

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**“CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE HÍBRIDOS EXPERIMENTALES DE
MAÍZ PARA GRANO EN LA COMARCA LAGUNERA”**

POR

ROBERTO MAXIMILIANO RAMOS ALVAREZ

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

“CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE HÍBRIDOS EXPERIMENTALES DE
MAÍZ PARA GRANO EN LA COMARCA LAGUNERA”

POR

ROBERTO MAXIMILIANO RAMOS ALVAREZ

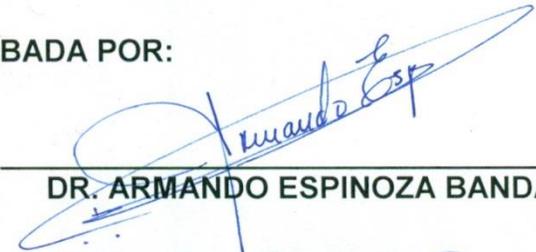
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

PRESIDENTE:


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

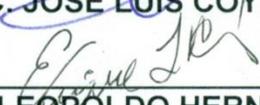
VOCAL:


DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

VOCAL:


M.C. JOSE LUIS COYAC RODRIGUEZ

VOCAL SUPLENTE:


ING. E. LEOPOLDO HERNANDEZ TORRES


M.E. VICTOR MARTINEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAH.

MARZO DE 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

“CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE HÍBRIDOS EXPERIMENTALES DE
MAÍZ PARA GRANO EN LA COMARCA LAGUNERA”

POR
ROBERTO MAXIMILIANO RAMOS ALVAREZ

TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR:


DRA. ORALIA ANTUNA GRIJALVA

ASESOR:


M.C. JOSE LUIS COYAC RODRIGUEZ

ASESOR:


ING. E. LEOPOLDO HERNANDEZ TORRES



M.E. VICTOR MARTINEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAH.

MARZO DE 2016

DEDICATORIAS

A mi padre:

Roberto Ramos Rosas por haberme hecho un hombre de bien, por todo su apoyo brindado en las buenas y en las malas, pero de corazón le agradezco por haberme dado la vida por sus consejos que fueron una pieza importante para culminar esta carrera. De todo corazón gracias papa.

A mi madre:

Julia Alvarez Murillo por haberme dado la vida por su apoyo incondicional por su cariño brindado siempre y sobre todo por la comprensión que me tuvo en los momentos vividos más desagradables de mi vida. Por los momentos de tristeza que sintieron al momento de partir pero al final se logró este sueño gracias mama por todo tu apoyo.

Julia Alvarez Murillo y Roberto Ramos Rosas

Gracias padres por haberme dado la vida por su comprensión perdón por todas las cosas que los ice pasar en mi trayecto de estudiante en la secundaria en la prepa pero nunca dejaron de guiarme y darme sus buenos consejos a pesar de las carencias como familia nunca se rindieron y me apoyaron hasta el final de todo corazón gracias papas.

A mis hermanos

Roberto Angeló Ramos Álvarez y Roberto David Ramos Álvarez gracias hermanos por cada momento junto a ustedes por las añoranzas y momentos vividos las aventuras en el trabajo y en la familia nunca me dejaron solo a pesar de las carencias de la vida siempre hemos estado juntos y así siempre juntos estaremos de todo corazón gracias hermanos

A mis abuelos

Justino Ramos Bañuelos + y Melesia Rosas Romano +

Aunque ya no están aquí se me adelantaron en este camino gracias por cada consejo cada palabra que me decían al partir de mi casa, siempre fueron dos personas importantes en mi vida siempre se preocuparon por mí siempre estarán en mi corazón algún día los volveré a ver abuelos los quiero mucho donde quiera que estén gracias por cada bendición que me dieron al partir de casa siempre estarán en mi corazón.

A mi abuela: Refugio Murillo Vázquez +

Aunque ya no estás aquí siempre estarás en mi corazón te me adelantaste en este camino antes de empezar esta trayectoria pero siempre fuiste una gran abuela gracias siempre vivirás en mi corazón.

A mi abuelo: Vicente Álvarez

Gracias abuelo por cada consejo y apoyo en mi vida cada momento al partir de casa me motivaste a seguir adelante siempre siempre con tus consejos y regaños me asieron la persona que ahora soy gracias abuelo

A mis tíos: Fdit. Álvarez Murillo Juan Álvarez Murillo Jacobo Álvarez Murillo

Gracias por todo su apoyo brindado siempre han estado al pendiente de mí sus consejos y palabras me fortalecieron para salir adelante gracias tíos.

A mi tío: Porfirio Romano Gonzales +

Aunque ya no estás aquí pero tus sabios consejos me han hecho el hombre que ahora soy sé que desde el cielo estas muy orgullo de mi gracias tío.

A mi novia: Monserrat Robles Fuentes

Gracias por permitirme estar a tu lado eres una persona tan especial que desde el momento que te conocí mi vida dio un giro inesperado las ganas de salir adelante las ganas de superarme profesionalmente crecieron la distancia no permitió que te separaras de mi a pesar de cada momento inesperado siempre me tomaste de tu mano y me ayudaste a salir adelante durante estos años fuiste un pilar que me ayudo a superarme y a crecer como profesionista de todo corazón gracias amor.

A mis amigos

Lázaro Medina Delgado

Gracias por todo siempre fuiste como un hermano aquí en la Universidad, gracias por tus consejos y tu amistad fueron de gran ayuda en esta trayectoria

Jose Antonio Lopez Murillo

Victor Hugo Navarro

Aide Hernandez Hernandez

Hector Mario Zavala Parra

Leocadio Gomez Fuentes

Alberto Arteaga Morales

Ofrezco una disculpa a todos mis demás amigos me sobraría palabras para darle las gracias pero siempre me acompañaron en parrandas y aventuras en mi vida como estudiante. Gracias amigos

Recuerden que puede haber personas que tengan más talento que tú, pero no hay excusas para que haya alguien que trabaje más duro que tú. Nunca desistas de un sueño solo trata de ver las señales que te llevan a él.

AGRADECIMIENTOS

Al Dios

Por haberme brindado salud a mí y a toda mi familia en toda la etapa de mi carrera y ayudarme a superar día a día en cada etapa de mi vida por darme fuerzas para seguir adelante y guiarme por el buen camino.

Al la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro:

Por darme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales brindándome las herramientas necesarias para salir adelante.

Al Dr. Armando Espinoza Banda:

Por darme la oportunidad de realizar mi tesis, por compartir ese conocimiento y experiencias vividas y sus buenos consejos para motivarme a seguir adelante y por su paciencia que tuvo conmigo para terminar de escribir mi tesis.

Al Ing. Leopoldo Hernández Torres:

Por su apoyo su amistad y su gratitud compartida en estos cuatro años aquí en esta casa de estudios su confianza y sus sabios consejos que me ayudaron a salir adelante su paciencia y comprensión gracias.

Al mis asesores: M.C. José Luis Cayac Rodríguez y a la Dra. Oralia Antuna Grijalva:

Por sus buenos consejos y observaciones, así como también por el apoyo brindado en el tiempo cuando se realizaron trabajos de campo, para sacar los datos para mi tesis su ayuda fue indispensable para lograr este trabajo.

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el objeto de caracterizar 76 cruzas ó híbridos simples experimentales y dos testigos regionales. El trabajo se llevó a cabo en la UAAAN-UL en Torreón, Coah. La siembra se realizó el 7 de marzo del 2014. El diseño experimental fue un bloques incompletos al azar con 6 grupos y 13 cruzas por grupo en dos repeticiones. La parcela experimental fue de dos surcos de tres metros y 0.75m entre surcos para una densidad de 78 mil plantas por hectárea. Se tomaron datos de 20 variables agromorfológicas. Para caracterizar los genotipos, se usó el análisis de componentes principales (ACP) con las 15 variables que fueron estadísticamente significativas: Floración masculina (FM) y femenina (FF), Altura de planta (AP) y mazorca (AM), Cobertura de mazorca (COB), Ustílogo maydis (US), Acame de tallo (ACT), pudrición de mazorca (PUMZ), Diámetro (DM), Longitud (LM) e Hileras (HM) por mazorca, Granos por hilera (GH), Peso de mazorca (PMZ), Peso de olote (PO) y Rendimiento de grano (RG). Los tres primeros CP se utilizaron para generar el gráfico de dispersión de genotipos y variables (BIPLOT). En el gráfico, los híbridos formaron cinco grupos: El grupo 1 (G1) fue el mas relevante en RG y en las variables relacionadas como HM, DM, PMZ y PO. Resaltaron las cruzas 23x28, 5x28, 4x30, 41x30, y 24x28 con RG que oscilan entre 9005 y 11347 kg ha⁻¹.

Palabras clave: Componentes principales, Hibridacion, Rendimiento de grano.

INDICE

DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	iv
RESUMEN	v
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA	5
2.1 Líneas	5
2.1.1 Línea pura.....	5
2.2 Híbridos	8
2.3 Clasificación de Híbridos	10
2.3.1 Híbridos simples	11
2.3.2 Híbrido doble	11
2.3.3 Híbrido trilineal	12
2.4 Componentes Principales.....	17
III. MATERIALES Y METODOS.....	19
3.1 Localización	19
3.2 Características del sitio experimental.....	19
3.3 Material Genético utilizado en el experimento.	19
3.4 Siembra	20
3.5 Diseño experimental.....	20
3.6. Método estadístico de agrupación y clasificación	20
3.6.1 Descripción de la parcela experimental	21
3.7 Manejo del cultivo	21
3.7.1 Fertilización.	21
3.7.2 Riego	21
3.7.3 Control de plagas y malezas	22
3.7.4 Control de maleza	22
3.7.5 Riegos	22
3.8 Variables	23
3.8.1 Días a floración femenina (FF)	23
3.8.2 Días a floración masculina (FM).....	23
3.8.3 Intervalo antesis-emisión de estigmas (ASI).....	23

3.8.4 Altura de Planta (AP)	23
3.8.5 Aspecto de la mazorca (ASM).....	23
3.8.6 Diámetro de la mazorca (DM).....	24
3.8.7 Hileras por mazorca (HM)	24
3.8.8 Granos por hilera (GH)	24
3.8.9 Longitud de mazorca (LM)	24
3.8.10 Cobertura de mazorca (COB)	24
3.8.11 Aspecto de planta (ASP).....	25
3.8.12 Número de mazorcas por planta (MZP)	25
3.8.13 Peso de mazorca (PMZ)	25
3.8.14 Peso de Olote (PO).....	25
3.8.15 Acame de Tallo (ACT)	25
3.8.16 Acame de raíz (ACR).....	26
3.8.17 Rendimiento (Rend).....	26
3.8.18 Cosecha.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 Análisis de varianza.....	27
4.2 Componentes principales (CP).....	28
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	34

INDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1 Relación de híbridos experimentales y testigos utilizados en el experimento 2013.....	20
Cuadro 4.2 Significancia de cuadrados medios de 18 variables cuantificadas en 76 híbridos experimentales y dos testigos evaluados en el Campo experimental de la UAAAN-UL. 2013.	27
Cuadro 4.3 Número de Componentes Principales, valores propios y porcentaje de varianza por componente y peso de las variables por componente.	29
Cuadro 4.4 Valores medios de los ocho genotipos superiores en rendimiento de grano (RG). UAAAN-UL. 2014.....	32

INDICE DE FIGURAS

Figura 4.1 Agrupación de 76 genotipos y dos testigos con base a los tres primeros componentes principales UAAAN-UL.....	31
---	----

I. INTRODUCCION

El maíz, junto con otras plantas cultivadas ha sido el sustento capital de de varias civilizaciones de Mesoamérica y sus precursores, y gradualmente se ha convertido en el cereal de mayor importancia para la humanidad. Por su extraordinaria plasticidad genética, las etnias prehistóricas pudieron adaptarlos a una gran diversidad de condiciones de clima, altitud, latitud, México es el centro de domesticación y uno de los centros de diversidad del maíz (Matsuoka *et al.*, 2002); posee, por lo tanto, una amplia variabilidad genética expresada en una gran cantidad de poblaciones (Sánchez *et al.*, 2000), de las cuales algunas muestran alta capacidad de rendimiento per se o en combinación con otras, por lo que son consideradas un valioso recurso fitogenético (Morales *et al.*, 2007). En el área tropical de México se siembran anualmente 3 millones de ha de maíz lo que significa el 40% de la Producción total nacional.

El maíz es el principal cultivo en México, participa con el 18% del valor de producción del sector Agrícola (88 mdp en 2012 y 78 mil en 2013) y concentra el 33% de la superficie sembrada en el territorio nacional (7.5 millones de hectáreas).

