

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación de 116 Accesiones de Maíz, Tolerantes a Sequía, en Iguala,  
Guerrero

Por:

ALBA MELISSA CASTAÑEDA VILLA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación de 116 Accesiones de Maíz, Tolerantes a Sequía, en Iguala,  
Guerrero

Por:

ALBA MELISSA CASTAÑEDA VILLA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

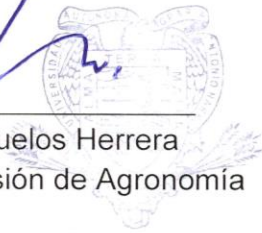
INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada:

M.C. Arnaldo Oyervides García  
Asesor Principal

Ph.D. Martha Cameron Willcox  
Coasesor

Ph.D. Terence Luke Molnar  
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2015

*"A la agricultura le deben los pueblos su riqueza y opulencia, y sin ella yacerían sepultados en la opresión y la miseria".*

*Hipólito Vycites (1806)*

## CRÉDITOS

El presente trabajo de investigación se logró gracias:

A la dirección y colaboración de la línea de investigación que realiza la **Ph.D. Martha Cameron Willcox**, Senior Scientist Coordinadora del programa de Mejoramiento de Maíces Nativos en el CIMMYT.

El diseño y ejecución de la línea de investigación por el **Ph.D. Terence Luke Molnar** Senior Scientist Coordinador Del Proyecto De Fenotipificación De Maíz en el CIMMYT.

A la dirección y redacción de el presente trabajo de tesis por el **M.C. Arnoldo Oyervides García** Maestro Investigador de la UAAAN.

## AGRADECIMIENTOS

A la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO** mi **ALMA MATER** por haberme brindado la oportunidad de ser un mejor ser humano y haberme formado a nivel de licenciatura.

Al **CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAÍZ Y TRIGO** por darme la oportunidad de haber formado parte de su equipo y desarrollarme en mi vida laboral, por otorgar el presente proyecto de tesis y el apoyo financiero para su realización.

Al programa **Phenotyping Maize** de **Mas-Agro Biodiversidad** en especial a mis compañeros de trabajo **M.P.Daniel, M.C.Enrique, Erick, Javier y Ulises** por su paciencia, por transmitirme día con día sus valiosos conocimientos y hacer de mi estancia una experiencia inolvidable.

Al **M.C. Arnoldo Oyervides García** por haber aceptado formar parte de esta investigación, por su consejos, por su paciencia, por creer en mi y tener siempre disponibilidad para direccionarme en esta investigación, pero sobre todo mil gracias por enseñarme a ser persistente y que por muy desesperada que me encontrara darme la fortaleza necesaria para no bajar la guardia y seguir en busca de mis objetivos.

Al **Ph.D. Terence Luke Molnar** por permitirme aprender tanto en mi estancia dentro de su proyecto **Phenotyping Maize** y confiar en mi, por permitirme colaborar en la realización de este proyecto.

A la **Ph.D. Martha Cameron Willcox** por creer en mi, por brindarme tanto cariño y comprensión; por ser un pilar en mi estancia en **CIMMYT** y en el presente proyecto de investigación, nada de esto sería posible sin usted mil gracias.

Al **Dr. Gregorio Alvarado** investigador Senior Data Analyst en **CIMMYT**, por todo el apoyo brindado en el proceso de análisis e interpretación de datos del presente trabajo de investigación.

Al **M.C. José Rafael Gómez González** por su apoyo incondicional y motivarme a tener sueños grandes y creer en ellos, gracias por siempre impulsarme a superarme, ya que sin usted jamás hubiera conocido mi amada **ALMA MATER**.  
Al **Ing. Esteban Chávez Salazar** por ser mi apoyo incondicional, por estar ahí siempre que lo he necesitado, por impulsarme a tener metas, por haber hecho de mi un mejor elemento de trabajo dentro del **Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Sorgo Monsanto-LAN**.

A mis hermanos **Dania, Diego y Jennifer** por ser mi motor y mi motivación y mi apoyo siempre, por su amor infinito y estar ahí para mi, este logro es de ustedes tres los amo.

A la **M.C. Leticia Escobedo Bocado** Maestro Investigador de la UAAAN, por su apoyo brindado dentro de mi estancia en la Universidad.

A la **Ph.D. Kate Dreher**, por brindarme su apoyo y amistad por sus gratos consejos.

Al **M.C. Juan De Dios Hernández Quintero**, por llenarme de tantos lindos recuerdos desde el tiempo que te conozco hasta la fecha, por apoyar mis locuras.

A mi madrina y maestra **Paula Elena Celiz Ocaranza** por enseñarme desde niña valores que han sido clave en mi desarrollo personal y profesional, por su apoyo y amor incondicional.

A **Don Chepe Juan** y a su esposa **Doña Irma**, por abrirme las puertas de su hogar y por su incondicional afecto y amistad.

## DEDICATORIAS

A **Dios**: Por darme fortaleza en los momentos más tristes de mi vida, por poner en mi camino a tanta gente buena, por no dejarme perder la esperanza, por sentir tu presencia cuando la desesperación y el dolor han invadido mi vida.

A mi padre el **Sr. Eugenio Castañeda López (q.e.p.d)**: Por ser el mejor padre del mundo, por hacer de mi infancia un hermoso recuerdo, por cada sonrisa que me regalaste, porque a pesar de que hace tiempo partiste aun siento tu amor infinito. Te amo papi.

A mi madre la **Sra. María Del Rosario Villa Gutierrez (q.e.p.d)**: Por darme la vida por enseñarme a ser una guerrera siempre, por amarme por sobre todas las cosas, por los mejores 9 años de mi vida, y porque a pesar de que hace tanto te fuiste de mi lado aun en mis momentos de flaqueza siento ese beso en la mejilla que tanto bien me hace. Te amo mami.

A mi hermana **Jennifer Briceida Castañeda Villa**: Siempre quise ser la mitad de lo buen estudiante que tú eras, ya que siempre hacías sentir orgullosos a nuestros padres, te amo y para mi eres una guerrera incansable siempre con una sonrisa en la boca, a pesar de que la situación ameritaba que te rindieras siempre luchaste hasta el final, y espero estés en un mejor lugar, te amo y te amaré siempre.

A mi hermano **Diego José Castañeda Villa (q.e.p.d)**: De ti que puedo escribir amaba tanto la manera en la que siempre me mirabas, este logro es especialmente para ti por creer en mí y permitirme realizar mis sueños por ser parte de ellos, amo la manera en la que siempre me impulsaste a ser más de lo que la gente esperaba que fuera, por ti y para ti soy una profesionista y vamos por más mi chulo hermoso.

A mi hermana **Dania Samantha Castañeda Villa** por ser mi compañera de vida por alentarme a vivir la vida tan llena de alegría y locuras, por permitirme guiarte en la vida, siempre he estado súper orgullosa de la gran mujercita en la que te has convertido, gracias por dejarme guiar tus sueños, bebé, créeme cuando te digo que tú eres mi inspiración, mi pilar, mi todo.

A mi reina hermosa mi sobrina **Thelma Castañeda Bastidas** por darme la dicha de experimentar las cosas más bellas de este mundo y el inmenso honor

de ser tu tía, pero sobre todo gracias hermosa por dejar que tu papi viva a través de ti.

A mi chiflada hermosa **Sophia Robles Castañeda** por siempre tener una sonrisa para tu tía, por hacerme tan feliz con el simple hecho de verte dormir, porque tú mamita haces que todo lo bello de este mundo sea para ti con el simple hecho de existir.

A mi pequeña **Estrella** por siempre darme muestras de amor y afecto verdadero.




# ÍNDICE DE CONTENIDO



<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	viii
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	3
<b>III. HIPÓTESIS</b> .....	4
<b>IV. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	14
Material genético .....	14
Descripción de localidades .....	15
Descripción de la parcela experimental .....	15
Labores culturales .....	15
Variables agronómicas evaluadas. ....	17
Manejo Estadístico de los Datos Agronómicos .....	18
Diseño experimental en bloques completos al azar .....	18
Modelo aditivo lineal.....	18
Modelo matemático factorial con dos factores.....	18
Diseño de tratamientos.....	19
Experimento 1. Evaluación de tres híbridos comerciales Asgrow CEBU, P3055W, P4082W bajo el esquema de riego y sequía.....	20
Experimento 2. Evaluación del comportamiento de las accesiones y los híbridos en la condición de estrés hídrico en etapa de floración.....	20
Contrastes ortogonales.....	21
Correlaciones fenotípicas.....	21
<b>VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	23
Experimento 1. Evaluación de tres híbridos comerciales Asgrow CEBU, P3055W, P4082W bajo el esquema de riego y sequía.....	23
Híbridos.....	26

Ambientes.....	28
Híbridos por Ambiente.....	29
Experimento 2. Evaluación del comportamiento de las accesiones y los híbridos en la condición de estrés hídrico en etapa de floración.....	31
Repeticiones.....	33
Tratamientos.....	34
Rendimientos en el experimento 2.....	35
Contrastes ortogonales.....	42
Correlaciones fenotípicas.....	44
<b>VII. CONCLUSIONES</b> .....	47
<b>VIII. LITERATURA CITADA</b> .....	49
<b>IX. APÉNDICE</b> .....	52

