC}-3]x[(M7xV524)xM-7-1]
6	(M13xCAFIME)xM3-2]x[(232RxC)xC]-3]	31	(M13xC)xC}-3]x[M7]
7	(M13xCAFIME)xM3-2]x[(M7xV524)xM7]-1]	32	(M13xC)xC}-3]x[(M7x351)xM7]-3]
8	(M13xCAFIME)xM3-2]x[]	33	(M13x10-11)xM13}-1]x[(M7x351)xM7]-3]
9	(M13xLínea C)xC}-1]x[(M7xV524)xM7]-2]	34	(M13x10-11)xM13}-1]x[(M13xv52)xM15-2]
10	(M13xLínea C)xC}-1]x[(M7xV524)xM7]-1]	35	(M13x10-11)xM13}-1]x[(M13xv52)xM15-3]
11	(M13xLínea C)xC}-1]x[(M13xLínea C)xC]-2]	36	(M13x10-11)xM13}-1]x[M3]
12	(M13xLínea C)xC}-1]x[]	37	(M13x10-11)xM13}-1]x[M29]
13	(M13xLínea C)xC}-2]x[(MLxMLxML)-1]	38	(M13x10-11)xM13}-1]x[MCS41]
14	(M13xLínea C)xC}-2]x[(M7xV524)xM-7-1]	39	(M13x10-11)xM13}-1]x[]
15	(M13xLínea C)xC}-2]x[(M7x351)xM7]-1]	40	(M13x10-11)xM13}-2]x[(S3x28xM42)xM42]-2-B]
16	(M13xLínea C)xC}-3]x[(IE-4-1-A-Ax351)x(E-4-1))-3-B]	41	(M13x10-11)xM13}-2]x[(S3x28xM42)xM42]-3-B]
17	(M13xLínea C)xC}-3]x[(M7x35)x351-2]	42	(M13x10-11)xM13}-2]x[(IE-4-1-A-Ax351)x(E-4-1))-3-B]
18	(M13xLínea C)xC}-3]x[(M13xLínea C)xC]-2]	43	(M13x10-11)xM13}-2]x[(M7x351)xM7]-3]
19	(M13xLínea C)xC}-3]x[M3]	44	(M13x10-11)xM13}-2]x[(M13xv52)xM15-1]
20	(M13xLínea C)xC}-3]x[43-46]	45	(M13x10-11)xM13}-2]x[(M13xv52)xM15-2]
21	(M13xLínea C)xC}-3]x[(P x PN)- 16]	46	(M22x115)xM22}-1]x[M3]
22	(M13xC)xC}-1]x[(M7xV524)xM-7-1]	47	(M22x115)xM22}-1]x[MCS41]
23	(M13xC)xC}-1]x[(M7x351)xM7]-1]	48	AN447
24	(M13xC)xC}-1]x[PE212]	49	PIONEER
25	(M13xC)xC}-1]x[43-46]	50	MONSANTO