La obtención de híbridos de maíz en la forma clásica la obtención de líneas de primera autofecundación (S1), prueba temprana de las líneas (S1) (no siempre es llevada a cabo), el avance en las líneas auto fecundadas, prueba de aptitud combinatoria específica (híbridos simples) y obtención de híbridos dobles o trilineales.

El repaso que se hace de los híbridos recientes muestra que no se han dejado de atender las regiones maiceras de México: desde las importantes áreas de riego en el centro, noroeste y noreste, hasta las regiones del sur y sureste en donde priva la agricultura campesina, no menos importante que la anterior. Se

insiste en que con la producción de los nuevos híbridos el precio de la semilla en general tenderá a equilibrarse en relación con el de las compañías comerciales, y se destacan dos problemas importantes la llegada de los híbridos.

En la actualidad en México el maíz es el principal cultivo, participa con el 18% del valor de producción del sector agrícola (88 mil mdp en 2012 y 78 mil en 2013) y concentra el 33% de la superficie sembrada en el territorio nacional (7.5 millones de hectáreas de maíz para grano.)

Se estima que para 2013 se alcanzaron 22.7 millones . Mientras que la superficie de temporal ocupa el 74% de la superficie, aporta únicamente el 40% del valor generado, siendo el 4º productor a nivel global, detrás de Estados Unidos, China y Brasil. México es el mercado más grande de maíz en el mundo, representando el 11% del consumo mundial. Cada mexicano consume en promedio 123 kg de maíz anualmente, cifra muy superior al promedio mundial (16.8 kg per cápita).

Una proyección de producción de maíz hecho por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) estima que la producción mundial de maíz 2014/2015 será de 991.29 millones de toneladas, cerca de 3.21 millones de toneladas más de lo estimado que el año pasado

En la Comarca Lagunera, ubicada en el norte de México, se siembran anualmente 11,815 ha de maíz de grano y 27,476 ha de maíz forrajero (SAGARPA, 2013) en su mayoría con híbridos comerciales para grano, desarrollados por compañías transnacionales para otras áreas del país.

En México, la obtención y utilización de híbridos de maíz es relativamente reciente y se localiza en áreas específicas. A partir de los años 30's se comenzaron a mejorar los maíces con base en información de la diversidad de los genotipos (Inghelandt *et al.*, 2010). No cabe duda que uno de los factores que han influido de manera importante en los rendimientos del maíz en el mundo.

Objetivos

Caracterizar por sus características agronómicas y rendimiento de grano a 76 híbridos experimentales, y con base a esta información agruparlos

Hipotesis

Ho: Los híbridos experimentales formarán grupos con base a la similitud y/o diferencias en su fondo genético que se expresará en sus características agronómicas y rendimiento.

Ha: Los híbridos experimentales se agruparán aleatoriamente.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Líneas

En el mejoramiento de líneas a través de diferentes métodos tales como cruza y retrocruza, selección genética o mejoramiento convergente, la aptitud combinatoria es la que determina el valor de las mismas para utilizarlas como progenitores de híbridos comerciales. Para determinar este valor es necesario el uso de probadores y dentro de esto, las cruza simples ofrecen la posibilidad de que las combinaciones híbridas más sobresalientes puedan utilizarse como híbridos a escala comercial. La capacidad de una línea para transmitir información a su progenie híbrida se conoce como aptitud combinatoria, que puede ser general si mantiene su comportamiento mediante una serie de combinaciones híbridas, o específica cuando se refiere al comportamiento de dos líneas en una determinada cruza (Rincon, 1997).

Es posible hacer la conversión de líneas élite de grano blanco a amarillo por el método de retrocruza (Márquez-Sánchez, 1993). Para ello se hace sólo una retrocruza para ampliar la diversidad genética entre las líneas recobradas con 25 % de germoplasma remanente de los donadores, con lo cual se podría generar una posible heterosis adicional en las cruza recobradas por la diversidad genética entre los donadores.

2.1.1 Línea pura

En mejoramiento las líneas puras después de un proceso de autofecundación ya no se puede diferenciar tan fácilmente una de otra; cuando esto sucede se dice que la línea es altamente homocigota o sea que todas las plantas de esa línea tienen la misma constitución genética en lo referente a las unidades de herencia.

Estas unidades se transmiten en un 100% tanto a través de su polen como de sus óvulos. La disminución de vigor debido a la endogamia se equilibra

después de cinco o siete generaciones de autofecundaciones. A esta disminución de vigor se le denomina depresión endogámica (Chávez, 1995).

Aproximadamente la reducción de la mitad del vigor se registra en la primera generación autofecundada, el resto de la pérdida se registra por mitad en cada generación sucesiva. Las reducciones son pequeñas después de tres a cinco generaciones donde se obtienen plantas con características homocigotas (Balderrama *et al.*, 1997).

Las líneas puras son aquellas no relacionadas o que son derivadas de poblaciones mejoradas y genéticamente amplias, generalmente poseen buena ACG cuando son cruza con probadores comerciales que pudieran ofrecer altos beneficios a la industria semillera (Carena, 2005).

La capacidad de una línea para transmitir información a su progenie híbrida se conoce como aptitud combinatoria, que puede ser general si mantiene su comportamiento medio en una serie de combinaciones híbridas o específico cuando se refiere al comportamiento de dos determinadas cruza (Rincón, 1997).

Los resultados más importantes del proceso de autofecundación y selección en el maíz reportados por Hayes (1952), son:

- a) Todas las líneas autofecundadas de maíz muestran una pérdida en vigor durante las subsecuentes autofecundaciones. Esta es mayor en la primera generación y menor en cada una de las generaciones sucesivas hasta llegar a la homosigosis; después de la cual ya no hay pérdida de vigor.

- b) Las líneas autofecundadas presentan diferencias en muchas características normales tales como: altura de planta y mazorca, madurez, longitud de mazorca, rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades, adaptabilidad, etc.

- c) Algunas líneas autofecundadas tienen mayor vigor que otras aunque no difieren en su grado de homocigosis.

- d) Otras más son por la falta de vigor que ya no se pueden propagar aun en las mejores condiciones del cultivo.

El método clásico para desarrollar líneas puras endocriadas comprende generalmente la selección de las plantas durante un periodo de autofecundación sobre la base de la apariencia física de un surco de plantas sembradas con la semilla de la misma mazorca. Para la formación de líneas autofecundadas, es necesario partir de poblaciones previamente seleccionadas sobre la base de su amplia variabilidad genética (Jugenheimer, 1990.)

Las líneas puras después de un proceso de autofecundación ya no pueden diferenciarse fácilmente una de otra; cuando esto sucede; se dice que la línea es altamente homocigota o sea, que las mismas de esa misma línea tienen la misma constitución genética en lo referente a las unidades de herencia. Estas unidades se transmiten en un 100% tanto a través de su polen como de sus óvulos, la disminución del vigor por efecto de la endogamia se equilibra después de cinco a siete generaciones de autofecundaciones a esta disminución se le denomina depresión endogámica (Chavez, 1995).

La utilización de diversos tipos y fuentes de androesterilidad génico-citoplasma ha abierto nuevos horizontes en la producción comercial de híbridos al permitir emplear líneas androestériles como progenitores femeninos (Stamp *et al.*, 2000), pues los costos disminuyen al eliminar la necesidad de desespigar.

2.2 Híbridos

Gostincar (1998) expone que “las variedades híbridas provienen del cruzamiento de dos líneas puras y tienen la ventaja de manifestar la heterosis o el llamado vigor híbrido”. En las variedades híbridas, todos los individuos de la población son idénticos pero heterocigóticos, lo cual significa que no pueden reproducirse en individuos iguales a sí mismo. Las líneas puras de plantas autóгамas podrían conservarse indefinidamente, generaciones tras generaciones, si las siembras se mantuvieran libres de plantas extrañas. Las variedades sintéticas pueden desequilibrarse por el efecto selectivo del medio sobre los individuos integrantes de la población inicial y pueden perder potencial productivo. Finalmente, cabe apuntar que las variedades híbridas no se conservan o, lo que es lo mismo, su descendencia no resulta igual a los progenitores, ofreciendo una gran variabilidad. Otra paterna (masculina) por lo que se pueden crear varias recombinaciones (cruzas) y crear nuevos híbridos para el mercado. Los objetivos de estos cruzamientos van encaminados a la obtención de altos rendimientos en producción. Por ello, se selecciona en masa aquellas plantas que son más resistentes a virosis, condiciones climáticas adversas y plagas.”

En México, el maíz (*Zea mays* L.) es el cultivo alimenticio más importante. A pesar de que el contenido proteínico del grano es bajo, proporciona en promedio 39% de proteína y el 59% de la energía que ingieren los mexicanos. El consumo anual aparente es de 209.8 kg per cápita (Morris y López, 2000).

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 los experimentos de evaluación en diferentes localidades durante varios años (Cooper y Hammer, 1996).

Velásquez *et al.* (1983) señalan que la hibridación ha sido uno de los métodos más exitosos para aumentar la capacidad de rendimiento, indican además, que el uso de híbridos en poblaciones mejoradas ofrecen mejores alternativas para encontrar rendimientos superiores que cuando se parte de poblaciones originales.

La hibridación es un técnica de mejoramiento genético con mayor desarrollo en la producción de maíz, ya que los resultados reflejan un aumento marcado en la productividad sobre los niveles de rendimiento que las variedades de polinización libre, debido a que se explota directamente el fenómeno del vigor híbrido o heterosis (CIMMYT, 1987).

Chávez y López (1995) indican que el maíz híbrido es la primera generación de una cruce entre líneas autofecundadas. La obtención de líneas autofecundadas es por autopolinización controlada; la utilización de estas líneas autofecundadas puede ser en cruces positivas y para la obtención de semilla híbrida.

Cazco (2006) manifiesta que “el maíz se ha tomado como un cultivo muy estudiado para investigaciones científicas en los estudios de genética”. Continuamente se está estudiando su genotipo y por tratarse de una planta monoica aporta gran información ya que posee una parte materna (femenina) y una paterna (masculina).

La hibridación es un método de mejoramiento genético con mayor eficiencia en la producción de maíz, ya que los resultados reflejan un incremento marcado en la productividad sobre los niveles de rendimiento que las variedades de polinización libre, debido a que se explota directamente el fenómeno del vigor híbrido o heterosis (CIMMYT, 1987).

Chávez y López (1995) mencionaron que el maíz híbrido era la primera generación de una cruce entre tres líneas y esta es por autopolinización controlada, la utilidad de estas líneas auto fecundadas puede ser en cruces positivas y la producción de semilla híbrida.

2.3 Clasificación de Híbridos

Los híbridos comerciales de maíz, pueden clasificarse y caracterizarse según el número de líneas puras que intervengan en su formación, y según su precocidad (F.A.O.,1984).

Allard (1980) define a un híbrido como aumento de tamaño o en vigor del híbrido con respecto a sus progenitores.

De acuerdo con De la Loma (1975) el objetivo inmediato de la hibridación es la producción de ejemplares que presentan nuevas agrupaciones o combinaciones de caracteres de mayor vigor, por ambas causas constituye un método de gran interés cuya aplicación se ha extendido de manera notable.

2.3.1 Híbridos simples

Los híbridos simples se forman al cruzar dos líneas. Para designar a los progenitores el fitomejorador suele usar letras o números en el cual el primero se refiere a la hembra y el segundo al macho, la F1 de las cruza simples producen las plantas y mazorcas mas uniformes, así como los rendimientos más altos a los de cualquier otro tipo de híbrido.

2.3.2 Híbrido doble

Las cruza dobles se forman a partir de cuatro líneas autofecundadas (Chávez, 1995) es decir, la progenie híbrida obtenida de una cruza entre dos cruza simples. La cruza doble es un híbrido entre dos líneas heterocigotas de cruza simples, por eso no es tan uniforme como estas. Las cruza dobles no son tan uniformes como las cruza simples debido a que las cuatro líneas no siempre combinan bien en sus pares de genes; por lo tanto hay mayor variabilidad de plantas en este tipo de cruza.

2.3.3 Híbrido trilineal

Un híbrido trilineal se forma con tres líneas autofecundadas, y es el resultado de un cruzamiento entre una cruce simple y una línea autofecundada. La cruce simple como hembra y la línea como macho. Con frecuencia se pueden obtener mayores rendimientos con una cruce trilineal que con una doble aunque varié la uniformidad de las plantas (De la Loma,1975).

Sierra *et al.* (2005) mencionaron que en el análisis combinado para rendimiento de grano de 14 híbridos triples a través de siete ambientes de evaluación, se encontró diferencia altamente significativa. Se obtuvo el rendimiento de híbridos triples sobresalientes a través de siete experimentos (Ambientes) donde participaron 14 genotipos comunes, en los que se aplicó el modelo de parámetros de estabilidad. Así también los rendimientos promedios sugieren que los mejores ambientes se registraron en los experimentos conducidos en condiciones de riego.