## ÍNDICE DE TABLAS



<b>Tabla 1:</b> Anova de Híbridos en Riego vs Sequía.....	25
<b>Tabla 2:</b> Medias de Híbridos a través de la interacción de los ambientes de Riego y Sequía y Repeticiones.....	27
<b>Tabla 3:</b> Medias en los ambientes Riego vs Sequía en Híbridos.....	28
<b>Tabla 4:</b> Medias de Híbridos en la interacción Riego vs Sequía.....	30
<b>Tabla 5:</b> Anova de Accesiones Y Híbridos En Sequía.....	32
<b>Tabla 6:</b> Comportamiento de las Repeticiones en las Variables AMZ, APT, MZC, MZL, PG.....	33
<b>Tabla 7:</b> Medias de las Mejores Accesiones en Sequía en la variable de Rendimiento.....	36
<b>Tabla 8:</b> Las 5 Mejores Accesiones en Sequía para la Variable de Rendimiento.....	36
<b>Tabla 9:</b> Medias de las Accesiones Más Bajas del Ensayo en la variable de Rendimiento.....	36
<b>Tabla 10:</b> Medias de Rendimiento de los Híbridos en Sequía.....	37
<b>Tabla 11:</b> Contrastes Ortogonales de Accesiones y Híbridos en Sequía. ....	41
<b>Tabla 12:</b> Medias de los Tratamiento en Sequía.....	41
<b>Tabla A1:</b> Correlaciones Fenotípicas en experimento 2. Evaluación del comportamiento de las accesiones y los híbridos en la condición de estrés hídrico en etapa de floración.....	52

## RESUMEN

Actualmente el cambio climático está afectando notablemente la producción de maíz en México, en la actualidad, la escasez de agua para cultivos constituye una de las principales preocupaciones, una de las posibles soluciones para lograr sistemas agrícolas sostenibles bajo estrés hídrico, es la utilización de genotipos de plantas adaptables a condiciones de humedad limitada, se sabe que las razas nativas de maíz poseen una mejor adaptación específica a ciertos ambientes adversos como la sequía, en comparación a variedades mejoradas. Se cree que los maíces nativos tolerarán y se adaptarán al cambio climático, por lo que es necesario evaluar este germoplasma, lo cuál se aborda en esta investigación bajo el siguiente objetivo: Evaluar accesiones de maíz de los bancos de germoplasma de INIFAP y CIMMYT para identificar materiales tolerantes a la sequía a través de estrés hídrico en la etapa de floración. Se evaluaron 116 accesiones bajo estrés hídrico en la etapa fenológica de floración, en un diseño de bloques al azar, con una densidad de población de 50,000 plantas por hectárea, y los resultados más relevante son: se demostró que el estrés hídrico estuvo presente en la planta, como se muestra el experimento 1, donde se evaluaron híbridos comerciales bajo el esquema de riego y sequía, donde la variable de rendimiento se vio altamente afectada reportando, en una superficie de 3.8 m<sup>2</sup> por parcela, bajo el esquema de riego un rendimiento de 1528 gramos y bajo el esquema de sequía un rendimiento de 548 gramos, perdiendo 64% de la producción total.

Bajo estrés hídrico, se encontraron accesiones con rendimientos superiores en comparación a algunos híbridos comerciales. Estos resultados nos permiten concluir que existen maíces nativos con buen germoplasma para tolerar sequia y que además tienen buen potencial de producción de grano.

Palabras Clave: *Zea Mays*, Accesiones, Estrés Hídrico.  
Correo de ALBA MELISSA CASTAÑEDA VILLA.  
[neiyari22@gmail.com](mailto:neiyari22@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

El cambio climático global, ha sido más notorio a partir de la última década del siglo XX, ya que se intensificó los fenómenos meteorológicos, como: altas y bajas temperaturas, lluvias intensas, escasez o inclusive nulas, entre otros fenómenos, afectando diversos sectores entre ellos la agricultura.

En México el análisis de escenarios, gracias a estos cambios sugieren que el clima será más seco y más caliente, el estudio del impacto posible del cambio climático en la agricultura para México se centró en el análisis de la vulnerabilidad de la producción de maíz de temporal, ya que de su producción dependen millones de personas a lo largo y ancho del país.

El maíz se cultiva a nivel del mar y a más de 2,000 metros de altura. Tuvo su origen y diversificación inicial en valles y montañas de Mesoamérica. La temperatura óptima para el desarrollo del maíz es de 22 a 27 °C. En la actualidad, la escasez de agua para cultivos constituye una de las principales preocupaciones y retos para los tomadores de decisiones del sector productivo; el problema es complejo y requiere abordarse desde diferentes ángulos. Una de las alternativas que podrían coadyuvar para lograr sistemas agrícolas sostenibles bajo este contexto hídrico adverso, es la utilización de genotipos de plantas adaptables a condiciones de humedad limitada, de acuerdo con diversas investigaciones, se sabe que con frecuencia las razas de maíz poseen una mejor adaptación específica a ciertas condiciones locales que las variedades mejoradas, estas diferencias se acentúan en ambientes desfavorables, por lo que es de esperarse que las razas de maíz aporten diversidad genética relacionada con adaptación a condiciones de estrés

ambiental, incluyendo condiciones de sequía, especialmente en centros de origen y diversidad de los cultivos, como lo es México para el maíz, se cree que las razas conservadas *in situ* tolerarán y se adaptarán al cambio climático, debido a la actual problemática que enfrenta la producción de maíz no solo en México si no en el mundo.

CONABIO se dio a la tarea de coleccionar y estudiar germoplasma con características de adaptación a ambientes adversos en México, bajo el proyecto global de maíces nativos, básicamente partió del conocimiento de diferentes regiones enfocándose en aquellas áreas en las que el cultivo del maíz nativo está presente o es representativo, principalmente las zonas donde los agricultores han desarrollado materiales agronómicos sobresalientes de las razas Tuxpeño, Cónico, Chalqueño y Bolita, germoplasma base en el desarrollo de materiales mejorados. Se realizó la **Identificación de Razas de Maíz Adaptados a Condiciones Deficientes de Humedad** (Ruiz 2010), donde se identificaron accesiones con características tolerantes a sequía, provenientes de la colecta CONABIO, se logró la detección de cinco grupos raciales, de los cuales uno de ellos destacó por su adaptación a un IH entre 0.39 y 0.53. Este grupo incluyó las razas Chapalote, Dulcillo del Noroeste, Tuxpeño Norteño, Cónico Norteño, Tablilla de Ocho y Gordo. Estos resultados, permitieron concluir que en México existen recursos genéticos relacionados con las razas de maíz, que pueden contribuir a los programas de mejoramiento, enfocados a la generación de maíces con adaptación al estrés por sequía.

El CIMMYT preocupado por las condiciones adversas que presenta el cultivo más importante de México que es el maíz, a través de el proyecto de Maize Phenotyping, está trabajando con accesiones que tengan características de tolerancia a la sequía, a partir de estas accesiones se podrían identificar los genes que determinan la resistencia a la sequía y al calor, mismos que podrían ser utilizados para el desarrollo de nuevos genotipos.

En la presente investigación se muestran los resultados obtenidos de accesiones tropicales en el ciclo de riego 2014 en Iguala Guerrero, la cuál es

una de las localidades de evaluación del proyecto de Maize Phenotyping dentro de el CIMMYT.

En base a lo descrito anteriormente se desprenden los siguientes objetivos;

### **Objetivos**

#### **General:**

Evaluar accesiones de maíz de los bancos de germoplasma de INIFAP y CIMMYT para identificar materiales tolerantes a la sequía a través de estrés hídrico en la etapa de floración.

#### **Específicos:**

1. Demostrar que el efecto de sequía se dio en los híbridos en etapa de floración.
2. Identificar germoplasma tolerante a la sequia de entre 116 accesiones de ciclo intermedio de porte; bajo, intermedio y alto en la etapa fenológica de floración, a través de riego controlado.
3. Identificar accesiones con características agronómicas iguales o superiores a los híbridos bajo condiciones de estrés hídrico.

## Hipótesis

**H<sub>0</sub>:** El efecto de sequía no se presentó en los híbridos comerciales en la etapa de floración.

**H<sub>1</sub>:** El efecto de sequía se presentó en los híbridos comerciales en la etapa de floración.

**H<sub>0</sub>:** Ninguna de las accesiones de maíz será tolerante a la sequía en la etapa fenológica de floración.

**H<sub>1</sub>:** Al menos una de las accesiones de maíz será tolerante a la sequía en la etapa fenológica de floración.

**H<sub>0</sub>:** Ninguna de las accesiones de maíz será igual o mejor en cuanto a características agronómicas en comparación a los híbridos del ensayo.

**H<sub>1</sub>:** Al menos una accesión de maíz será igual o mejor en cuanto a características agronómicas en comparación a los híbridos del ensayo.



## REVISIÓN DE LITERATURA

### **Cambio Climático Global:**

Martínez *et al.*, (2004) mencionan que, el cambio climático es un problema con características únicas, ya que es de naturaleza global, sus impactos mayores serán a largo plazo e involucra interacciones complejas, entre procesos naturales (fenómenos ecológicos y climáticos), procesos sociales, económicos y políticos a escala mundial.

Hernández *et al.*, (2000) mencionan que, las fluctuaciones climáticas intraestacionales y de largo plazo que se han observado en diversas regiones de la tierra, han comenzado a ser objeto de interés debido principalmente a su impacto directo en la producción agrícola y en la incidencia de desastres. Los últimos estudios basados sobre modelos climáticos, sugieren que el ciclo hidrológico se verá más afectado, tanto en la distribución de lluvias escasas o intensas (IPCC 2001).

### **Cambio Climático en México:**

Hernández *et al.*, (2000) mencionan que, un buen ejemplo de las variaciones climáticas en México son las frecuentes sequías, que se presentaron en la década pasada y la tendencia a un aumento de lluvia en el noroeste en la época invernal y que el clima de México, será más seco y más caliente en un futuro próximo. En general se puede decir que las áreas más afectadas por un aumento en la severidad de la sequía, se localizan principalmente en el centro y sur del país, así como en la mitad oriental de la península de Yucatán. Todas estas regiones abarcan un total de 36.4%.

Por lo que respecto a la intensidad de la sequía, el dato más relevante de estos resultados corresponde al área designada con un índice muy severo, donde 29.2% de su superficie es de baja a severa; estas áreas se localizan en el norte del país en los estados de Baja California, Sonora y Coahuila.

En México para la década de 2051-2060 se espera que la temperatura media de mayo-octubre se incremente en promedio 1.9, 1.9, 2.0 y 1.9 °C en las zonas maiceras tropicales, subtropicales, transicionales de alturas, valles altos, respectivamente, lo cual incrementará la evapotranspiración potencial (ETP) 5.5, 5.9, 6.1 y 6.8 %. Paralelamente se espera que la precipitación en estas regiones disminuya en promedio 4.4, 3.8, 4.1 y 4.5 %. Estos valores se traducirán en un balance hídrico menos favorable para el cultivo del maíz, en las diferentes regiones productoras. (Ruiz *et al.*, 2011).

### **Impactos del Cambio Climático en la Agricultura en México:**

Zarazúa *et al.*, (2011) mencionan, que la presencia del cambio climático se ha manifestado de forma más evidente desde la última década del Siglo XX, período durante el cual comenzaron a intensificarse fenómenos meteorológicos adversos para la agricultura, tales como la sequía. Esta situación ha incrementado la vulnerabilidad de los cultivos en México, entre ellos el maíz, el cual es el de mayor importancia económica (SIAP, 2010).

En la actualidad, la escasez de agua para cultivos constituye una de las principales preocupaciones y retos para los tomadores de decisiones del sector productivo; el problema es complejo y requiere abordarse desde diferentes ángulos (Márquez *et al.*, 2009).

Conde *et al.*, (2004) mencionan, que el estudio de impacto posible del cambio climático en la agricultura en México se centro en el análisis de la vulnerabilidad de la producción de maíz de temporal, particularmente en el ciclo de primavera-verano, indudablemente de su producción dependen millones de campesinos a

todo lo largo y ancho del país. El maíz se cultiva a nivel del mar y a más de 2000 metros de altura, y ha sido el sustento de muchas generaciones en el sector rural. Así la producción de maíz en México depende fuertemente del clima y se desarrolla prácticamente en todo el territorio nacional. Los bajos rendimientos y la gran superficie siniestrada que se presenta año con año, son indicativos de que este cultivo no se desarrolla ni exclusiva ni fundamentalmente para su comercialización a gran escala; además se cultiva en aéreas en donde no existe aptitud para ello, tanto en el ámbito climatológico como en el de suelos y pendientes, lo que en parte explica las altas pérdidas en las cosechas de este cultivo y los bajos rendimientos (menores a 2 ton/ha) en más de la mitad del territorio nacional.

#### **Efectos de Sequía en la Planta:**

Kramer (1969) dice que, básicamente las plantas son tolerantes a sequía y son capaces de sobrellevar la deshidratación, sin sufrir daños permanentes, porque poseen características estructurales o fisiológicas, que tienen por resultado el tolerar o evadir la sequía a un nivel letal de desecación.

Hsiana (1973) dice que, la fotosíntesis puede ser afectada gradualmente cuando el agua disminuye y con ella el rendimiento baja; sin embargo, otros factores tales como: la falta de nutrientes, luz, temperatura favorable, afectan también la tasa fotosintética. El efecto primario de un estrés hídrico se manifiesta en la reducción del crecimiento celular, ya que la presión de turgencia es necesaria para la elongación de la célula. El efecto secundario del estrés hídrico en las plantas causa el cierre de los estomas, para lo que interfiere la entrada del CO<sub>2</sub>, el cual es indispensable porque reduce la fotosíntesis; si el estrés hídrico continua, ocurre un daño bioquímico en las células como; la reducción de la ribulosa biofosfato carboxilosa, reduce la síntesis de proteínas y la reducción de enzimas necesarias para diferentes

procesos fisiológicos y si aun continua; causa reducción foliar a través de la defoliación.

Banziger *et al.*, (2012) mencionan que el estrés provocado por la sequía, afecta algunas características fisiológicas claves: Hay acumulación de ácido abscísico (ABA), este se genera principalmente en las raíces y estimula su crecimiento, de ahí, pasa por las hojas (y en mucho menor grado, a los granos), donde provoca enrollamiento, cierre de estomas y acelera la senescencia foliar. Esto sucede aun antes de que los mecanismos hidráulicos reduzcan la turgencia foliar, es probable que esta señal, enviada por las raíces, sea la que hace que la planta reduzca las pérdidas de agua. Cuando hay estrés de leve a moderado, la expansión celular se inhibe. A medida que el estrés se intensifica, esto se manifiesta en una menor expansión del área foliar, seguida por un menor crecimiento de los estigmas, un menor alargamiento del tallo y, finalmente, menos crecimiento radicular. Cuando hay estrés severo por sequia, la división celular se inhibe de forma tal, que aunque el estrés desaparezca, los órganos afectados no tienen células suficientes para expandirse plenamente.

### **El Maíz en Condiciones de Sequía:**

Banziger *et al.*, (2012) mencionan que, cuando los cambios a nivel celular se manifiestan en toda la planta, se observan las siguientes respuestas a la sequia en el maíz: Cuando llueve al principio del ciclo y después hay sequia, las semillas germinan, pero el suelo se seca a grado tal, que el subsecuente establecimiento de la población de plantas se ve muy afectado. La sequia provoca la reducción de la expansión de hojas, estigmas, tallos, raíces y granos (en ese orden), la escasa expansión de área foliar resulta en un sombreado incompleto del suelo. En condiciones de alto potencial de evapotranspiración la senescencia foliar se acelera y continua hacia la parte superior de esta, disminuyendo aun más la intercepción de la radiación solar. Los estomas se cierran, ocasionando que la fotosíntesis y la respiración disminuyen a causa de

la foto-oxidación y el daño a las encimas. La planta trata de mantener la división celular mediante el ajuste osmótico, especialmente en los meristemas deteniendo el crecimiento cuando el estrés es severo.

Smith *et al.*, (2001) mencionan, que una de las alternativas que podrían coadyuvar para lograr sistemas agrícolas sostenibles bajo este contexto hídrico adverso, es la utilización de genotipos de plantas adaptables a condiciones de humedad deficiente. De acuerdo con diversas investigaciones, se sabe que con frecuencia las razas de maíz poseen una mejor adaptación específica a ciertas condiciones locales que las variedades mejoradas.

Estas diferencias se acentúan en ambientes desfavorables, por lo que es de esperarse que las razas de maíz (Ruiz *et al.*, 2008) así como sus parientes silvestres (Sánchez *et al.*, 2011) aporten diversidad genética relacionada con adaptación a condiciones de estrés ambiental, incluyendo condiciones de sequía (Ruiz *et al.*, 2011). Especialmente en centros de origen y diversidad de los cultivos, como lo es México para el maíz, se cree que las razas conservadas *in situ* tolerarán y se adaptarán al cambio climático (Mercer y Perales, 2010). Dicha aseveración se basa en el proceso evolutivo que el maíz ha tenido desde su domesticación hace aproximadamente 10,000 años, a partir del teocintle. Derivado de este hecho, el maíz se ha expandido geográficamente, cultivándose bajo un amplio rango de condiciones agroclimáticas (Ruiz *et al.*, 2008) y sometándose a un proceso de selección natural y humana que le ha permitido evolucionar tanto como un buen producto agrícola, así como una planta adaptable a ambientes diversos (Cleveland y Soleri, 2007), con resistencia incluso a factores bióticos (Eagles y Lothrop, 1994). Debido a una estructura genómica única y al proceso de selección humana continua, el maíz es una de las especies más plásticas en términos de su adaptación ambiental, capaz de desarrollarse a altas y bajas altitudes, y en climas tropicales, subtropicales y templados (Hayano *et al.*, 2009). Esta variabilidad genética ha

sido explotada para producir cultivares de maíz tolerantes a sequía para el trópico seco de Indonesia, Kenya, México y Colombia (Pingali *et al.*, 2001).

Diversos autores citados por Sánchez (1963) presentan un panorama sobre los efectos de la sequía y el crecimiento de las plantas:

A los 32 días después de la germinación, cuando la raíz no va mas allá de los 35 cm (Buckner, 1915) el efecto de la sequía es mínimo (Park 1956; Laird 1965).

Desde los 33 días hasta la aparición de la espiga; cuando la planta logra su máxima altura y la mitad de su peso total (Hagan 1959). La deficiencia afecta la producción hasta un 15% (Park 1959, Laird 1965, Classen 1970).

En el siguiente lapso de desarrollo comprendido entre la aparición de la espiga, hasta la fecundación; el periodo más crítico (Denmilad 1954, Laird 1965), llegando a abatir la producción hasta en un 50% (Robins, 1953). A partir de este estado hasta la formación del grano lechoso (tres semanas después del jilote), se le atribuye el segundo lugar de importancia en cuanto a efecto sobre el rendimiento, siendo hasta un 30% de pérdida. Y el resto del tiempo a completar el ciclo de vida no se ha dado importancia alguna.

Stewart *et al.*, (1975) mencionado por Álvarez (1991), sostiene que un déficit hídrico durante la polinización puede ocasionar grandes pérdidas en el rendimiento del maíz.

Sánchez *et al.*, (1963) dicen que, en líneas de maíz con el carácter "latente", la sequía ocasiona una disminución del crecimiento, un retraso en la floración y posteriormente una marcada recuperación al disponer de buena humedad; situación ratificada por Muñoz, 1964.

**Colecta de Conabio:**

CONABIO (2010) El **Proyecto Global de Maíces Nativos** iniciado a finales de 2007 hasta 2010 comprende el mayor esfuerzo de colecta comparado a los periodos precedentes. Durante un periodo de tres años se ha reportado la obtención 9,759 registros de maíces nativos, representados en 7,215 accesiones en 784 municipios. La exploración y colecta comprendió la mayor parte de las regiones agrícolas del país. Aproximadamente 7000 accesiones han sido enviadas para su resguardo a la colección del banco de germoplasma del CEVAMEX-INIFAP

La exploración y colecta en ese periodo se enfoca en regiones específicas, principalmente las zonas donde los agricultores han desarrollado materiales agronómicos sobresalientes de las razas Tuxpeño, Cónico, Chalqueño y Bolita, germoplasma base en el desarrollo de materiales mejorados. Así, sobresale en el norte de Veracruz la zona de Tuxpan de donde procedieron colectas sobresalientes de Tuxpeño (se nombra a esta raza por su procedencia de dicha región) y algunas regiones de Nuevo León y Tamaulipas; materiales de Cónico y Chalqueño en la estados del centro; y en los Valles Centrales de Oaxaca para la obtención de materiales de la raza Bolita. Llama la atención el centro sur de Zacatecas, al parecer se comenzó a explorar materiales de zonas de baja precipitación.