La factibilidad de incrementar los rendimientos sin considerar las condiciones ambientales impredecibles, está supeditada en 60 % al potencial genético del híbrido o variedad a sembrar y en 40 % a las prácticas de manejo de cultivo (Arellano *et al.*, 2010).

Varios investigadores han demostrado que el mejor modelo estadístico para el análisis de estabilidad y la interacción genotipo x ambiente (IGA) es el modelo AMMI que incluye efectos principales aditivos e interacciones multiplicativas (Córdova, 1992).

En La Comarca Lagunera, ubicada en el Norte de México, se siembran anualmente 15 000 ha de maíz de grano y 24 000 ha de maíz forrajero (SAGARPA, 2005), en su mayoría con híbridos comerciales para grano desarrollados por compañías transnacionales para otras áreas del país. Se considera que los híbridos altamente productores de grano son también los mejores en calidad de forraje (Peña *et al.*, 2003).

Hace más de diez años 52 % de los agricultores utilizaban, materiales mejorados y el resto usaba variedades criollas y ocasionalmente semilla de generaciones segregantes procedentes de híbridos (Gutiérrez *et al.*, 2002); hoy se estima que 93 % de ellos usa semilla mejorada.

El mejoramiento genético es un proceso continuo en la formación de nuevas variedades e híbridos comerciales; el conocimiento de los diversos tipos de acción génica y la importancia de éstos en la determinación de caracteres de interés, es básico para lograr avances rápidos en un programa destinado a la obtención de híbridos (Malacarne y San Vicente, 2003; Betrán *et al.*, 2003). Se

han desarrollado sistemas de apareamiento o diseños genéticos para conocer la acción génica de caracteres cuantitativos, determinar la aptitud combinatoria de los progenitores, seleccionar los mejores y diseñar los métodos de mejoramiento más eficientes (Comstock y Robinson, 1948; Griffing, 1956).

La formación y evaluación de cruzas múltiples no es ninguna novedad, pues Sprague y Jenkins (1943) comenzaron con la formación de este tipo de híbridos y confirmaron que los híbridos de cruzas múltiples pudiesen ser tan productivos como los provenientes de cruzas dobles, además de otras ventajas, como: producir más que las variedades sintéticas e igual que las cruzas dobles, los costos de producción de semilla son mucho más bajos ya que en las cruzas dobles hay que incrementar los cuatro progenitores por separado, y finalmente, su mayor diversidad genética le permite tener menos riesgos al establecerse en condiciones no óptimas de producción que las cruzas dobles.

Actualmente se están formando híbridos de competitividad integral total, de tres y dos líneas, con el fin de abaratar el costo de producción de las semillas, sin mermar los rendimientos; las variedades de polinización libre se siguen formando especialmente para las áreas de bajo potencial de producción (Mendoza, 1997; Luna y Gutiérrez, 1998).

Bejarano (2003) indicó que el rendimiento de maíz se podría incrementar utilizando híbridos simples mediante el desarrollo de líneas endogámicas más vigorosas y productivas. No obstante, se debe tener en cuenta que la producción de semilla híbrida es más costosa que la multiplicación de la línea pura o de cultivares de polinización abierta.

Para la formación de híbridos competitivos a nivel comercial, Sierra-Macías *et al.* (2008) enfatizan sobre la necesidad de identificar líneas progenitoras sobresalientes, con base en sus efectos de aptitud combinatoria general y específica, su comportamiento per se, adaptación y producción de semilla. Generalmente se emplean cruzamientos dialélicos completos o parciales para la evaluación de la heterosis o vigor híbrido, cuyos valores siempre son dependientes del grupo de progenitores que participan en el cruzamiento dialélico.

En plantas alógamas como el maíz, la endogamia conduce a una disminución del vigor; como consecuencia, en cruces entre progenitores endogámicos la heterosis tiende a ser bastante acentuada (Paterniani, 2000).

El uso directo de híbridos simples en la producción ha estado limitado por el bajo rendimiento de las líneas endogámicas sobre las que se obtiene la semilla (Bejarano, 2003).

Malacarne y San Vicente (2003) señalan que para conocer la utilidad en programas de hibridación de las líneas derivadas del germoplasma mejorado por el CIMMYT es necesario determinar el comportamiento de las mismas en cruzamientos con líneas élites locales.

Segovia y Alfaro (2002), señalaron que hoy en día se dispone de la metodología y la logística para desarrollar y evaluar híbridos simples de maíz utilizando líneas con mayor grado de homocigosis, capaces de dar rendimientos adecuados que puedan hacer rentable el negocio de los híbridos simples para el productor de semilla.

San Vicente (2007) considera que la evaluación de líneas per se debe adoptarse en los programas de mejoramiento de maíz con el objeto de disponer de una caracterización completa de las líneas, incluyendo su potencialidad como hembra o macho en la formación de híbridos. Adicionalmente, la descripción morfológica del híbrido y sus líneas progenitoras benefician tanto al mejorador de plantas como al agricultor y comerciante de semillas.

Pandey y Gardner (1992) indican que el proceso de formación de híbridos ha evolucionado a través de los años. En los países desarrollados predominan los híbridos simples, mientras que en los países subdesarrollados una amplia variedad de tipos de híbridos convencionales hasta no convencionales tales como híbridos dobles, triples y simples. En todos los híbridos convencionales de maíz las líneas endocriadas están involucradas como padres.

Córdova, Barreto y Croos (1992) señalan que en la generación de híbridos con alto potencial de rendimiento y amplia adaptabilidad a los diferentes ambientes de producción requiere de un programa de mejoramiento con objetivos precisos. Así mismo reconocen que para explotar el potencial genérico de los híbridos, los aspectos agronómicos del manejo del cultivo revisten una importancia mayor que las variedades de libre polinización.

El avance más importante experimentado por el cultivo del maíz ha sido la introducción de híbridos, que ocurrió en 1993. Los botánicos han creado miles de híbridos que han mejorado el rendimiento del maíz en muchos lugares del mundo y han permitido cultivarlos en cualquier tipo de suelo. Pero las plantas más cultivadas son las que se obtienen por el doble cruzamiento, es decir, a partir de dos híbridos resultantes cada uno del cruce de dos líneas autopolinizadas. En

años recientes se han obtenido formas de mayor rendimiento, (Barrido, Paterniani y Morett, 1994).

2.4 Componentes Principales

Es una técnica perteneciente al grupo de métodos no jerárquicos, los cuales tienen por objeto estudiar la situación de los grupos de unidades taxonómicas, en un hiperespacio definido por el conjunto de los caracteres considerados en el análisis. Estos métodos hacen visible la distribución espacial de los grupos, refiriendo su situación a dos o tres ejes cartesianos (Judez, 1989).

Una de las técnicas más importantes dentro de estos métodos es el análisis de componentes principales, el cual se describe a continuación:

El análisis de componentes principales forma parte de los métodos de análisis multivariante, cuyo objetivo principal es el estudio de la diversidad genética de una colección de individuos. A esto se le añade la posibilidad de conocer los caracteres que más contribuyen a la variabilidad entre los diferentes genotipos estudiados (Fundora *et al.*, 1988).

La idea básica consiste en describir la dispersión de "n" puntos en "p" dimensiones del espacio. Se introducen unas nuevas coordenadas lineales ortogonales, de manera que las varianzas de los puntos originales con respecto a las coordenadas derivadas, disminuya en orden de magnitud (Gnanadesikan, 1977).

El análisis de componentes principales muestra los patrones de variación entre el conjunto de las poblaciones en estudio (Sneath y Sokal, 1973). El objetivo es sustituir una serie de variables por un número más reducido o funciones de las mismas no correlacionadas y mutuamente independientes. Por esta razón este tipo de análisis puede utilizarse previo a otros que exijan la no correlación de las variables originales (Dunn y Everitt, 1982).

La idea fundamental del método es que unos pocos componentes contengan la mayor parte de la varianza total del conjunto de datos estudiados, con lo cual puede representarse en diagramas planos o tridimensionales de la situación relativa de los grupos de unidades taxonómicas. Una de las mayores utilidades de este análisis es que cada eje posee un significado, es decir, estudiando los componentes de los vectores propios -direcciones de cada eje- puede establecerse cuáles han sido los caracteres que más han contribuido en conseguir la separación mostrada por el eje en cuestión.

Estos caracteres son aquéllos para los cuales el componente correspondiente es mayor en valor absoluto. El cálculo de los componentes principales puede hacerse a partir de la matriz de correlaciones entre los caracteres, o la de varianzas/covarianzas. La utilización de uno u otro tipo de matriz depende de la heterogeneidad de las variables computadas (Morrison, 1976).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

Este trabajo de investigación se llevó a cabo en el año 2014 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN UL), en Torreón Coahuila, como parte del programa de mejoramiento genético de maíz que realiza el Programa Maíz del Departamento de Fitomejoramiento.

3.2 Características del sitio experimental

El campo experimental de UAAAN-UL, se localiza en las coordenadas geográficas 25°33'18.99" LN y 103°22'25.71" LW, con 1120 msnm y un clima seco, caluroso, con temperaturas media anual de 20-22°C, con precipitación media anual de 300 mm, con régimen de lluvias en los meses de septiembre, octubre y noviembre, los vientos dominantes son alisios en dirección Sur, con velocidades desde 27-44 km h (INEGI, 2008).

3.3 Material Genético utilizado en el experimento.

Se utilizaron 76 híbridos simples experimentales provenientes del Programa de Mejoramiento Genético de la UAAAN-UL y dos híbridos comerciales (Cuadro 3.1). Los híbridos experimentales se generaron en el 2013 con base en el cruzamiento de tres grupos de líneas endocriadas. El grupo-1, formada por las líneas del 1 al 7; el Grupo- 2, con líneas del 22 al 28 y el Grupo-3 del 41 al 44. Además se incluyeron siete cruza específicas y los dos híbridos comerciales (Cuadro 3.1).

Cuadro 3.1 Relación de híbridos experimentales y testigos utilizados en el experimento 2013.

No.	Híbrido										
1	1x28	14	3x28	27	5x25	40	7x25	53	24x25	66	41x30
2	1x27	15	3x27	28	5x24	41	7x23	54	25x28	67	41x29
3	1x26	16	3x26	29	5x23	42	14x25	55	25x27	68	42x32
4	1x25	17	3x25	30	6x28	43	14x23	56	25x26	69	42x31
5	1x24	18	3x23	31	6x27	44	23x29	57	26x28	70	42x30
6	1x23	19	4x28	32	6x26	45	23x28	58	26x27	71	42x29
7	22x1	20	4x27	33	6x25	46	23x27	59	27x28	72	44x31
8	2x28	21	4x26	34	6x24	47	23x26	60	30x21	73	44x30
9	2x27	22	4x25	35	6x23	48	23x25	61	31x19	74	44x29
10	2x26	23	4x23	36	6x22	49	23x24	62	32x19	75	9x25
11	2x25	24	5x28	37	7x28	50	24x28	63	41x32	76	12x34
12	2x23	25	5x27	38	7x27	51	24x27	64	41x31	77	Garañón
13	2x22	26	5x26	39	7x26	52	24x26	65	41x30	78	Gorila

3.4 Siembra

La siembra se realizó en el ciclo agrícola de primavera el 7 de marzo de 2014. Se realizó en forma manual depositando dos semillas por golpe. Se aplicó un riego posterior a la siembra y, a los 22 días se realizó un aclareo dejando una planta por golpe.

3.5 Diseño experimental.

En campo, los híbridos se evaluaron en un diseño experimental de bloques incompletos al azar con 6 grupos y 13 tratamientos por grupo con dos repeticiones.

3.6. Método estadístico de agrupación y clasificación

Para agrupar y clasificar los híbridos experimentales, se utilizó el método multivariado de Componentes Principales (CP). Con los promedios de los datos de cada híbrido se formó una matriz de doble entrada con Genotipos y Variables. De ésta forma se corrieron los datos en el paquete estadístico **Statgraphics Centurion XVI.I (2009)**. El análisis proporciona el número y la varianza de cada

uno de los componentes principales, el peso específico de cada variable por componente y genera el gráfico BIPLLOT, el cual permite clasificar y agrupar a los tratamientos (Híbridos) (Manly, 2005).

3.6.1 Descripción de la parcela experimental

La parcela útil consistió en dos surcos de 3.0 m de largo y 0.75 m de ancho con separación entre plantas de 0.17 m, con una parcela útil de 4.5 m² y 35 plantas por tratamiento por repetición para una densidad de 78,431 plantas por hectárea.