**Importancia del Estudio de Ariel Ruiz:**

Ruiz *et al.*, (2011) reportaron una clasificación de adaptación ambiental de razas mexicanas de maíz, la cual consiste en cuatro grupos, el primer grupo adaptado a altas temperaturas y condiciones adecuadas de humedad, el segundo grupo adaptado a condiciones adecuadas tanto de humedad como de temperatura, el tercer grupo con adaptación a altas temperaturas y condiciones de humedad deficiente, y el cuarto grupo con adaptación a temperaturas adecuadas y humedad deficiente para el maíz.

Ruiz *et al.*, (2011) mencionan en su estudio de **Identificación de Razas de Maíz Adaptados a Condiciones Deficientes de Humedad**, dentro de la clasificación de las razas de maíz mediante taxonomía numérica aplicada con variables descriptivas de las condiciones de humedad de los sitios de colecta de maíces nativos, revela que existen grupos diferenciados de razas con relación a adaptación con déficit hídrico durante el ciclo de temporal. Un grupo integrado por las razas Chapalote, Dulcillo del Noroeste, Tuxpeño Norteño, Cónico Norteño, Tablilla de Ocho, se identificó como el de mayor adaptación a un temporal más seco, incluso con condiciones de semiáridas (IH de entre 0.21 y 0.5). Sin embargo, en total se identificaron 678 accesiones con adaptación a un ambiente semiárido durante el periodo primavera- verano. Estas accesiones corresponden a 24 razas, por lo que además de adaptación a déficit hídrico, estas razas aportan diversidad genética en la integración de posibles poblaciones para mejoramiento genético.

#### **Mejoramiento en Maíz para Aumentar la Tolerancia a Sequía:**

Banziger *et al.*, (2012) mencionan que, en los últimos 20 años, los investigadores del CIMMYT han mejorado la tolerancia a sequía del maíz, utilizando un método que al parecer es único. Con este fin, seleccionaron grandes poblaciones en condiciones de sequía que fueran manejados con mucho cuidado a fin de detectar la mayor variabilidad genética para la tolerancia a ese estrés. Los avances logrados con esta selección han sido de 100 kg/ha más al año en condiciones de estrés. Los cultivos de maíz en zonas tropicales están continuamente expuestos al estrés por sequía, tal incidencia del estrés tiende a aumentar, ya sea por el cambio climático mundial, o por que el cultivo de maíz haya sido desplazado a ambientes de producción más difíciles por cultivo de alto valor, o por la disminución de materia orgánica en el suelo, la cual a su vez, reduce la fertilidad del suelo y su capacidad de retener humedad. En el micro nivel, la cantidad de humedad disponible varía grandemente en las parcelas de muchos agricultores, esto significa que una sola variedad tiene que



poder resistir niveles muy diversos de estrés por sequia en los campos de zonas templadas donde se aplican altos niveles de insumos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material Genético:

El material genético utilizado en esta investigación fueron 3 híbridos comerciales y 116 accesiones pertenecientes al proyecto de Fenotipificación de Maíz dentro del programa de Seed of Discovery del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), dicho material genético esta conformado por las siguientes accesiones:

### Híbridos Comerciales:

Origen:	No.Híbridos:	No.Repeticiones:
Monsanto	1	3
Pionner	2	3

### Accesiones:

Línea:	Origen:	No.Accesiones:	No.Repeticiones:
ARZM	Argentina	34	3
CHIH	Chihuahua	9	3
CHZM	Chile	1	3
COAH	Coahuila	6	3
DGO	Durango	3	3
NL	Nuevo León	11	3
PIUR	Perú	1	3
SINA	Sinaloa	8	3
SLP	San Luis Potosí	7	3
SON	Sonora	29	3
TAMS	Tamaulipas	7	3

**Descripción de Localidades:**

El establecimiento de el presente experimento, se llevó a cabo en la localidad de Iguala Guerrero, dentro del Campo Experimental de INIFAP durante el ciclo de riego 2014, esta región se caracteriza por poseer un clima cálido-subhúmedo, la temperatura media anual se registra en 37°C, comprendidas de abril a septiembre, mientras que en época de frío alcanza los 23°C. La altitud es de 720 M.SN.M, con una Longitud O 99° 31'27" Y Latitud N 18°21'37". Las lluvias se presentan en junio, julio, agosto y septiembre, con un promedio anual de precipitación pluvial de 1,100 milímetros García (1988)

**Descripción de la Parcela Experimental:**

La parcela experimental consistió en un total de 357 surcos, los cuales se dividieron en tres bloques y en dichos bloques se ubicaron plantas bajas (25 Accesiones x 3 Repeticiones + 3 Híbridos) plantas medianas (46 Accesiones x 3 Repeticiones + 3 Híbridos) y plantas altas (45 Accesiones x 3 Repeticiones + 3 Híbridos), la distancia entre surcos de 0.8 m, distancia entre plantas de 0.25 m y la longitud de surco de 4.75 m. Dando una densidad de población de 50000 plantas por hectárea.

**Labores Culturales:**

Preparación del Terreno: Un barbecho, un paso de rastra, formación de surco tipo cama sin lomo, 0.5% de Materia Orgánica , PH 7.2 , suelo arcilloso.

Siembra: 23 de Enero 2014, se sembró con suelo totalmente seco, se sembraron 2 semillas por golpe, fueron 20 golpes a una distancia de 0.25m, se tapó manualmente con azadón y la profundidad siembra de 3 a 4 cm.

Fertilización: se aplicó la fórmula 90-60-30, en la preparación de terreno se aplicó 45-60-30 la segunda parte de la formula se aplicó en la etapa vegetativa V4 (25 días).

Riegos: Primer riego de auxilio después de la siembra a capacidad de campo 10 horas de goteo, cabe mencionar que los riegos se le aplicaron a capacidad de campo 8 hr de riego de 10 a 15 días entre ellos (de acuerdo a las temperaturas), el objetivo de los riegos fue suspenderlos al llegar a la etapa de floración, posteriormente se reanudaron los riegos ya que cerraran floraciones y no existiera gametos viables, se le aplicó un riego a capacidad de campo para la etapa de llenado de grano.

Control de Plagas: En las primeras etapa de germinación a V1, el programa de fisiología de CIMMYT, se hizo cargo de las aplicaciones, ya que ellos iban a llevar el experimento hasta V4, se le aplico insistida granulada POUNCE 0.4 G ingrediente activo PERMETRINA dosis 15 kg por Ha. A los 15 días se le aplicó en el sistema de riego insecticida DISPARO ingrediente activo CLORPIRIFOS ETIL DOSIS 2.5 L por HA. En V8 se aplicó nuevamente el PONCE, en la etapa de lechosos masoso se aplicó INSECTICIDA HERO con mochila a una dosis baja de 35 ml por bomba de 15 litros dirigida a la mazorca ingrediente activo Z-CIPERMETRINA.

Cosecha: No se cosechó la primera ni última planta del surco de cada parcela, debido a la competencia, se optimizó el punto de cosecha tomando en cuenta la capa negra del grano, fue manualmente colocada en arpilla de plástico con capacidad de 10 kg y con etiquetas de plástico con códigos del CIMMYT.

### **Variables Agronómicas Evaluadas:**

V1: Días a Floración Masculina (DFM). Media de 5 plantas por surco del número de días desde la siembra hasta la floración masculina.

V2: Días a Floración Femenina (DFF). Media de 5 plantas por surco del número de días desde la siembra hasta la aparición de los estigmas.

V3: Altura de Mazorca (AMZ). Media de 5 plantas por surco de altura en centímetros desde el suelo hasta el nudo donde se encuentra la mazorca principal.

V4: Altura de Planta (APT). Media de 5 plantas por surco de altura en centímetros desde el suelo hasta la base de la espiga.

V5: Acame de Tallo (ACT). Porcentaje de plantas rotas.

V6: Acame de Raíz (ACR). Porcentaje de plantas caídas.

V7: Plantas Sin Mazorca (PSM). Número de plantas que no tienen mazorca.

V8: Mazorcas Cosechadas (MZC). Número total de mazorcas cosechadas.

V9: Mazorcas Podridas (MZP). Número total de mazorcas podridas.

V10: Mazorcas Vacías (MZV). Número total de mazorcas que tienen olote pero sin granos.

V11: Mazorcas Llenas (MZL). Calificación de llenado (9 = >90% llenado, 1 = <10% llenado).

V12: Rendimiento (RTO). En gramos.

V13: Porcentaje de Humedad (HUM). Porcentaje de humedad en cosecha.

V14: Peso Volumétrico (PV). Peso volumétrico en KG/HL.

## MANEJO ESTADÍSTICO DE LOS DATOS AGRONÓMICOS

### DISEÑO EXPERIMENTAL EN BLOQUES COMPLETOS AL AZAR

El diseño de bloques completos al azar surge por la necesidad que tiene el investigador de ejercer un control del ambiente donde se va a establecer su experimento.

En esta orden de ideas, los pasos que el investigador sigue son:

- a) Formar los bloques de unidades experimentales homogéneos fundamentándose para ello en algún criterio de bloqueo o agrupamiento.
- b) Luego de formados los bloques se asignan al azar los tratamientos a las unidades experimentales de cada bloque.

Se realizó un análisis de bloques completos al azar para observar si hay diferencias estadísticas entre los 119 tratamientos accesiones y híbridos.

#### **Modelo Aditivo Lineal:**

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Valor observado en un tratamiento,  $\mu$  = efecto de la media general,  $\tau_i$  = el efecto del i-ésimo tratamiento,  $\beta_j$  = efecto de la repetición,  $\varepsilon_{ij}$  = efecto del error experimental.

Un segundo modelo.

#### **Modelo Matemático Factorial Con Dos Factores:**

El término “experimento factorial” o “arreglo factorial” se refiere a la constitución de los tratamientos que se quieren comparar.