3.7 Manejo del cultivo

3.7.1 Fertilización.

En la fertilización, las aplicaciones fueron sulfato de amonio, ácido fosfórico y urea acida. Se fertilizo utilizando el tratamiento 200-100-00, aplicando el 50% del nitrógeno al momento de la siembra. El 50 % de fosforo se aplicó en el primer riego posterior a la primera escarda y el resto previo al último cultivo. El resto del nitrógeno se aplicó durante las siguientes etapas del cultivo después de la siembra, se aplicó un 20% después de la primera escarda, otro 20% posterior al último cultivo y el restante 10% previo a la floración.

3.7.2 Riego

Se realizaron un total de 26 riegos para los tratamientos, bajo condiciones de riego normal con diferentes láminas y tiempos de riego con intervalos de 5 días entre uno y otro riego, sujetas a la humedad disponible en el suelo durante todo el ciclo de evaluación. Para los tratamientos con riego normal, hasta la aparición de la hoja bandera en donde se comenzó a restringir el riego con la finalidad de provocar estrés en los tratamientos en el periodo de floración, regándose en intervalos de 15 días con la mitad de la lámina y tiempo que la aplicada en riego normal aplicando 4 riegos más después de la aparición de la

hoja bandera para un total de 17 riegos en los tratamientos en condiciones de estrés por sequía.

3.7.3 Control de plagas y malezas

Con respecto a plagas, el problema principal que se presentó durante el desarrollo del cultivo fue el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). De tal manera para el control del larvas de gusano cogollero se aplicó Clorpirifos etil (líquido) a una dosis de 65 ml 20L H₂O. También para controlar el gusano cogollero se aplicó cipermetrina a una dosis de 50 ml 20L agua, así como la aplicación de clorpirifos granulado a razón de 10 kg ha⁻¹. Otra plaga que se presentó fue el de la pulga saltona (*Epitrix sp*). Donde el control fue de la utilización una sola aplicación de clorpirifos a dosis de 60 ml 20L agua. El control de araña roja (*Tetranychus urticae*) se llevó a cabo mediante la aplicación de ometoato con una dosis de 65 ml 20L H₂O y una aplicación de abamectina a conocimiento de 50 ml 20L agua. Las aplicaciones de los productos químicos se realizaron de manera manual con mochila manual de 20 litros.

3.7.4 Control de maleza

En el control de maleza se llevó a cabo la aplicación del herbicida pre-emergente HARNESS XTRA (acetaclor + atrazina), posterior a la siembra y antes de la emergencia de las plantas a una dosis de 300 ml 20 L agua. Además se utilizó herbicida post-emergente HIERBAMINA (2-4, D), con una aplicación de 250 ml 20 L de agua. De igual manera para controlar la maleza, se hicieron labores como la utilización de azadón antes del cultivo y también se controló de manera manual.

3.7.5 Riegos

Se realizaron 30 riegos con diferentes láminas y tiempos de riego con intervalos de días en riego, sujetas a la humedad disponible en el suelo durante todo el ciclo de evaluación.

3.8 Variables

3.8.1 Días a floración femenina (FF)

En la toma de la floración femenina, se registró el número de días transcurridos desde la siembra hasta la fecha en que el 50% de las plantas de la parcela tenían estigmas de 2-3 cm de largo.

3.8.2 Días a floración masculina (FM)

En la masculina se registraron los días transcurridos desde la siembra hasta que se alcanzó el 50% de la emisión de polen por parte de las espigas (antesis).

3.8.3 Intervalo antesis-emisión de estigmas (ASI)

Este dato se obtuvo mediante la resta de los días a floración femenina menos días a floración masculina.

3.8.4 Altura de Planta (AP)

El dato de altura de planta se tomó en cinco plantas seleccionadas al azar de cada parcela, se midió la distancia desde la base de la planta hasta el punto donde comienza a ramificarse la espiga. La medición se realizó dos semanas posteriores a la floración con un estadal de 4 m de longitud, registrando los datos en cm.

3.8.5 Aspecto de la mazorca (ASM)

Posteriormente de la cosecha, se extendió la pila de mazorcas frente a cada parcela y se calificaron características como daños por enfermedades e

insectos, tamaño de la mazorca, llenado del grano y uniformidad de las mazorcas según una escala de 1 a 5, donde 1 fue óptimo y 5 muy deficiente.

3.8.6 Diámetro de la mazorca (DM)

El diámetro de la mazorca se midió desde la corona de un grano hasta la corona de otro grano en mm, obteniendo esta medida con la ayuda de un vernier.

3.8.7 Hileras por mazorca (HM)

En la variable de número de hileras por mazorca, se contaron las hileras en la zona próximas al centro de la mazorca, debido a que es la zona donde se mantiene la orientación embrionaria central del maíz.

3.8.8 Granos por hilera (GH)

Se contaron el total de granos de dos hileras de la mazorca y posteriormente se obtuvo un promedio dividiendo el total de granos de las dos hileras entre dos.

3.8.9 Longitud de mazorca (LM)

La longitud de la mazorca se midió desde la base del pedúnculo hasta su ápice en cm, para lo cual se utilizó una regla de 30 cm.

3.8.10 Cobertura de mazorca (COB)

Esta variable se calificó tres semanas antes de cosechar, cuando las mazorcas estaban completamente desarrolladas y las brácteas se estaban secando. La evaluación de cobertura de mazorca se calificó según la escala del 1 a 5, donde 1 es excelente y 5 es mala cobertura.

3.8.11 Aspecto de planta (ASP)

Los datos sobre el aspecto de la planta fueron tomados en la etapa en que las brácteas se tornaron de color café, cuando las plantas estaban aún verdes y ya se habían desarrollado por completo de las mazorcas. Los datos se registraron según en una escala de 1 a 5, donde 1 es excelente y cinco es deficiente.

3.8.12 Número de mazorcas por planta (MZP)

Esta variable se obtuvo dividiendo el número total de mazorcas cosechadas entre el número de plantas.

3.8.13 Peso de mazorca (PMZ)

Se cosecharon las mazorcas de cada parcela o tratamiento se llevaron a la bodega donde se pesó en fresco a la cosecha.

3.8.14 Peso de Olote (PO)

Esta variable se tomó en cuenta de acuerdo al peso de mazorca, menos el peso de grano y la diferencia entre ambos pesos equivale al peso de olote.

3.8.15 Acame de Tallo (ACT)

En este dato se registró el número de plantas con tallos quebrados debajo de las mazorcas, pero no más arriba, debido a que algunas plantas débiles, con tallos de mala calidad, pero que todavía no se acamaban, para identificarlas se doblan los tallos suavemente; las plantas que se trochaban eran tomadas como plantas acamadas de tallo, estos datos se tomaron un día antes de la cosecha y posteriormente se obtuvo un porcentaje en relación al total del número de plantas cosechadas.

3.8.16 Acame de raíz (ACR)

Los datos sobre acame de raíz se tomaron un día previo a la cosecha, para lo cual se registraron el número de plantas con una inclinación de 30° o más a partir de la perpendicular de la base de esta misma, donde comienza la zona radical y posteriormente se obtuvo un porcentaje en relación al total de plantas cosechadas.

3.8.17 Rendimiento (Rend).

El rendimiento se determinó a través de la producción de grano en cada una de la parcela útil, ésta se pesó y se ajustó al 14% de humedad, reflejada en kg ha⁻¹. La fórmula utilizada es la presentada por Morales (1993).

$$kg\ Ha = \frac{(PeCa \times Kd) \times (100 - Hc)}{86} \times \left(\frac{10000}{AU} \right)$$

Donde: PeCa= Peso de campo de las mazorcas cosechadas por parcela útil en Kg, Kd= Índice de desgrane para ajustar el rendimiento de grano, AU= Área de Parcela útil y HC= Humedad de campo u de cosecha.

3.8.18 Cosecha

La cosecha se realizó entre los 140 y 150 días después de la siembra de manera manual, cosechando todas las mazorcas de cada planta de la parcela útil, y colocando estas al inicio de cada surco para su evaluación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de varianza

El análisis de varianza (Cuadro 4.1) muestra la significancia de los cuadrados medios de las 18 variables evaluadas en el ciclo primavera-verano 2014 en 74 híbridos experimentales y dos testigos comerciales. Se observan diferencias estadísticas altamente significativas en nueve de las 18 variables (FF, AP, AM, DM, LM, HMZ, GH, PMZ, PO), significativas para COB y ACT, el resto no fueron significativas. Esto indica que los híbridos son de forma significativa diferentes en 11 de las 18 variables, no así en el resto.

Cuadro 4.2 Cuadrados medios de 18 variables cuantificadas en 76 híbridos experimentales y dos testigos evaluados en la UAAAN-UL. 2013.

FV	REP	BLO(REP)	TRAT	EE	CV(%)	Media
GL	1	10	66	66		
FM	0.94 *	2.01	13.76 ns	0.94	1	85.4
FF	2.86 ns	11.35	11.24 **	1.08	1	88.2
ASI	0.53 ns	0.45	1.00 ns	0.48	25	2.8
AP	9607.80 **	62.18	179.17 **	39.89	3	222.2
AM	5628.32 **	44.63	236.06 **	42.04	5	118.7
ASPL	0.06 ns	0.22	0.30 ns	0.20	23	2.0
COB	0.00 ns	0.17	0.53 *	0.30	26	2.1
MzPL	0.01 ns	0.01	0.01 ns	0.01	9	1.0
ACT	6.20 ns	0.89	1.97*	1.75	271	0.5
ACR	0.08 ns	1.88	3.12 ns	2.18	225	0.7
ASM	0.37 *	0.13	0.12 ns	0.09	14	2.0
DM	0.27 **	0.05	0.06 **	0.02	3	4.9
LM	0.02 ns	1.85	2.10 **	1.03	6	17.5
HMz	2.30 ns	1.38	2.28 **	0.64	6	14.5
GH	10.34 ns	3.83	11.80 **	5.20	6	37.2
PMz	6.33 **	1.46	1.19 **	0.50	13	5.2
PO	1.10 **	0.23	0.30 **	0.31	0	0.3
REN(x10 ⁵)	111.46 **	33.66	24.89 *	14.06	15	7690.2

*,**, valores significativos al 0.05 y 0.01 de probabilidad; ns= No- significativo; FM= Floración Masculina; FF= Floración Femenina; ASI=Intervalo antesis- emisión de estigmas AP= Altura de planta; AM= Altura de mazorca; ASPL=Aspecto de planta; COB=Cobertura; MzPL= Mazorcas por planta ACT=Acame de tallo; ACR=Acame de raíz; ASM=Aspecto de mazorca; DM=Diametro de mazorca; LM= Longitud de mazorca; HMz=Hileras por mazorca; GH=granos por hilera; PMz= Peso de mazorca PO= peso de olote;

En 13 de las 18 variables el coeficiente de variación (CV) fue aceptable oscilando de cercano a cero (0) a 15%, en tanto las variables ASI, ASPL y COB, presentan coeficientes superiores a 20% y en el caso del acame de raíz y tallo, los coeficientes fueron de 271% y 225% los cuales se consideran excesivamente altos. La magnitud de estos se debe a que son variables de tipo cualitativo y no se ajustan a una distribución normal, que es una de las condiciones del análisis de varianza.

De acuerdo a los valores medios observados, los híbridos evaluados son en promedio, de ciclo intermedio, de porte ó altura normal, con buen aspecto de planta y cobertura, sin problemas de acame, buen aspecto de mazorca, dimensiones de mazorca aceptable y del Cuadro 4.1.

4.2 Componentes principales (CP)

El análisis de CP para 76 cruza y dos testigos comerciales, extrajo cinco CP igual y superiores a la unidad, donde el componente principal 1 (CP1) con el 25.7 % de la varianza de los datos, es una función lineal de las variables agromorfológicas (FM, FF, AP y AM) así como las relacionadas con la mazorca DM, NH, PMZ y PO. La variable **RG** aun y cuando tiene un valor positivo, su valor en el CP1 es la mitad del valor que se observa en el CP2. El componente 2 (CP2) con 18.5 % de la varianza de los datos, es una función lineal el cual está relacionado negativamente con AP y AM, además de las dimensiones de longitud de la mazorca (LM y GH) además con PMZ y RG. En el CP3, el cual explica solo el 13.3 % de la varianza total resultó ser una función lineal de las variables de tipo cualitativo como COB, UM, ACT, y PUMZ, además de LM y GH (Cuadro 4.2). De acuerdo a Manly (2005) estos tres Componentes ó nuevas variables son entre sí independientes y/o no correlacionadas.

En conjunto, los tres CP, acumulan el 57.5 % de la varianza total de los datos, por tal razón se utilizaron para generar la gráfica de dispersión “BILOT” (Figura 4.1).

Cuadro 4.3 Número de Componentes Principales, valores propios y porcentaje de varianza por componente y peso de las variables por componente.

Variables	Componentes		
	1	2	3
FF	0.410	-0.222	-0.085
FM	0.406	-0.194	-0.060
AP	0.245	-0.261	0.231
AM	0.309	-0.329	0.130
COB	-0.084	-0.157	0.497
UM	0.211	-0.023	0.421
ACT	-0.120	0.133	0.239
PUMZ	-0.003	-0.145	0.338
DM	0.209	-0.024	0.021
LM	0.074	0.342	0.306
HM	0.282	-0.132	-0.214
GH	0.064	0.363	0.374
PMZ	0.344	0.399	-0.077
PO	0.368	0.258	0.069
RG	0.244	0.424	-0.181
Valor Propio	3.855	2.767	1.990
Varianza (%)	25.698	18.445	13.269

En el BIPLLOT, se representan los tres CP, los vectores-variables y entre éstos la dispersión de los genotipos (Cruzas y Testigos). De la dispersión, los genotipos (Cruzas) se detectan cinco grupos (G1, G2, G3, G4, G5) ordenados en sentido contrario a las manecillas del reloj. El CP1, dispersó los genotipos horizontalmente en la gráfica "BIPLLOT" y acorde a esto en el G1, se aglutinan 27 Cruzas y el testigo Gorila. De acuerdo a la longitud de las variables-vectores que denota su importancia, como son FM, FF, PO, PMZ, HM y RG, éstas cruzas por lo tanto, se caracterizan por ser de ciclo mas tardío, mayor RG, PMZ, HM y PO. En el Cuadro 4.3, se concentran las ocho (8) cruzas con un RG significativamente

igual y superiores al resto. Sobresalen en est grupo (G1) con excepción de 1x24, las cruzas 23x28, 2x28, 5x28, 42x30, 41x30 y 24x28 además del testigo Gorila con rendimientos que oscilan entre 9005 a 11347 Kg ha. Cuadro 4.3

En el G2 resaltan las cruzas que tienen entre sus características la precocidad, con mazorcas mas largas (LM) y en consecuencia mayor GH, PMZ y RG. Resaltan las cruzas 1x24, 12x34, 3x27, 3x28 y 6x24. La cruza 1x24 es la mas sobresaliente con 9459 Kg ha⁻¹. Cuadro 4.3. En cambio la cruza 12x34 resalta por LM y GH con 17.88 y 40.7 respectivamente, aunque con bajo RG. Cuadro 4.3

En el Grupo 3 (G3) se agrupan las cruzas que tienen en común la peor cobertura de mazorca (COB), acame de tallo (ACT) y pudrición de mazorca (PUMZ). En el G4 como está en el lado opuesto al G1, estas cruzas se caracterizan en principio por su bajo RG, PO y PMZ. La cruza 3x27 se caracteriza como la de menor RG (5594 Kg ha⁻¹), sin embargo se localiza en el G2 por efecto de su mayor LM y NH.

El G5 que se ubica en contra del G2, agrupa a las cruzas con menor número de LM y GH así como las mas resistentes al *Ustilago maydis* L. Este grupo consta de 12 cruzas como ejemplo la 4x23 resistente a UM pero con bajo RG.

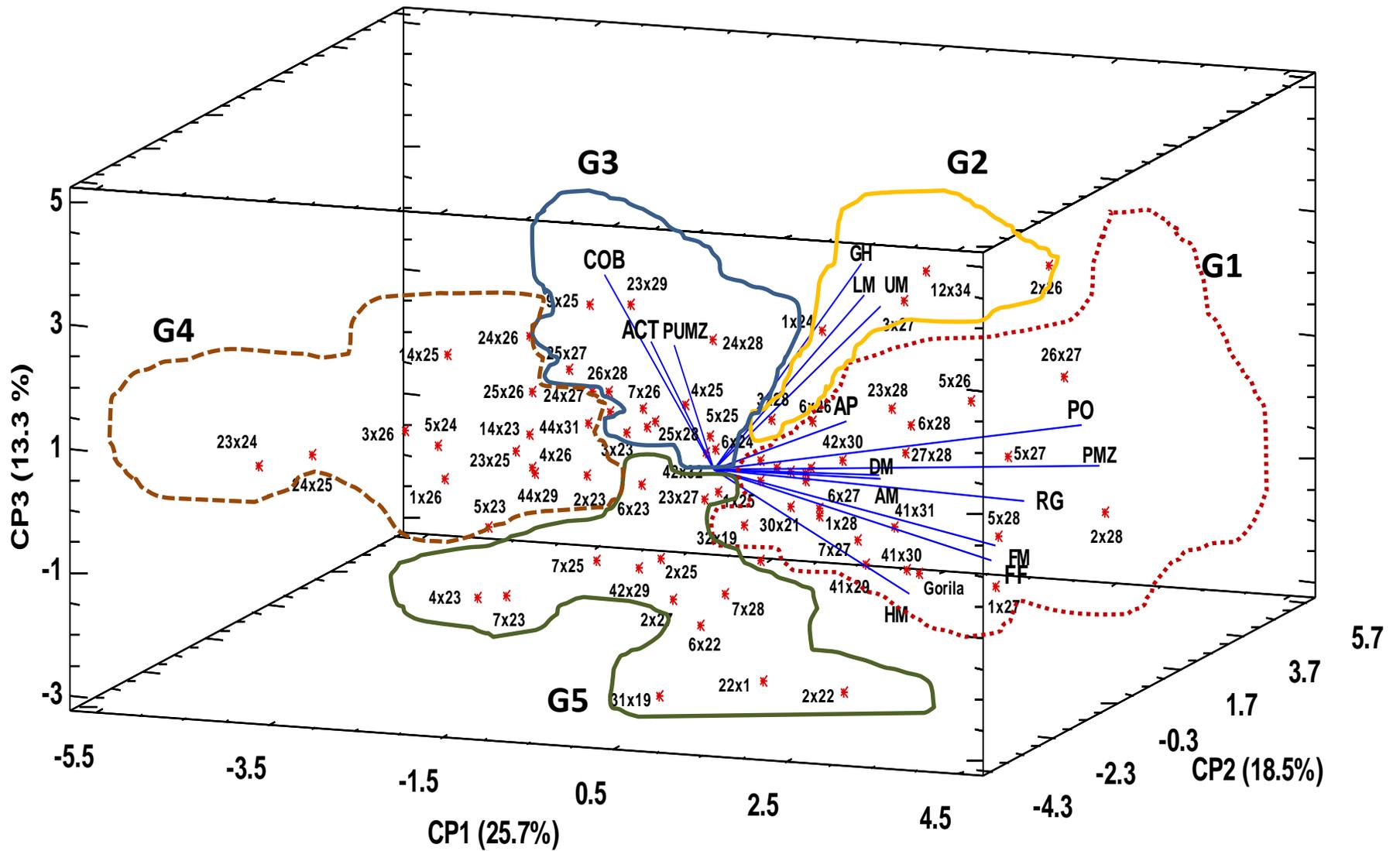


Figura 4.1 Agrupación de 76 genotipos y dos testigos con base a los tres primeros componentes principales UAAAN-UL.

Cuadro 4.4 Valores medios de los ocho genotipos superiores en rendimiento de grano (RG). UAAAN-UL. 2014.

Cruza	23x28	Gorila	2x28	5x28	1x24	42x30	41x30	24x28	DMS*
FF	83	84	91	88	81	89	88	81	1.94
FM	87	87	93	91	85	91	91	84	2.08
AP	216.2	207.8	229.3	219.7	228.6	219.0	223.0	206.1	12.63
AM	118.2	96.9	129.5	120.9	116.7	111.0	122.0	97.3	12.97
COB	1.5	1.5	2.0	1.5	2.0	1.5	1.5	1.8	1.10
UM	1.9	0.0	3.2	1.5	0.0	1.5	0.0	1.9	1.55
ACT	1.7	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	1.8	2.65
PUMZ	1.75	1.75	1.50	1.75	2.00	2.00	1.75	2.25	1.92
DM	4.85	5.37	4.92	4.61	4.77	4.67	4.84	4.71	0.28
LM	19.25	17.16	17.35	17.25	19.05	17.6	16.97	18.85	2.03
HM	13.2	15.6	15.8	14.4	14.6	13	14.2	13.6	1.60
GH	39.5	36.95	40.7	37.45	39.65	41.2	36.4	40.1	4.56
PMZ	6.77	6.87	6.71	7.01	6.54	5.93	6.35	6.17	1.41
PO	1.78	2.28	2.19	2.73	2.38	1.83	2.33	2.21	1.11
RG	11347	10437	10278	9732	9459	9323	9141	9005	2371.5

* Diferencia mínima significativa al 5% de probabilidad.

V. CONCLUSIONES

- Se observaron diferencias estadísticas altamente ingnificativas en 9 de las 18 variables las cuales fueron (FF,AP, AM, DM, LM, HMZ, GH, PMZ PO).
- El analisis de componetes principales extrajo tres componentes con el 57.5 % de la varianza total de los datos y se generó un grafico (biplot) de tres ejes.
- Con el biplot se realizó la caracterización y agrupación de los hibridos en cinco grupos.
- El grupo 1 se conformó de 27 cruzas ademas del testigo donde predominan las variables : FM, FF, PO, PMZ, HM y RG.
- Sobresalen en el grupo 1, las cruzas 23x28, 5x28, 4x30, 41x30, y 24x28, además del testigo gorila con rendimiento que fluctúan entre 9005 a 11347 kg ha⁻¹.
- En el grupo 2 las cruzas 1x24 12x34 3x27 3x28 y 6x24 se caracterizan por mazorcas de mayor longitud (LM), GH, PMZ y RG.
- En el grupo 3 se agrupan las cruzas que tienen en común la peor cobertura de mazorca COB, acame de tallo, ACT, y pudrición de mazorca PUMZ.
- En el grupo 4 opuesto al grupo 1 esta se caracteriza en principio por su bajo RG, PO y PMZ.
- El grupo 5 agrupa cruzas con menor LM, GH asi como las mas resistentes a Ustilago maydis I. este consta de 12 cruzas como por ejemplo la 4x23 resistente a UM pero con bajo RG.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Arellano V J L, J Virgen V, I Rojas M, M A Ávila. P (2011) H-70: Híbrido de maíz de alto rendimiento para temporal y riego del Altiplano Central de México. *Rev. Mex. Cien. Agríc.* 2:619-626.
- Barrido, V; Paterniani, E; y Morett, E. 1994. Logros obtenidos en el Programa de Mejoramiento del maíz de Danac. II Jornada Científica Nacional del Maíz. Unelles, Portuguesa. VE. P71-72
- Bejarano, A. 2003. Descripción y prueba del híbrido simple de maíz amarillo FONAIAP 1. *Agronomía Trop.* 53 (4): 501-506.
- Betrán F J, J M Ribaut, D Beck, D González de León (2003) Genetic diversity, specific combining ability, and heterosis in tropical maize under stress and non-stress environments. *Crop Sci.* 43:797-806.
- Cazco, C. 2006. Maíz Cultivos andinos. Clase tercer año de ingeniería.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) 1987. CIMMYT Hechos y tendencias mundiales relacionadas con el maíz 1986: Aspectos económicos en la producción de semilla de variedades comerciales de maíz en los países en desarrollo. México p. 210-223.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) 1987. CIMMYT-Hechos y tendencias mundiales relacionadas con el maíz 1986: Aspectos económicos en la producción de semilla de variedades comerciales de maíz en los países en desarrollo. México p. 210
- Chávez A. J. L. y López E. 1995. Mejoramiento de planta I. Editorial Trillas. México. P. 167.
- Chávez A.J.L. 1995. Mejoramiento de plantas 2. Editorial Trillas. 101p.
- Chávez A.J.L 1993. Mejoramiento de plantas 1. Segunda edición. Editorial, Trillas. México. P136. Allard R.W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. Cuarta edición. Ediciones Omega. S. A. Barcelona. 498P
- Chávez A.J.L y López E. 1995. Mejoramiento de plantas 1. Editorial Trillas. México. P. 167.
- Comstock R E, H F Robinson (1948) The components of genetic variance in populations of biparental progenies and their use in estimating the average degree of dominance. *Biometrics* 4:254-266.