**Diseño de tratamientos** es la selección de los factores a estudiar, sus niveles y la combinación de ellos. El diseño de tratamientos es independiente del diseño experimental que indica la manera en que los tratamientos se aleatorizan a las diferentes unidades experimentales y las formas de controlar la variabilidad natural de las mismas.

Así, el diseño experimental puede ser completamente al azar, bloques al azar, bloques al azar generalizados, cuadro latino, etc. y para cada uno de estos diseños se puede tener arreglo factorial de los tratamientos, si estos se forman por la combinación de niveles de varios factores.

Si se trata de un diseño factorial, los tratamientos se forman combinando los niveles de los factores en estudio, de manera que el efecto del tratamiento  $\tau_i$  se considera a su vez compuesto de los efectos de los factores y sus interacciones.

$$\tau_i = \tau_{kl} = \alpha_k + \gamma_l + \xi_{kl}$$

tratamiento = factor A + factor B + interacción AB

Haciendo una equivalencia entre los valores de  $i$  y los de  $k$  y  $l$  suponiendo que el factor A tiene  $K$  niveles y el factor B  $L$  niveles:

$i$	$k$	$l$
1	1	1
2	1	2
3	1	3
..	...	...

t K L

Y el modelo resultante es:

$$y_{klj} = \mu + \alpha_k + \gamma_l + \xi_{kl} + \beta_j + \varepsilon_{klj}$$

Es poco usual tener diseños experimentales muy complicados en los experimentos factoriales, ya que se dificulta el análisis y la interpretación.

La necesidad de estudiar conjuntamente varios factores obedece a la posibilidad de que el efecto de un factor cambie según los niveles de otros factores, esto es, que los factores interactúen, o exista interacción.

También se utilizan los arreglos factoriales cuando se quiere optimizar la respuesta o variable dependiente, esto es, se quiere encontrar la combinación de niveles de los factores que producen un valor óptimo de la variable dependiente. (superficie de respuesta)

Dentro del el ensayo se establecieron dos experimentos:

**Experimento 1. Evaluación de tres híbridos comerciales Asgrow CEBU, P3055W, P4082W bajo el esquema de riego y sequía.**

Se evaluaron a tres híbridos comerciales Asgrow CEBU, P3055W, P4082W en condiciones de riego y sequía. Cada híbrido en condiciones de riego controlado conto con 24 repeticiones, el bloque de riego estuvo distribuido en 14 fajas cada faja conto con seis surcos, cada híbrido en condiciones de riego controlado conto con 24 repeticiones. Los híbridos en condiciones de estrés hídrico estuvo distribuido en el bloque de las accesiones, estableciendo en el ensayo de sequía tres repeticiones de cada híbrido distribuidas en plantas de porte bajo, intermedio y alto.



## **Experimento 2. Evaluación del comportamiento de las accesiones y los híbridos en la condición de estrés hídrico en etapa de floración**

Se evaluaron 116 accesiones de clima tropical procedentes del continente americano, con tolerancia a estrés hídrico, estas accesiones estuvieron en condiciones de estrés hídrico en la etapa de floración se clasificaron en: Plantas de porte bajo estuvieron distribuidas en 13 fajas, cada faja contó con siete surcos; Plantas de porte Intermedio estuvieron distribuidas en 13 fajas, cada faja contó con 12 surcos; plantas de porte alto estuvieron distribuidas en 13 fajas, cada faja conto con 12 surcos. En cada clasificación de accesiones por tamaños de planta cada accesión tuvo tres repeticiones, además se incluyeron tres híbridos comerciales Asgrow CEBU, P3055W, P4082W, dando un total de tres repeticiones por cada híbrido.

### **Contrastes Ortogonales:**

Esta es una prueba de comparación de tratamiento que el investigador debe conocer antes de iniciar su experimento. Previamente debe saber cuáles comparaciones de tratamientos son las que le darán la información deseada, para el análisis de las comparaciones se usan los totales de tratamientos en lugar de las medias, porque así se ahorra y se evitan errores por redondeo de cifras.

El método consiste en descomponer los grados de libertad y la suma de cuadrados para tratamientos. Existen  $(t-1)$  contrastes ortogonales donde  $t$ = Numero de Tratamientos.

### **Correlaciones Fenotípicas:**

El trabajo del fitomejorador para identificar los individuos o cultivares que reúnan simultáneamente las características deseables no es fácil, dado que muchos se encuentran asociados positiva o negativamente. Una de las

herramientas estadísticas, que permite estimar el grado y naturaleza de tales asociaciones es el coeficiente de correlación ( $r$ ). Las correlaciones entre los caracteres de interés en el fitomejoramiento se evalúan por medio de correlaciones fenotípicas, genotípicas y ambientales. La correlación fenotípica se estima directamente de valores medios de campo, siendo resultante de causas genéticas y ambientales.

Las correlaciones se han utilizado para los siguientes objetivos:

- a) Realizar selección indirecta para una característica X, a través de otra Y, mucho más fácil de medir, identificar o de mayor heredabilidad para lograr mayor progreso genético.
- b) Estimar el cambio y predecir el nivel de respuesta correlacionada con la selección, cuando se realiza selección en una característica X sobre otra Y, asociada genéticamente.
- c) Desarrollar índices de selección simultánea para varios caracteres.
- d) Obtener información básica para otros análisis, como el de sendero o ruta.
- e) Realizar análisis de correlación no paramétrica, en estudios de interacción genotipo x ambiente, para selección de genotipos de buen comportamiento agronómico, estabilidad y adaptabilidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### **Experimento 1. Evaluación de tres híbridos comerciales Asgrow CEBU, P3055W, P4082W bajo el esquema de riego y sequía.**

En las siguientes tablas se evalúa el comportamiento el experimento de estudio de tres híbridos comerciales Asgrow CEBU, P3055W, P4082W bajo el esquema de riego y sequía.

Con la finalidad de comprobar que existen diferencias estadísticas en los Híbridos en los ambientes de sequía y riego, en las siguientes variables de V1: Días a Floración Masculina (DFM), V2: Días a Floración Femenina (DFF), V3: Altura de Mazorca (AMZ), V4: Altura de Planta (APT), V5: Acame de Tallo (ACT), V6: Acame de Raíz (ACR), V7: Plantas Sin Mazorca (PSM), V8: Mazorcas Cosechadas (MZC), V9: Mazorcas Podridas (MZP), V10: Mazorcas Vacías (MZV), V11: Mazorcas Llenas (MZL). Calificación de llenado (9 = >90% llenado, 1 = <10% llenado), V12: Rendimiento (RTO), V13: Porcentaje de Humedad en cosecha (HUM), V14: Peso Volumétrico (PV) en KG/H, en los ambientes de riego y sequía, se realizó un análisis de varianza, como se observa en la Tabla 1.

En la fuente de variación de **Híbrido** (H's) se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ) para las variables de días a floración masculina, días a floración femenina, altura de planta, plantas sin mazorca y mazorcas cosechadas.

En la fuente de variación de **Ambiente** (Amb.) se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ) para las variables de plantas sin mazorca, mazorcas cosechadas y rendimiento.

En la fuente de variación de interacción **Híbrido \* Ambiente** (H's \* Amb.) se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ) para las variable de plantas sin mazorca.

**Tabla 1: Anova de Híbridos en Riego vs Sequía.**

F.V.	GL	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14
<b>Rep's</b>	23	2 <sub>NS</sub>	2 <sub>NS</sub>	79 <sub>NS</sub>	173 <sub>NS</sub>	0 <sub>NS</sub>	0 <sub>NS</sub>	1 <sub>NS</sub>	6 <sub>NS</sub>	1 <sub>NS</sub>	0 <sub>NS</sub>	0 <sub>NS</sub>	121025 <sub>NS</sub>	2 <sub>NS</sub>	45 <sub>NS</sub>
<b>H's</b>	2	90 <sup>***</sup>	63 <sup>***</sup>	267 <sub>NS</sub>	4218 <sup>***</sup>	2 <sup>**</sup>	1 <sub>NS</sub>	86 <sup>***</sup>	123 <sup>***</sup>	5 <sup>**</sup>	1 <sup>*</sup>	1 <sub>NS</sub>	629205 <sup>**</sup>	2 <sub>NS</sub>	102 <sub>NS</sub>
<b>Amb.</b>	1	0 <sub>NS</sub>	7 <sub>NS</sub>	6 <sub>NS</sub>	939 <sup>*</sup>	3 <sup>**</sup>	1 <sub>NS</sub>	156 <sup>***</sup>	180 <sup>***</sup>	1 <sub>NS</sub>	1 <sub>NS</sub>	4 <sup>**</sup>	5968512 <sup>***</sup>	3 <sub>NS</sub>	6 <sub>NS</sub>
<b>H's *Amb.</b>	2	3 <sub>NS</sub>	6 <sub>NS</sub>	110 <sub>NS</sub>	653 <sup>*</sup>	3 <sup>**</sup>	0 <sub>NS</sub>	94 <sup>***</sup>	40 <sup>*</sup>	5 <sup>**</sup>	2 <sup>*</sup>	0 <sub>NS</sub>	34074 <sub>NS</sub>	2 <sub>NS</sub>	20 <sub>NS</sub>
<b>E.E</b>	51	2	2	88	153	0	0	3	8	0	0	0	105126	2	38
<b>C.V%</b>		2	2	10	6	214	137	217	18	125	161	8	23	11	9
<b>MEDIA</b>		66	66	94	198	0	0	1	15	0	0	8	1419	11	69

\*\*\*=altamente significativo 0.01 de probabilidad, \*\* =significante 0.05 de probabilidad, FV= fuentes de variación, GL= grados de libertad, Rep's= Repeticiones, H's = Híbridos, Amb= Ambiente, E.E= Error Experimental, C.V%= Coeficiente de Variación, V1=DFM, V2=DFF, V3=AMZ, V4=APT, V5=ACT, V6=ACR, V7=PSM, V8=MZC, V9=MZP, V10=MZV, V11=MZL, V12=RTO, V13=HUM, V14=PV.

En la Tabla 2, se muestra una prueba de medias de los híbridos dentro de la interacción de los ambientes riego y sequía, con la finalidad de observar el comportamiento de los híbridos en las variables de: V1: Días a Floración Masculina (DFM), V2: Días a Floración Femenina (DFF), V3: Altura de Mazorca (AMZ), V4: Altura de Planta (APT), V5: Acame de Tallo (ACT), V6: Acame de Raíz (ACR), V7: Plantas Sin Mazorca (PSM), V8: Mazorcas Cosechadas (MZC), V9: Mazorcas Podridas (MZP), V10: Mazorcas Vacías (MZV), V11: Mazorcas Llenas (MZL). Calificación de llenado (9= >90% llenado, 1= <10% llenado), V12: Rendimiento (RTO), V13: Porcentaje de Humedad en cosecha (HUM), V14: Peso Volumétrico (PV) en KG/H .

Se observa que en la fuente de variación **Híbridos**, el híbrido P3055W presenta mayor precocidad en floración masculina de 63 días y una floración femenina de 64 días en comparación con los demás híbridos, además sobresale en cuanto a la altura de planta alcanzando una media de 213 cm. El híbrido Asgrow CEBU fue el que obtuvo una media de cero plantas sin mazorca dando con esto el 100% de plantas cosechadas con mazorca. El Híbrido P4082W presentó la menor cantidad de mazorcas cosechadas, con una prolificidad de 76.4% de mazorcas cosechadas.

**Tabla 2: Medias de Híbridos a través de la interacción de los ambientes de Riego y Sequía y Repeticiones.**

<b>F.V.</b>	<b>V1</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>V4</b>	<b>V5</b>	<b>V6</b>	<b>V7</b>	<b>V8</b>	<b>V9</b>	<b>V10</b>	<b>V11</b>	<b>V12</b>	<b>V13</b>	<b>V14</b>
<b>Asgrow</b>	67B	66B	90B	181C	0A	0AB	0B	17A	1A	0A	9A	1644A	11A	66B
<b>CEBU</b>														
<b>P4082W</b>	68A	69A	94A	199B	0A	0B	1A	13B	0B	0A	9A	1151C	11A	72A
<b>P3055W</b>	63C	64C	97A	213A	0A	1A	1AB	16A	0AB	0A	8A	1463B	11A	69AB

En la Tabla 3, se muestra una prueba de medias con la finalidad de observar el comportamiento de los híbridos en los ambientes de riego y sequía, para observar si el estrés hídrico se hizo presente en la planta y en que magnitud se afectaron las siguientes variables: V1: Días a Floración Masculina (DFM), V2: Días a Floración Femenina (DFF), V3: Altura de Mazorca (AMZ), V4: Altura de Planta (APT), V5: Acame de Tallo (ACT), V6: Acame de Raíz (ACR), V7: Plantas Sin Mazorca (PSM), V8: Mazorcas Cosechadas (MZC), V9: Mazorcas Podridas (MZP), V10: Mazorcas Vacías (MZV), V11: Mazorcas Llenas (MZL). Calificación de llenado (9= >90% llenado, 1= <10% llenado), V12: Rendimiento (RTO), V13: Porcentaje de Humedad en cosecha (HUM), V14: Peso Volumétrico (PV) en KG/H.

Cabe destacar que el estrés hídrico que se aplicó en la etapa de floración en el presente ensayo, logro afectar a la planta presentándose el efecto sequía en la variable de rendimiento ya que en riego se obtuvo 1528 gramos y en sequía 548 gramos siendo una pérdida del 64% del rendimiento.

**Tabla 3: Medias en los ambientes Riego vs Sequía en Híbridos.**

Ambiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14
<b>Riego</b>	66	66	93	199	0	0	0	16	0	0	9	1528	11	69
<b>Sequía</b>	65	66	95	186	1	1	1	10	1	1	8	548	10	69

En la Tabla 4, se muestra una prueba de medias de los híbridos en ambiente de riego y en ambiente de sequía, para observar si el efecto de sequía se hizo presente o no en el ensayo y para ver en que magnitud se presento el efecto ambiental en las diferentes variables que son: V1: Días a Floración Masculina (DFM), V2: Días a Floración Femenina (DFF), V3: Altura de Mazorca (AMZ), V4: Altura de Planta (APT), V5: Acame de Tallo (ACT), V6: Acame de Raíz (ACR), V7: Plantas Sin Mazorca (PSM), V8: Mazorcas Cosechadas (MZC), V9: Mazorcas Podridas (MZP), V10: Mazorcas Vacías (MZV), V11: Mazorcas Llenas (MZL). Calificación de llenado (9 = >90% llenado, 1 = <10% llenado),



V12: Rendimiento (RTO), V13: Porcentaje de Humedad en cosecha (HUM), V14: Peso Volumétrico (PV) en KG/H ,en los ambiente riego y sequía.

Con respecto la variable plantas sin mazorca, el híbrido que no fue afectado por los diferentes manejos fue el Asgrow CEBU, reportando todas las plantas que se cosecharon con mazorcas, además se mantuvo estable y no reporto plantas sin mazorca. El híbrido P4082W fue el más afectado por el manejo en condiciones de sequía, reportando una media de cuatro mazorcas cosechadas y una media de 14 mazorcas cosechadas en condiciones de riego, por el contrario al híbrido Asgrow CEBU se muestra como el más estable en ambas condiciones reportando en condiciones de sequía una media de 14 mazorcas cosechadas y una media de 17 mazorcas cosechadas en condiciones de riego, dichos valores 17 y 14 son estadísticamente iguales. Para la variable de rendimiento el híbrido más afectado por el ambiente fue el P4082W con una media de 1573 gramos en ambiente de riego, mientras que en ambiente de sequía se reportó un rendimiento de 210 gramos teniendo una pérdida del 87%, el híbrido P3055 reporto un rendimiento de 1268 gramos en riego, en el ambiente de sequía reporto un rendimiento de 583 gramos, representando una perdida de 54% en el rendimiento, en cambio el más estable fue el híbrido Asgrow CEBU reportando una media de 1743 gramos en ambiente de riego, mientras en que el ambiente de sequía reportó una media de 850 gramos, presentando una pérdida del 51% del rendimiento.

Con los resultados anteriores, se demuestra que si hubo un efecto negativo en el maíz, al someterlo a estrés hídrico durante la etapa reproductiva inicial, que es donde se define el número potencial de granos, siendo uno de los componentes principales del rendimiento y como consecuencia la afectación del mismo.

**Tabla 4: Medias de Híbridos en la interacción Riego vs Sequía.**

Híbrido	Ambiente	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14
Asgrow CEBU	Riego	67B	66B	90B	183C	0A	0B	0A	17A	0A	0A	9A	1743A	11A	67B
	Sequía	67A	67A	91A	165B	0A	1A	0	14A	2A	0B	8A	850A	11A	63A
P4082W	Riego	68A	69A	94AB	202B	0A	0B	0A	14B	0A	0A	9A	1573A	11A	72A
	Sequía	67A	70A	88A	172B	2A	0A	1	4A	0B	0B	8A	210A	10A	73A
P3055W	Riego	63C	64C	96A	212A	0A	1A	0A	17A	1A	0A	9A	1268B	12A	69AB
	Sequía	61B	62B	105A	221A	1A	1A	1	11A	0B	2A	7A	583A	10A	72A

Agrupamientos dentro de las Medias= A; B; AB; C, V1=DFM, V2=DFF, V3=AMZ, V4=APT, V5=ACT, V6=ACR, V7=PSM, V8=MZC, V9=MZP, V10=MZV, V11=MZL, V12= V12=RTO, V13=HUM, V14=PV.

## **Experimento 2. Evaluación del comportamiento de las accesiones y los híbridos en la condición de estrés hídrico en etapa de floración.**

En las siguientes tablas, se evalúa el comportamiento de las accesiones y los híbridos, solamente en la condición de estrés hídrico que se aplicó en la etapa de floración en el ensayo.

Con la finalidad de comprobar que existen diferencias estadísticas entre los diferentes tratamientos en las variables de V1: Días a Floración Masculina (DFM), V2: Días a Floración Femenina (DFF), V3: Altura de Mazorca (AMZ), V4: Altura de Planta (APT), V5: Acame de Tallo (ACT), V6: Acame de Raíz (ACR), V7: Plantas Sin Mazorca (PSM), V8: Mazorcas Cosechadas (MZC), V9: Mazorcas Podridas (MZP), V10: Mazorcas Vacías (MZV), V11: Mazorcas Llenas (MZL). Calificación de llenado (9 = >90% llenado, 1 = <10% llenado), V12: Rendimiento (RTO), V13: Porcentaje de Humedad en cosecha (HUM), V14: Peso Volumétrico (PV) en KG/H ; en el ambiente sequía, se realizó un análisis de varianza, como se observa en la Tabla 5.

En la fuente de variación de tratamientos en el análisis de varianza **Híbridos y Accesiones** en sequía se presentan diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ) para las variables de días a floración masculina, días a floración femenina, altura de mazorca, altura de planta, acame de tallo, mazorcas cosechadas, mazorcas vacías, mazorcas llenas, rendimiento.

Con respecto a la fuente de variación de **Repeticiones** se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ) para las variables de altura de mazorca, altura de planta, mazorcas cosechadas, mazorcas llenas y rendimiento.

**Tabla 5: Anova de Accesiones Y Híbridos En Sequía.**

F.V.	GL	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14
<b>Rep's</b>	2	10*	56**	11158***	32233***	47**	32**	430***	128***	4*	3NS	54***	500647***	16*	269**
<b>Trata</b>	117	20***	18***	764***	1098***	13***	10**	22**	32***	1NS	2***	6***	73266***	7*	30NS
<b>E.E</b>	200	7	7	108	133	6	7	14	9	1	1	3	21665	32	75
<b>C.V%</b>		4	4	9	6	54	62	29	45	126	124	28	74	23	9
<b>MEDIA</b>		65	65	110	197	5	4	13	7	1	1	6	197	10	60

\*\*\*=altamente significativo 0.01 de probabilidad,\*\* =significante 0.05 de probabilidad, FV= fuentes de variación, GL= grados de libertad, Rep's= Repeticiones, Trata= Tratamientos, E.E= Error Experimental, C.V%= Coeficiente de Variación, V1=DFM, V2=DFF, V3=AMZ, V4=APT, V5=ACT, V6=ACR, V7=PSM, V8=MZC, V9=MZP, V10=MZV, V11=MZL, V12=RTO, V13=HUM, V14=PV.