- Córdova H (1992) Respuestas diferenciales para rendimiento de híbridos de maíz evaluados en ambientes contrastantes de Latinoamérica PCCMCA 1990. Agron. Mesoam. 3:1-8.
- Córdova H. 1991. Desarrollo y mejoramiento de germoplasma para resistencia a factores adversos bióticos y Abióticos y producción de semilla: Estrategias y logros 1986-1991. In: Desarrollo y mejoramiento de germoplasma Para resistencia de factores adversos bióticos y Abióticos 1990, CIMMYT Guatemala. p. 1-15
- Córdova, H.S; Barreto, M.S. y Croos A.J.1992. Impacto del desarrollo de híbridos de maíz en Centro América In. Síntesis de resultados experimentales. Vol. 4. Turrialba, CR. P3.
- De la Loma J.L 1975. Genética general y Aplicada. Editorial UTHA. México
- Coopers, M., and Hamer, G.L 1996. Plant adaptation and crop improvement. CAB international / IRRI/ ICRISAT, Wallingford, UK.
- F.A.O. 1984. Guía técnica sobre la tecnología de la semilla del maíz. Roma, Italia. 130 p.
- Gostincar, J. 1998. Técnicas Agrícolas En Cultivos Extensivos BIBLIOTECA DE LA AGRICULTURA, Segunda edición, Editorial Idea Books S.A. España Pág. 383-394.
- Griffing B (1956) A generalized treatment of diallel crosses in quantitative inheritance. Heredity 10:31-50.
- Gutiérrez del R E, A Palomo G, A Espinoza B, E De la Cruz L (2002) Aptitud combinatoria y heterosis para rendimiento de líneas de maíz en La Comarca Lagunera, México. Rev. Fitotec. Mex. 25:271-277.
- Inghelandt, D., A. Melchinger, C. Lebreton, and B. Stich. (2010). Population structure and genetic diversity in a commercial maize breeding program assessed with SSR and SNP markers. Theoretical & Appl. Genet. 120:1289-1299.
- Malacarne, M. F. y F. San Vicente. 2003. Patrones heteróticos de líneas tropicales blancas de maíz. Agronomía Trop. 53 (4): 437-456.
- Manly, B.F.J. (2005) Principal components analysis. In: Multivariate statistical methods. Third Edition, Chapman & Hall, CRC.
- Márquez-Sánchez F (1993) Backcross theory for maize. I. Homozygosis and heterosis. Maydica 35:17-22.
- Mendoza, R. M. 1997. La producción de semillas de variedades mejoradas de maíz en la mesa central de México. Transferencia de tecnología

Agropecuaria en México: Críticas y Propuestas. U A Chapingo y U A Metropolitana Xochimilco. México. México. pp 71-90.

Morris L., M., y M. A. López P. 2000. Impacto del mejoramiento del maíz en América Latina 1966-1977. Adopción de las variedades modernas de maíz. CIMMYT. PP.: 28-41.

Ortega, A., and De León, C. 1971. Plant Protection. In: A. Carballo, and D. Bork (eds.). Proceeding of the First Maize Workshop. CIMMYT. El Batán, Edo. de México. pp. 95- 102

Pandey and Garner, C.O. 1992 Recurrent selection for population variety and hybrid improvement en tropical maize adu.USA.

Peña R A, G Núñez H, F González C (2003) Importancia de la planta y el elote en poblaciones de maíz para el mejoramiento genético de la calidad forrajera. Téc. Pecu. Méx. 41:63-74.

Rincón S.F. 1997. Calidad fisiológica de semillas y comportamiento agronómico de líneas de maíz. XVIII. Congreso Nacional. SOMEFI. Sociedad Mexicana de fitogenetica 2000. P279.

Statgaphics (2009)

SAGARPA (2005) Sistema Integral de Información Agroalimentaria y pesquera. Fichas por Estado. SAGARPA. Avances reportados de siembras y cosechas, superficie sembrada y cosechada, rendimientos y producción. (www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comfichedos.html; 14 noviembre, 2005).

San Vicente, F. 2007. Desafíos y avances en el desarrollo de híbridos simples de maíz en Venezuela. In: ASOPORTUGUESA (Ed.). Memorias del XIII Curso sobre Producción de Maíz. Araure, estado Portuguesa. Venezuela. S/N

Segovia, V. y Y. Alfaro. 2002. Cinco décadas de mejoramiento genético del maíz en el CENIAP. Disponible en: [http://www.ceniap.gov.ve/pbd/Congresos/jornadas de maíz/6 jornadas/ conferencias/vsegovia.htm](http://www.ceniap.gov.ve/pbd/Congresos/jornadas%20de%20ma%C3%ADz/6%20jornadas/conferencias/vsegovia.htm)

Sierra Macías, M., Palafox Caballero, A., Espinosa Calderón, A., Caballero Hernández, F., Rodríguez Montalvo, F., Barrón Freyre, S. & Valdivia Bernal, R. (2005). Adaptabilidad de híbridos triples de maíz y de sus progenitores para la región tropical del sureste de México. Agronomía Mesoamericana, 16(1) 13-18.

Sprague, G. F. y M. T. Jenkins. (1943). A comparison of synthetic varieties, multiple crosses and double crosses in corn. Journal of the American Society of Agronomy. 137-147.

Stamp P, S Chowchong, M Menzi, U Weingartner, and O Kaeser (2000) Increase in the yield of cytoplasmic male sterile maize revisited. *Crop Sci.* 40:1586-1587.

Velásquez, R. Muñoz, A; Córdoba, H; Martínez, A. 1983. Híbridos simples entre familias de hermanos completos de diferentes poblaciones de maíz (*Zea mays* L.). *Agrociencia* (Chile). 53: (39) 109-119.

Cuadro A1. Matriz de cruzas y características agronómicas de 35 híbridos y dos testigos evaluados en el Campo Experimental de la UAAAN-UL. 2014.

Cruza	FF	FM	ASI	AP	AM	NPL	APL	COB	MZCO	SG	UM	PCO	MZCO	MZP	ACT	ACR	AMZ	PUMZ	DM	LM	HM	GH	PMZ	PG	PO	RG
12x34	87.5	89.5	2	252.7	141.3	22.5	1.5	3	18.2	1	6.5	22	22	1	0	0	2.25	2.25	4.98	17.88	14.4	40.7	5.52	2.9	2.62	6594
14x23	83	86	3	227.2	127.4	19.5	2	3	21.85	0	2.15	19.5	20	1.025	0	0	2.25	2.25	5.09	16.25	15	35.75	4.22	2.89	1.33	6572
14x25	79.5	82	2.5	222.3	108.3	25	2	2	7	0	2.5	24	22.5	0.935	4.2	2.2	2.25	1.75	4.88	17.55	14	37.95	4.39	3.16	1.23	7186
1x23	86	89	3	223	124.9	27.5	2.5	2.5	16.5	1	0	27.5	26	0.95	0	0	2	2	4.79	17.85	15.2	36.05	5.48	3.37	2.11	7663
1x24	81	84.5	3.5	228.6	116.7	32	2	2	7.8	1	0	30	32.5	1.085	3.6	0	2.25	2	4.77	19.05	14.6	39.65	6.54	4.16	2.38	9459
1x25	87.5	90	2.5	221.3	117	25.5	1.5	2.25	15	1	0	25.5	24	0.93	0	0	2	2	4.95	17.8	14.8	36.45	4.94	2.98	1.96	6776
1x26	85.5	89.5	4	200.4	100.2	24.5	2.5	3	26.2	1	2.1	24.5	21.5	0.9	0	0	2.25	2	4.67	17.45	15.4	35.1	3.76	2.57	1.19	5844
1x27	89.5	92	2.5	221.9	118.2	31	1.5	1.75	5.25	1	0	29	28.5	0.985	0	0	2.25	2	4.98	17.4	16.6	35.05	6.45	3.78	2.67	8595
1x28	88	90.5	2.5	202	110.6	27.5	1.5	2.25	10.2	1	4	27	25	0.935	0	0	2	1.5	4.82	17	14.8	38.05	5.77	3.86	1.91	8777
22x1	89	91.5	2.5	218.2	117.3	25	2	1.5	2.95	1	0	24.5	24.5	1.015	0	0	1.75	1.75	4.77	16.6	18.2	33.8	4.91	3.15	1.76	7163
23x24	78	82	4	204.4	94.3	28.5	2.5	2	7.85	1	0	28	25.5	0.92	3.55	7.2	2.25	2	4.58	16	13.8	33.5	4.18	2.9	1.28	6594
23x25	83.5	87	3.5	210.3	116.6	33	2	2	10.3	0	3.05	33	29.5	0.895	0	1.7	2	1.75	4.56	17.05	12.8	37.95	4.44	2.96	1.48	6731
23x26	84.5	87.5	3	217.3	115.2	27.5	2	2.5	13.2	1	0	27.5	27.5	0.995	0	1.7	2.25	2	4.94	18.2	14	35.8	5.5	3.51	1.99	7981
23x27	86.5	88.5	2	227.6	125.3	32	2	2	10.55	1	0	30.5	28.5	0.935	0	0	2	1.75	4.64	17.75	14	36.7	5.17	3.31	1.86	7527
23x28	83	87	4	216.2	118.2	31	1.5	1.5	5.55	1	1.85	31	31	0.995	1.65	0	1.5	1.75	4.85	19.25	13.2	39.5	6.77	4.99	1.78	11347
23x29	88	90.5	2.5	246.6	138.1	22	2	2.75	25.95	1	2.8	21	20.5	0.995	2.65	0	2.25	2.5	4.73	18.4	14.4	37.7	3.98	2.51	1.47	5708
24x25	77.5	81.5	4	205	93.2	33	2	2	10.7	1	0	33	32.5	0.985	1.45	1.6	2	1.5	4.42	17.05	12.8	36.9	4.46	3.16	1.3	7186
24x26	79	82	3	213.7	94.3	25	2	2.25	10.2	1	0	25	25	1.005	0	0	2	2.25	4.6	19.05	13.6	40.2	5.22	3.4	1.82	7731
24x27	80.5	84	3.5	215.1	104	33	2	2.25	11.25	1	1.8	32.5	31	0.95	0	0	2.25	2.25	4.74	17.65	13.8	38	5.37	3.49	1.88	7936
24x28	81	84	3	206.1	97.3	29.5	2	1.75	6.45	1	1.85	29	29	0.995	1.8	0	2.25	2.25	4.71	18.85	13.6	40.1	6.17	3.96	2.21	9005
25x26	83	87	4	214.1	100.3	26	2	2	8.55	1	0	26	24	0.92	0	3.4	2	1.75	4.87	20.05	13.6	41	4.1	3.1	1	7049
25x27	84	86.5	2.5	228.5	117.4	24	2	2	9.4	1	1.9	23.5	21	0.905	2.95	1.7	2	2	4.72	18.2	14.8	38.85	4.3	2.8	1.5	6367
25x28	84	88	4	211.2	111.7	29.5	2.5	2.25	10.4	1	0	29	28	0.965	1.8	0	2	1.75	4.74	17.7	14	39.7	5.21	3.32	1.89	7549
26x27	86.5	89.5	3	242.1	135.5	31	2	2	9.85	1	6.4	31	30.5	0.99	1.45	3.4	2	2	4.98	18.65	16.4	38.2	6.48	3.86	2.62	8777
26x28	84	88	4	202.9	109.8	30	2	2.25	9.5	1	1.85	30	25.5	0.85	0	3.4	2.25	2.25	4.65	18	13.8	40	4.87	3.05	1.82	6935
27x28	86.5	89	2.5	212	110.2	32	2	2	6.6	1	3.3	32	30.5	0.95	1.5	1.5	2	1.75	4.91	17.15	15.8	40.15	6.25	3.84	2.41	8732
2x22	87.5	89.5	2	225	127	24	2	1.25	2.5	1	0	24	24.5	1.01	0	0	1.75	1.75	5.17	16.3	18	33.3	5.4	3.58	1.82	8141
2x23	84.5	87	2.5	211.7	121.7	19.5	2	3.25	40.3	1	0	20	20.5	1.03	0	0	2	1.5	5.02	17.5	15.4	37.6	4.5	3.22	1.28	7322