**Tabla 6: Comportamiento de las Repeticiones en las Variables AMZ, APT, MZC, MZL, PG.**

No.Rep.	AMZ	APT	MZC	MZL	RDM (Gm)
Rep 1	132	215	7	6	165
Rep 2	114	190	6	6	158
Rep 3	109	184	7	7	269

En la Tabla 6, se muestra las medias en la fuente de variación de **Repeticiones**, para observar dentro del efecto de sequía en que magnitud se afectaron las variables de altura de mazorca (AMZ), altura de planta (APT), mazorcas cosechadas (MZC), llenado de mazorca (MZL) (9 = >90% llenado, 1 = <10% llenado) y rendimiento (RTO), que presentaron diferencias altamente significativas.

Dentro de la fuente de variación **Repeticiones** en la variable de altura de mazorca se observa una diferencia de 18 cm entre Rep1 y Rep2, una diferencia de 23 cm entre Rep1 y Rep3; con respecto a la variable de altura de planta se observa una diferencia de 25 cm entre Rep1 y Rep2 y una diferencia de 31 cm entre Rep1 y Rep3; para la variable de mazorcas cosechadas se observa una diferencia de una mazorca más entre la Rep1 y Rep2 , una diferencia de una mazorca más entre la Rep3 y Rep2; en la variable de llenado de mazorca se obtuvo para la Rep1 y Rep3 una calificación de siete (<80% y >70% del llenado de mazorca), y para la Rep2 con una calificación de seis (<70% y >60% del llenado de mazorca); en la variable de rendimiento se observa para la Rep1 una media de 165 gramos, para la Rep2 una media de 158 gramos, para la Rep3 una media de 269 gramos.

Los resultados obtenidos dentro de las repeticiones demuestran que si hubo diferencias significativas entre ellas, por tanto justifica el diseño de bloques completos al azar que se empleó en esta investigación, como se muestra en la

investigación de Mejía (1987), donde hubo diferencias altamente significativas entre las repeticiones del experimento, por el contrario en la investigación en Vargas (1991), donde no hubo diferencias entre repeticiones.

Dentro de los **Tratamientos** bajo sequía se observa la accesión más tardía del ensayo para la variable de días a floración masculina que fue la accesión SON-301 que dio una media de 69 días, en cuanto a la accesión más precoz del ensayo la SONO21 se reportó una media de 58 días a floración masculina; con respecto a la accesión más tardía del ensayo para la variable de días a floración femenina fue la CHIH-876 que dio una media de 72 días y observamos la accesión más precoz del ensayo la SONO21 que reportó una media de 61 días a floración femenina. La accesión que más destacó para la variable altura de mazorca fue la CHIH-876 con una media de 148 cm y la accesión con el valor más bajo para esta variable fue ARZM12206 con una media de 75 cm. La accesión más sobresaliente para la variable altura de planta fue la SLP-353 con una media de 148 cm y la accesión con el valor más bajo para esta variable que fue la ARZM 17 015 con una media de 142 cm. Para la variable con mayor incidencia de acame de tallo fue la accesión ARZM 13 071 con una media de 11 plantas y la accesión que reportó la menor incidencia de acame de tallo que fue la SON-301 con una media de 0.33, incluso igual de afectado que el híbrido Asgrow CEBU y mostrando mayor tolerancia al acame de tallo que los híbridos P3055W Y P4082; La accesión con mayor número de mazorcas cosechadas en condiciones de sequía fue la NL-190 con una media de 15 mazorcas, incluso superior al valor obtenido para esta variable que el híbrido Asgrow CEBU con una media de 14 mazorcas, se observa la accesión con el nivel más bajo de mazorcas cosechadas con una media de 0.6 para la accesión ARZM 12 229. Con respecto a la variable mazorcas vacías, la accesión que reportó mayor número fue la COAH 66 con una media de seis mazorcas y se muestran algunas accesiones que no se vieron afectadas por esta variable como la ARZM 12 205 que dio una media de cero. La accesión con mejor calificación de llenado de grano fue la SONO162 con una media de nueve, superando en esta

variable al híbrido Asgrow CEBU con una media de ocho. Se observa dos accesiones que son superiores a dos híbridos en la variable de rendimiento que son la NL-190 con una media de 667 gramos y la SONO162 con una media de 603 gramos, en comparación con el híbrido P3055W con una media de 583 gramos y del P4082 con una media de 210 gramos en condiciones de sequía, la accesión NL-190 es 14% superior en rendimiento en comparación al híbrido P3055W; en la Tabla 7, se observa las medias de las cinco mejores accesiones de porte alto, las cinco mejores accesiones de porte medio, y las cinco mejores accesiones de porte bajo, de el ensayo en la variable de rendimiento.

En la Tabla 8, se muestra las medias de las cinco mejores del ensayo en la variable de rendimiento.

En la Tabla 9, se aprecia las medias de las cinco accesiones con los valores más bajos en la variable de rendimiento.

En la Tabla 10, se observa las medias de los híbridos en la variable de Rendimiento.

**Tabla 7: Medias de las Mejores Accesiones en Sequía en la variable de Rendimiento.**

<b>Altura</b>	<b>Accesión</b>	<b>RTO_Gm</b>	<b>Raza</b>
Altas	NL-137	502	Ratón
Altas	NVOL7	383	Tuxpeño Norteño
Altas	COAH 69	357	Tuxpeño Norteño
Altas	ARZM 13 072	312	COMTRO
Altas	SONO24	310	Onaveño
Medianas	NL-190	667	Ratón
Medianas	SONO162	603	Onaveño
Medianas	TAMS-230	567	Tuxpeño
Medianas	SONO145	530	Onaveño
Medianas	NVOL66	433	Blanco
Bajas	TAMS-235	428	Ratón
Bajas	TAMS-245	420	Ratón
Bajas	SINA77	392	Chapalote
Bajas	SON-292	375	Vandeano
Bajas	SONO170	368	Tablilla de Ocho

**Tabla 8: Las 5 Mejores Accesiones en Sequía para la Variable de Rendimiento.**

<b>Accesión</b>	<b>RTO_Gm</b>	<b>Raza</b>
NL-190	667	Ratón
SONO162	603	Onaveño
TAMS-230	567	Tuxpeño
SONO145	530	Onaveño
NL-137	502	Ratón

**Tabla 9: Medias de las Accesiones Más Bajas del Ensayo en la variable de Rendimiento.**

<b>Altura</b>	<b>Accesión</b>	<b>RTO_Gm</b>
Altas	SONO147	23
Medianas	ARZM 12 127	7
Bajas	ARZM 12 229	3
Bajas	ARZM 13 096	3



**Tabla 10: Medias de Rendimiento de los Híbridos en Sequía.**

<b>Híbrido</b>	<b>RTO_Gm</b>
Asgrow CEBU	850
P3055W	583
P4082W	210

Para la variable de rendimiento en gramos de las cinco mejores accesiones clasificadas por alturas. Dentro de las plantas de porte alto encontramos la NL-137 con un rendimiento de 502 gramos; NVOL7 con un rendimiento de 383 gramos; COAH 69 con un rendimiento de 357 gramos; ARZM 13 072 con un rendimiento de 312 gramos; SONO24 con un rendimiento de 310 gramos.

Dentro de las plantas de porte medio encontramos la NL-190 con un rendimiento de 667 gramos; SONO162 con un rendimiento de 603 gramos; TAMS-230 con un rendimiento de 567 gramos; SONO145 con un rendimiento de 530 gramos; NVOL66 con un rendimiento de 433 gramos.

Dentro de las plantas de porte alto encontramos la TAMS-235 con un rendimiento de 428 gramos; TAMS-245 con un rendimiento de 420 gramos; SINA77 con un rendimiento de 392 gramos; SON-292 con un rendimiento de 375 gramos; SONO170 con un rendimiento de 368 gramos.

A partir de la clasificación de las cinco mejores accesiones por alturas, se seleccionaron las mejores cinco accesiones con los mejores rendimientos del ensayo, ubicando los siguientes genotipos. La accesión NL-190 con un rendimiento de 667 gramos, superando en esta variable al híbrido P3055W con una media de 583 gramos y del P4082 con una media de 210 gramos en condiciones de sequía. SONO162 con un rendimiento de 603 gramos, además cuenta con una calificación de 9 en llenado de mazorca, superando a los híbridos Asgrow CEBU y al P4082 con una calificación de 8 en llenado de mazorca, esta accesión muestra una altura aceptable de 211 cm. TAMS-230 con un rendimiento de 567 gramos, además cuenta con una calificación de 8 en

llenado de mazorca, igualándose a los híbridos Asgrow CEBU y al P4082 con una calificación de 8 en llenado de mazorca, cabe destacar que esta accesión tiene una alta tendencia a desarrollar acame de raíz con un total de 8 plantas de un total de 57 plantas cosechadas representando el 14% del total de la población. Y para las accesiones SONO145 y NL-137 con un rendimiento de 530 y 502 gramos respectivamente.