2x25	86	88	2	218.6	121.8	25	2.5	1.5	4	1	0	24	25	1.05	0	0	2.25	2	4.95	16.15	13.4	35.2	5.11	3.22	1.89	7322
2x26	89	91.5	2.5	220.1	122.6	33	1.5	3	32.8	1	12.9	31.5	27.5	0.895	1.4	1.4	2	2	4.96	17.86	14.6	39.7	6.47	3.88	2.59	8823
2x27	87	89.5	2.5	233.9	132.1	27.5	1.5	1.75	7.4	1	1.85	22.5	27	1.215	0	0	1.75	1.75	4.7	15.6	14	32.55	5.04	3.45	1.59	7845
2x28	90.5	93	2.5	229.3	129.5	30.5	2	2	9.7	1	3.15	30	31	1.03	0	0	1.75	1.5	4.92	17.35	15.8	40.7	6.71	4.52	2.19	10278
30x21	87	88.5	1.5	226.1	110.1	25	2.5	2	7.3	1	1.7	25	26	1.06	0	0	1.75	1.5	4.76	19	16	36.5	5.32	3.39	1.93	7709
31x19	88.5	91	2.5	236.5	121.3	28	2.5	1	0	1	0	27.5	27.5	0.995	0	0	1.75	1.5	4.56	15.65	15	32.6	4.66	3.06	1.6	6958
32x19	87.5	89.5	2	233	126.1	25.5	2.5	1.75	10.15	1	0	24.5	24.5	1.005	0	0	1.75	1.75	4.69	17.75	14.2	35.95	5.18	3.22	1.96	7322
3x23	83	86.5	3.5	227.5	128.8	28	2.5	2.75	22.05	0	1.7	28	27.5	0.99	2	5.3	2.5	2	5.2	14.9	13.8	36.85	5.09	3.26	1.83	7413
3x25	79.5	83.5	4	223.5	116.2	26.5	2.5	2.25	11.8	0	2.1	26.5	26.5	1.005	0	3.35	2	2	4.97	17.65	12.8	35.1	5.48	3.54	1.94	8050
3x26	80.5	83	2.5	221.7	107.4	20.5	2.5	2.25	14.15	1	0	20.5	18.5	0.92	0	0	2	2	5.12	17	13.2	37.15	3.94	2.54	1.4	5776
3x27	90	93	3	241.4	135.4	35.5	2	3	25.9	1	11.1	34	27	0.795	0	1.4	2.3	2	5.01	18.45	15.2	38.2	4.72	2.46	2.26	5594
3x28	87	90.5	3.5	222.9	122.9	27.5	2	2.25	15	1	1.65	27.5	24	0.86	0	0	2	2	5.1	17.85	14.8	41.1	4.84	3.03	1.81	6890
41x29	87	89	2	225.4	128.4	24.5	1.5	1.5	3.35	1	0	24.5	23.5	0.94	0	0	1.5	1.75	5.07	18.7	16	34.95	5.6	3.61	1.99	8209
41x30	88	90.5	2.5	223	122	32	2	1.5	1.65	1	0	32	31	0.97	0	0	1.75	1.75	4.84	16.97	14.2	36.4	6.35	4.02	2.33	9141
41x31	88	91	3	221.8	122.2	34.5	2	1.5	3.45	1	0	33.5	29.5	0.89	0	0	2	2.25	4.74	17.75	14.6	36.15	6.22	3.91	2.31	8891
41x32	85	87.5	2.5	227.7	142	22	1.5	2.25	13.1	1	0	22	22.5	1.025	0	0	2.25	2.25	4.87	16.75	13.8	37.5	5.71	3.94	1.77	8959
42x29	87.5	90.5	3	216.6	114.8	29	2.5	1.5	4.15	1	0	27.5	25	0.915	0	0	2	2	4.86	16.45	14.2	36.4	4.62	3.03	1.59	6890
42x30	88.5	91	2.5	219	111	32.5	2	1.5	3.05	1	1.5	32.5	31.5	0.97	0	0	1.75	2	4.67	17.6	13	41.2	5.93	4.1	1.83	9323
42x31	89	91.5	2.5	225.8	112.3	30.5	2	1	0	1	0	29.5	28	0.96	0	0	2.25	2.25	4.96	16.75	14.4	38.25	5.05	3.55	1.5	8072
42x32	85.5	89	3.5	238.3	134.5	22.5	2	2	6.25	1	0	22.5	23.5	1.035	0	0	1.75	1.75	4.57	17.55	13.4	42.25	4.53	3.35	1.18	7618
44x29	87.5	90	2.5	214.8	116.3	27.5	2	3	20.3	1	2.25	26	25	0.965	0	0	2.25	2.25	4.64	16.6	15	35.45	4.13	2.83	1.3	6435
44x30	88.5	91	2.5	218.5	113	27	2	1.5	4	1	2	27	25	0.93	0	0	1.75	2	4.88	17.9	14	40.4	5.19	3.55	1.64	8072
44x31	88	90	2	239.8	121.9	29	2.5	2.5	12.15	1	0	28.5	24.5	0.86	1.9	1.9	2.75	2.75	4.68	16	13.4	35.45	4.69	3.24	1.45	7367
4x23	86.5	89	2.5	226.3	133.2	29.5	2	2.25	14.6	1	0	29.5	27	0.915	0	0	2.5	2.25	4.84	14.8	14.4	31.3	3.96	2.74	1.22	6231
4x25	84.5	87	2.5	219.3	120.5	24.5	1.5	2.5	15.55	1	2.65	24	24.5	1.01	0	0	2	1.75	4.83	18.4	14	38.3	5.05	3.23	1.82	7345
4x26	84.5	87	2.5	209.1	115.2	26	2.5	2.75	22.25	1	0	25.5	25.5	1	0	0	2	1.75	4.79	17.45	14.2	36.25	4.47	2.76	1.71	6276
4x27	85	89	4	227.1	124	28	2	2	10.6	1	2.15	28	27.5	0.985	0	0	2.25	1.75	4.9	17.95	15.2	36.75	5.45	3.18	2.27	7231
4x28	87	90.5	3.5	214.1	118.7	26.5	2	1.5	5.65	1	3.55	26.5	27	1.02	0	0	2	1.75	4.64	18.4	14.2	39.65	5.21	3.53	1.68	8027
5x23	85.5	87	1.5	215.2	121.1	23.5	2.5	2.5	17.95	1	1.85	23	23.5	1.035	0	0	2	1.75	4.64	15.95	13.8	33.8	4.29	2.74	1.55	6231
5x24	79	82.5	3.5	204.6	93.5	25	1.5	2	12.5	1	0	25	24.5	0.975	0	0	1.75	1.75	4.68	17	13	38.75	4.8	3	1.8	6822

5x25	86	90	4	228.7	111.4	29.5	2.5	2.5	14.25	1	0	27	25	0.925	1.8	1.8	2.25	1.75	4.88	17.55	14	37.5	5.23	3.26	1.97	7413
5x26	88	91	3	229.7	123.3	30.5	2	2	14.1	1	5.25	30.5	28.5	0.935	0	0	2.25	1.75	4.93	19.2	14.6	39	5.93	3.5	2.43	7959
5x27	88.5	90.5	2	234.1	132.6	29	2	2.25	10.5	1	5.2	29	29	1.005	0	0	2	1.75	4.87	16.94	14.8	37.45	6.48	3.76	2.72	8550
5x28	87.5	91	3.5	219.7	120.9	32.5	2	1.5	3	1	1.5	32	33	1.03	0	0	2	1.75	4.61	17.25	14.4	37.45	7.01	4.28	2.73	9732
6x22	88.5	90	1.5	213.5	117.9	23.5	2	1.5	2.15	1	0	23.5	23.5	1	0	0	2	2	4.87	17.5	16	32.3	4.88	3.22	1.66	7322
6x23	85	87.5	2.5	234.8	138.1	26	2	2.75	18.25	1	1.85	26	24	0.92	0	0	2	2	4.99	15.95	14.6	34.45	4.75	3.01	1.74	6844
6x24	81	85	4	221.5	110.6	27.5	1.5	1.5	3.7	1	0	27.5	28	1.02	0	0	1.5	1.5	4.86	18.4	13	40	5.75	3.74	2.01	8504
6x25	86	89	3	219.8	118.5	29	2	2.25	16.5	1	0	29	26.5	0.91	1.5	1.5	2	1.75	4.89	17.75	14.4	36.75	5.95	3.63	2.32	8254
6x26	89	91	2	218.8	116.6	26.5	2	2.5	18.75	1	2.65	24.5	21	0.87	2.5	2.5	2.25	2	5.18	17.95	15.4	37.6	5.25	3.51	1.74	7981
6x27	88.5	90	1.5	233.2	134.7	30.5	2	1.5	5.45	1	1.65	30.5	27	0.885	0	0	2.25	2.25	4.92	17.4	15	37	5.24	3.51	1.73	7981
6x28	87	89	2	220.6	129.4	24	2	2	9.7	1	0	24.5	25.5	1.065	0	0	2.25	2.25	4.95	19.05	16.2	41.35	5.81	3.75	2.06	8527
7x23	84	86	2	228.2	129.8	24.5	2	1.5	2.1	1	0	24	24.5	1.03	0	0	1.75	1.75	4.85	16.7	14.4	32.55	4.13	2.98	1.15	6776
7x25	81.5	85.5	4	229.2	112.9	28.5	3	2	8.05	1	0	28	25	0.89	0	0	2	1.25	5	16.3	14.6	35.95	4.9	3.28	1.62	7458
7x26	84	88	4	225.3	125.3	31.5	2.5	2.5	14.8	1	5.55	30	27	0.9	0	0	2.5	2.25	4.84	17.25	15.2	36.1	4.58	2.92	1.66	6640
7x27	87	89	2	233.3	131.9	25.5	1.5	1.25	1.8	1	0	25.5	24	0.94	0	1.65	2	1.75	5.13	17.3	14.6	37.45	5.49	3.1	2.39	7049
7x28	86.5	89	2.5	217.3	120.5	30.5	2.5	1.75	6.65	1	1.6	30.5	29.5	0.97	0	0	1.75	1.75	4.75	16.15	15.8	35.75	5.3	3.76	1.54	8550
9x25	83	86.5	3.5	229.3	113.9	26	2	3.25	32	0	0	25.5	25	0.98	0	0	2.25	2.25	4.86	18.8	12.6	38.85	4.89	3.14	1.75	7140
Garañon	86	87.5	1.5	216.7	104.7	23.5	1.5	2.5	10.1	1	0	23.5	23.5	0.995	0	2.25	2	2.25	5.21	17.3	15.8	37.7	5.87	3.81	2.06	8664
Gorila	84	86.5	2.5	207.8	96.9	27.5	1.5	1.5	3.55	1	0	27.5	26	0.95	0	0	2	1.75	5.37	17.16	15.6	36.95	6.87	4.59	2.28	10437

Cuadro A1. Valores medio de 21 variables cuantificadas en 76 híbridos experimentales y dos testigos comerciales evaluados en el ciclo primavera en la UAAAN-UL. 2014.

Cruza	FF	FM	ASI	AP	AM	ASP	COB	UM	ASM	MZPL	ACT	ACR	AMZ	PUMZ	DM	LM	HM	GH	PMZ	PO	RG
12x34	88	90	2.0	252.7	141.3	1.5	3.0	7	22.0	1.00	0.0	0.0	2.3	2.3	5.0	17.9	14	41	5.5	2.6	6594
14x23	83	86	3.0	227.2	127.4	2.0	3.0	2	20.0	1.03	0.0	0.0	2.3	2.3	5.1	16.3	15	36	4.2	1.3	6572
14x25	80	82	2.5	222.3	108.3	2.0	2.0	3	22.5	0.94	4.2	2.2	2.3	1.8	4.9	17.6	14	38	4.4	1.2	7186
1x23	86	89	3.0	223.0	124.9	2.5	2.5	0	26.0	0.95	0.0	0.0	2.0	2.0	4.8	17.9	15	36	5.5	2.1	7663
1x24	81	85	3.5	228.6	116.7	2.0	2.0	0	32.5	1.09	3.6	0.0	2.3	2.0	4.8	19.1	15	40	6.5	2.4	9459
1x25	88	90	2.5	221.3	117.0	1.5	2.3	0	24.0	0.93	0.0	0.0	2.0	2.0	5.0	17.8	15	36	4.9	2.0	6776
1x26	86	90	4.0	200.4	100.2	2.5	3.0	2	21.5	0.90	0.0	0.0	2.3	2.0	4.7	17.5	15	35	3.8	1.2	5844
1x27	90	92	2.5	221.9	118.2	1.5	1.8	0	28.5	0.99	0.0	0.0	2.3	2.0	5.0	17.4	17	35	6.5	2.7	8595
1x28	88	91	2.5	202.0	110.6	1.5	2.3	4	25.0	0.94	0.0	0.0	2.0	1.5	4.8	17.0	15	38	5.8	1.9	8777
22x1	89	92	2.5	218.2	117.3	2.0	1.5	0	24.5	1.02	0.0	0.0	1.8	1.8	4.8	16.6	18	34	4.9	1.8	7163
23x24	78	82	4.0	204.4	94.3	2.5	2.0	0	25.5	0.92	3.6	7.2	2.3	2.0	4.6	16.0	14	34	4.2	1.3	6594
23x25	84	87	3.5	210.3	116.6	2.0	2.0	3	29.5	0.90	0.0	1.7	2.0	1.8	4.6	17.1	13	38	4.4	1.5	6731
23x26	85	88	3.0	217.3	115.2	2.0	2.5	0	27.5	1.00	0.0	1.7	2.3	2.0	4.9	18.2	14	36	5.5	2.0	7981
23x27	87	89	2.0	227.6	125.3	2.0	2.0	0	28.5	0.94	0.0	0.0	2.0	1.8	4.6	17.8	14	37	5.2	1.9	7527
23x28	83	87	4.0	216.2	118.2	1.5	1.5	2	31.0	1.00	1.7	0.0	1.5	1.8	4.9	19.3	13	40	6.8	1.8	11347
23x29	88	91	2.5	246.6	138.1	2.0	2.8	3	20.5	1.00	2.7	0.0	2.3	2.5	4.7	18.4	14	38	4.0	1.5	5708
24x25	78	82	4.0	205.0	93.2	2.0	2.0	0	32.5	0.99	1.5	1.6	2.0	1.5	4.4	17.1	13	37	4.5	1.3	7186
24x26	79	82	3.0	213.7	94.3	2.0	2.3	0	25.0	1.01	0.0	0.0	2.0	2.3	4.6	19.1	14	40	5.2	1.8	7731
24x27	81	84	3.5	215.1	104.0	2.0	2.3	2	31.0	0.95	0.0	0.0	2.3	2.3	4.7	17.7	14	38	5.4	1.9	7936
24x28	81	84	3.0	206.1	97.3	2.0	1.8	2	29.0	1.00	1.8	0.0	2.3	2.3	4.7	18.9	14	40	6.2	2.2	9005
25x26	83	87	4.0	214.1	100.3	2.0	2.0	0	24.0	0.92	0.0	3.4	2.0	1.8	4.9	20.1	14	41	4.1	1.0	7049
25x27	84	87	2.5	228.5	117.4	2.0	2.0	2	21.0	0.91	3.0	1.7	2.0	2.0	4.7	18.2	15	39	4.3	1.5	6367
25x28	84	88	4.0	211.2	111.7	2.5	2.3	0	28.0	0.97	1.8	0.0	2.0	1.8	4.7	17.7	14	40	5.2	1.9	7549
26x27	87	90	3.0	242.1	135.5	2.0	2.0	6	30.5	0.99	1.5	3.6	2.0	2.0	5.0	18.7	16	38	6.5	2.6	8777
26x28	84	88	4.0	202.9	109.8	2.0	2.3	2	25.5	0.85	0.0	3.4	2.3	2.3	4.7	18.0	14	40	4.9	1.8	6935
27x28	87	89	2.5	212.0	110.2	2.0	2.0	3	30.5	0.95	1.5	1.5	2.0	1.8	4.9	17.2	16	40	6.3	2.4	8732
2x22	88	90	2.0	225.0	127.0	2.0	1.3	0	24.5	1.01	0.0	0.0	1.8	1.8	5.2	16.3	18	33	5.4	1.8	8141

2x23	85	87	2.5	211.7	121.7	2.0	3.3	0	20.5	1.03	0.0	0.0	2.0	1.5	5.0	17.5	15	38	4.5	1.3	7322
2x25	86	88	2.0	218.6	121.8	2.5	1.5	0	25.0	1.05	0.0	0.0	2.3	2.0	5.0	16.2	13	35	5.1	1.9	7322
2x26	89	92	2.5	220.1	122.6	1.5	3.0	13	27.5	0.90	1.4	1.4	2.0	2.0	5.0	17.9	15	40	6.5	2.6	8823
2x27	87	90	2.5	233.9	132.1	1.5	1.8	2	27.0	1.22	0.0	0.0	1.8	1.8	4.7	15.6	14	33	5.0	1.6	7845
2x28	91	93	2.5	229.3	129.5	2.0	2.0	3	31.0	1.03	0.0	0.0	1.8	1.5	4.9	17.4	16	41	6.7	2.2	10278
30x21	87	89	1.5	226.1	110.1	2.5	2.0	2	26.0	1.06	0.0	0.0	1.8	1.5	4.8	19.0	16	37	5.3	1.9	7709
31x19	89	91	2.5	236.5	121.3	2.5	1.0	0	27.5	1.00	0.0	0.0	1.8	1.5	4.6	15.7	15	33	4.7	1.6	6958
32x19	88	90	2.0	233.0	126.1	2.5	1.8	0	24.5	1.01	0.0	0.0	1.8	1.8	4.7	17.8	14	36	5.2	2.0	7322
3x23	83	87	3.5	227.5	128.8	2.5	2.8	2	27.5	0.99	2.0	5.3	2.5	2.0	5.2	14.9	14	37	5.1	1.8	7413
3x25	80	84	4.0	223.5	116.2	2.5	2.3	2	26.5	1.01	0.0	3.4	2.0	2.0	5.0	17.7	13	35	5.5	1.9	8050
3x26	81	83	2.5	221.7	107.4	2.5	2.3	0	18.5	0.92	0.0	0.0	2.0	2.0	5.1	17.0	13	37	3.9	1.4	5776
3x27	90	93	3.0	241.4	135.4	2.0	3.0	11	27.0	0.80	0.0	1.4	2.3	2.0	5.0	18.5	15	38	4.7	2.3	5594
3x28	87	91	3.5	222.9	122.9	2.0	2.3	2	24.0	0.86	0.0	0.0	2.0	2.0	5.1	17.9	15	41	4.8	1.8	6890
41x29	87	89	2.0	225.4	128.4	1.5	1.5	0	23.5	0.94	0.0	0.0	1.5	1.8	5.1	18.7	16	35	5.6	2.0	8209
41x30	88	91	2.5	223.0	122.0	2.0	1.5	0	31.0	0.97	0.0	0.0	1.8	1.8	4.8	17.0	14	36	6.4	2.3	9141
41x31	88	91	3.0	221.8	122.2	2.0	1.5	0	29.5	0.89	0.0	0.0	2.0	2.3	4.7	17.8	15	36	6.2	2.3	8891
41x32	85	88	2.5	227.7	142.0	1.5	2.3	0	22.5	1.03	0.0	0.0	2.3	2.3	4.9	16.8	14	38	5.7	1.8	8959
42x29	88	91	3.0	216.6	114.8	2.5	1.5	0	25.0	0.92	0.0	0.0	2.0	2.0	4.9	16.5	14	36	4.6	1.6	6890
42x30	89	91	2.5	219.0	111.0	2.0	1.5	2	31.5	0.97	0.0	0.0	1.8	2.0	4.7	17.6	13	41	5.9	1.8	9323
42x31	89	92	2.5	225.8	112.3	2.0	1.0	0	28.0	0.96	0.0	0.0	2.3	2.3	5.0	16.8	14	38	5.1	1.5	8072
42x32	86	89	3.5	238.3	134.5	2.0	2.0	0	23.5	1.04	0.0	0.0	1.8	1.8	4.6	17.6	13	42	4.5	1.2	7618
44x29	88	90	2.5	214.8	116.3	2.0	3.0	2	25.0	0.97	0.0	0.0	2.3	2.3	4.6	16.6	15	35	4.1	1.3	6435
44x30	89	91	2.5	218.5	113.0	2.0	1.5	2	25.0	0.93	0.0	0.0	1.8	2.0	4.9	17.9	14	40	5.2	1.6	8072
44x31	88	90	2.0	239.8	121.9	2.5	2.5	0	24.5	0.86	1.9	1.9	2.8	2.8	4.7	16.0	13	35	4.7	1.5	7367
4x23	87	89	2.5	226.3	133.2	2.0	2.3	0	27.0	0.92	0.0	0.0	2.5	2.3	4.8	14.8	14	31	4.0	1.2	6231
4x25	85	87	2.5	219.3	120.5	1.5	2.5	3	24.5	1.01	0.0	0.0	2.0	1.8	4.8	18.4	14	38	5.1	1.8	7345
4x26	85	87	2.5	209.1	115.2	2.5	2.8	0	25.5	1.00	0.0	0.0	2.0	1.8	4.8	17.5	14	36	4.5	1.7	6276
4x27	85	89	4.0	227.1	124.0	2.0	2.0	2	27.5	0.99	0.0	0.0	2.3	1.8	4.9	18.0	15	37	5.5	2.3	7231
4x28	87	91	3.5	214.1	118.7	2.0	1.5	4	27.0	1.02	0.0	0.0	2.0	1.8	4.6	18.4	14	40	5.2	1.7	8027
5x23	86	87	1.5	215.2	121.1	2.5	2.5	2	23.5	1.04	0.0	0.0	2.0	1.8	4.6	16.0	14	34	4.3	1.6	6231

5x24	79	83	3.5	204.6	93.5	1.5	2.0	0	24.5	0.98	0.0	0.0	1.8	1.8	4.7	17.0	13	39	4.8	1.8	6822
5x25	86	90	4.0	228.7	111.4	2.5	2.5	0	25.0	0.93	1.8	1.8	2.3	1.8	4.9	17.6	14	38	5.2	2.0	7413
5x26	88	91	3.0	229.7	123.3	2.0	2.0	5	28.5	0.94	0.0	0.0	2.3	1.8	4.9	19.2	15	39	5.9	2.4	7959
5x27	89	91	2.0	234.1	132.6	2.0	2.3	5	29.0	1.01	0.0	0.0	2.0	1.8	4.9	16.9	15	37	6.5	2.7	8550
5x28	88	91	3.5	219.7	120.9	2.0	1.5	2	33.0	1.03	0.0	0.0	2.0	1.8	4.6	17.3	14	37	7.0	2.7	9732
6x22	89	90	1.5	213.5	117.9	2.0	1.5	0	23.5	1.00	0.0	0.0	2.0	2.0	4.9	17.5	16	32	4.9	1.7	7322
6x23	85	88	2.5	234.8	138.1	2.0	2.8	2	24.0	0.92	0.0	0.0	2.0	2.0	5.0	16.0	15	34	4.8	1.7	6844
6x24	81	85	4.0	221.5	110.6	1.5	1.5	0	28.0	1.02	0.0	0.0	1.5	1.5	4.9	18.4	13	40	5.8	2.0	8504
6x25	86	89	3.0	219.8	118.5	2.0	2.3	0	26.5	0.91	1.5	1.5	2.0	1.8	4.9	17.8	14	37	6.0	2.3	8254
6x26	89	91	2.0	218.8	116.6	2.0	2.5	3	21.0	0.87	2.5	2.5	2.3	2.0	5.2	18.0	15	38	5.3	1.7	7981
6x27	89	90	1.5	233.2	134.7	2.0	1.5	2	27.0	0.89	0.0	0.0	2.3	2.3	4.9	17.4	15	37	5.2	1.7	7981
6x28	87	89	2.0	220.6	129.4	2.0	2.0	0	25.5	1.07	0.0	0.0	2.3	2.3	5.0	19.1	16	41	5.8	2.1	8527
7x23	84	86	2.0	228.2	129.8	2.0	1.5	0	24.5	1.03	0.0	0.0	1.8	1.8	4.9	16.7	14	33	4.1	1.2	6776
7x25	82	86	4.0	229.2	112.9	3.0	2.0	0	25.0	0.89	0.0	0.0	2.0	1.3	5.0	16.3	15	36	4.9	1.6	7458
7x26	84	88	4.0	225.3	125.3	2.5	2.5	6	27.0	0.90	0.0	0.0	2.5	2.3	4.8	17.3	15	36	4.6	1.7	6640
7x27	87	89	2.0	233.3	131.9	1.5	1.3	0	24.0	0.94	0.0	1.7	2.0	1.8	5.1	17.3	15	37	5.5	2.4	7049
7x28	87	89	2.5	217.3	120.5	2.5	1.8	2	29.5	0.97	0.0	0.0	1.8	1.8	4.8	16.2	16	36	5.3	1.5	8550
9x25	83	87	3.5	229.3	113.9	2.0	3.3	0	25.0	0.98	0.0	0.0	2.3	2.3	4.9	18.8	13	39	4.9	1.8	7140
Garañon	86	88	1.5	216.7	104.7	1.5	2.5	0	23.5	1.00	0.0	2.3	2.0	2.3	5.2	17.3	16	38	5.9	2.1	8664
Gorila	84	87	2.5	207.8	96.9	1.5	1.5	0	26.0	0.95	0.0	0.0	2.0	1.8	5.4	17.2	16	37	6.9	2.3	10437
Media	85	88	2.8	222	119	2.0	2.1	2	26	1.0	0.5	0.7	2.0	1.9	4.9	17.5	15	37	5.2	1.8	7690
DMS(5%)	1.37	1.47	1	8.932	9.17	0.6	0.77	0	0	0.141	1.871	2.088	0.42	0	0.2	1.435	1.13	3.225	1	0.79	1676.9