La importancia de la diversidad nativa del maíz es salvaguardar los recursos genéticos y los saberes del conocimiento relacionados con ellos, tomando en cuenta que el maíz es fundamental para la soberanía alimentaria y el bienestar de México y otros países (Ortega Paczka *et al.*, 2014). La pérdida de los recursos genéticos del maíz es preocupante no sólo para los agricultores en México, sino también a investigadores y consumidores de maíz en todo el mundo, como los recursos genéticos de los cultivos son la materia prima de los continuos avances en rendimiento, resistencia a plagas y mejoramiento de la calidad (Meilleur y Hodgkin *et al.*, 2004). Históricamente, la utilización de la diversidad de los maíces en programas de mejoramiento públicos se ha concentrado solo en algunas razas, entre las que destacan tuxpeño y Celaya (Bellon *et al.*, 2009), ya que son razas nativas con buen comportamiento en la variable de rendimiento y llenado de mazorca, con el cambio climático global se espera que para la década de 2051-2060 en zonas productoras de maíces tropicales, que la T<sup>o</sup> media de Mayo-Octubre aumente hasta 1.9%, la evapotranspiración potencial aumentara al 5.5%, con el cambio climático la precipitación disminuirá hasta en 4.4%, esto impactara directamente en la producción agrícola, es por ello que actualmente se están buscando razas de maíz con un nivel alto de tolerancia a estrés hídrico, en el estudio de Identificación de Razas de Maíz Adaptados a Condiciones Deficientes de Humedad, a partir de la colecta CONABIO 2010 se han identificado a 24 razas tolerantes a estrés, dentro de las razas de maíz, provenientes de sitios en condiciones de semiáridéz destaca un grupo racial por su adaptación a un IH entre 0.39 y 0.53. Este grupo incluyó las razas Chapalote, Dulcillo del Noroeste,

Tuxpeño Norteño, Cónico Norteño, Tablilla de Ocho y Gordo (Ruiz *et al.*, 2013). De acuerdo al proyecto de Maize Phenotyping del CIMMYT (comunicación personal Molnar *et al.*, 2014) dentro de los maíces nativos tropicales que se están evaluando, 15 accesiones de porte alto, medio y bajo sobresalen por tener los mejores pesos de grano de todo el ensayo, dentro de las plantas de porte alto se encuentran: NL-137 proveniente de la raza ratón, NVOL 7 proveniente de la raza tuxpeño norteño, COAH 69 proveniente de la raza tuxpeño norteño, ARZM 13 072 proveniente de la raza COMTRO, SONO 24 proveniente de la raza onaveño; dentro de las plantas de porte intermedio se encuentran: NL-190 proveniente de la raza ratón, SONO 162 proveniente de la raza onaveño, TAMS-230 proveniente de la raza tuxpeño, SONO 145 proveniente de la raza onaveño, NVOL 66 proveniente de la raza blanco; dentro de las plantas de porte bajo se encuentran: TAMS-235 proveniente de la raza ratón, TAMS-245 proveniente de la raza ratón, SINA 77 proveniente de la raza chapalote, SONO-292 proveniente de la raza vandeño, SONO-170 proveniente de la raza tablilla de ocho, estas líneas están en etapa avanzada para el mejoramiento dentro de maíces nativos, el IH va de 0.30 y 0.53 por lo tanto estas accesiones se ubican dentro del grupo racial sobresaliente del estudio de Ruiz *et al.*, (2013).

En las siguientes tablas se evalúa los contrastes ortogonales de las accesiones y los híbridos, así como la comparación de los tratamientos solamente en la condición de estrés hídrico que se aplicó en la etapa de floración en el ensayo. Con la finalidad de observar y comprobar que existan diferencias altamente significativas entre Accesiones vs Híbridos, Plantas de Porte Bajas vs Plantas de porte Intermedio, Plantas de Porte Bajas vs Plantas de porte Alto y Plantas de Porte Intermedio vs Plantas de porte Alto, en cada una de las variables: V1: Días a Floración Masculina (DFM), V2: Días a Floración Femenina (DFF), V3: Altura de Mazorca (AMZ), V4: Altura de Planta (APT), V5: Acame de Tallo (ACT), V6: Acame de Raíz (ACR), V7: Plantas Sin Mazorca (PSM), V8: Mazorcas Cosechadas (MZC), V9: Mazorcas Podridas (MZP), V10: Mazorcas

Vacías (MZV), V11: Mazorcas Llenas (MZL). Calificación de llenado (9 = >90% llenado, 1 = <10% llenado), V12: Peso Grano (PG), V13: Porcentaje de Humedad en cosecha (HUM), V14: Peso Volumétrico (PV) en KG/HL, en el ambiente de sequía se realizó un análisis de contrastes ortogonales como se observa en la Tabla 11 y Tabla 12.

Al comparar las **Accesiones contra Híbridos en Sequía**, se observan diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ) para las variables de días a floración masculina, altura de mazorca, acame de tallo, acame de raíz, plantas sin mazorca, rendimiento.

Con respecto a la comparación de **Plantas de Porte Bajo contra Plantas de Porte Intermedio** se observan diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ) en las accesiones para las variables de altura de mazorca, altura de planta, acame de raíz.

Al tomar en cuenta las **Plantas de Porte Bajo contra Plantas de Porte Alto** se observan diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ) en las accesiones para las variables de días a floración masculina, altura de mazorca, altura de planta, mazorcas vacías.

Cuando se compara las **Plantas de Porte Intermedio contra Plantas de Porte Alto** se observan diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ) en las accesiones para las variables de días a floración masculina, días a floración femenina, altura de mazorca, mazorcas vacías.

**Tabla 11: Contrastes Ortogonales de Accesiones y Híbridos en Sequía.**

F.V.	GL	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10	V11	V12	V13	V14
<b>Acc's vs H's</b>	2	54***	7 NS	2064***	1078 **	113***	116***	401***	91 **	0 NS	0 NS	28 **	1133851 ***	8 NS	224**
<b>B vs I</b>	117	0 NS	17 NS	5213***	15615***	0 NS	121***	23 NS	11 NS	2 NS	0 NS	0 NS	28205 NS	1 NS	36 NS
<b>B vs A</b>	200	112***	22 NS	27421***	47963***	1 NS	105 **	5 NS	0 NS	0 NS	20***	25 **	0 NS	0 NS	6 NS
<b>I vs A</b>		175***	109***	11930***	12648***	0 NS	1 NS	9 NS	23 NS	1 NS	26***	41 **	39709 NS	0 NS	17 NS

\*\*\*=altamente significativo 0.01 de probabilidad,\*\* =significante 0.05 de probabilidad, FV= fuentes de variación, GL= grados de libertad, Acc's= Accesiones, H's= Híbridos,, B= Plantas Bajas, I= Plantas Intermedias, A= Plantas Altas, V1=DFM, V2=DFF, V3=AMZ, V4=APT, V5=ACT, V6=ACR, V7=PSM, V8=MZC, V9=MZP, V10=MZV, V11=MZL, V12=RTO, V13=HUM, V14=PV.

**Tabla 12: Medias de los Tratamiento en Sequía.**

F.V	DFM	DFF	AMZ	APT	ACT	ACR	PSM	MZC	MZP	MZV	MZL	RTO (Gm)	HUM (%)	PV (Kg/HL)
<b>Tg's</b>	65	66	95	186	1	1	6	10	1	1	8	548	11	66
<b>Acc's</b>	63	65	108	194	5	4	13	6	1	1	6	187	10	59
<b>B</b>	62	65	97	178	5	3	12	6	1	1	6	179	10	58
<b>I</b>	62	65	107	196	5	4	13	7	1	1	6	203	9	66
<b>A</b>	64	66	121	209	5	4	13	6	1	1	5	179	10	53

Acc's= Accesiones, H's= Híbridos,, B= Plantas Bajas, I= Plantas Intermedias, A= Plantas Altas,.

Algunas de las accesiones (SON-301; SLP-373; ARZM 13 096) son más tardías en cuanto a días a floración masculina en comparación a los híbridos; con respecto a la variable altura de mazorca las accesiones (SLP-373; CHIH-876; ARZM 12 202) se muestran superior a los híbridos; las accesiones (ARZM 13 071; ARZM 13 104; CHIH127) presentan mayor número de plantas con acame de tallo en comparación a los híbridos; para la variable acame de raíz algunas accesiones (SLP-353; DGO-390; TAMS-230) presentan mayor número de plantas en comparación a los híbridos; algunas accesiones (ARZM 12 210; ARZM 13 096; CHIH118) presentan mayor índice de plantas sin mazorca en comparación a los híbridos; y con respecto al rendimiento las accesiones NL-190 y SONO162 muestran un rendimiento superior al de los híbridos P3055 y P4082W.

Se observó que algunas accesiones de **Porte Bajo** (NL-137; ARZM 17 033; COAH 69) muestran una altura de mazorca superior en comparación a accesiones de **Porte Intermedio**; además, accesiones de **Porte Bajo** (NL-137; COAH 69; ARZM 17 033) muestran una altura de planta superior en comparación a accesiones de **Porte Intermedio**; y algunas accesiones de **Porte Bajo** (ARZM 13 024; ARZM 13 072; COAH 69) presentan mayor número de plantas con acame de raíz en comparación a accesiones de **Porte Intermedio**.

Con respecto a las plantas de **Porte Bajo**, una accesión (SON-301) es más tardía en cuanto a días a floración masculina en comparación a todas las accesiones de **Porte Alto**; también se observó una accesión de **Porte Bajo** (ARZM 17 033) que muestra una altura de mazorca superior en comparación a algunas accesiones de **Porte Alto**; además, una accesión de **Porte Bajo** (NL-137) muestra una altura de planta superior en comparación a algunas accesiones de **Porte Alto**; y una accesión de **Porte Bajo** (SON-301) presenta un mayor número de mazorcas vacías en comparación a algunas accesiones de **Porte Alto**.

Se observó que una accesión de **Porte Intermedio** (ARZM 13 119) es más tardía en cuanto a días a floración masculina en comparación a algunas accesiones de **Porte Alto**; una accesión de **Porte Intermedio** (COAH 111) es más tardía en cuanto a días a floración femenina en comparación a algunas accesiones de **Porte Alto**; también, una accesión de **Porte Intermedio** (ARZM 12 204) muestra una altura de mazorca superior en comparación a algunas accesiones de **Porte Alto**; además una accesión de **Porte Intermedio** (SONO76) muestra una altura de planta superior en comparación a algunas accesiones de **Porte Alto**; y accesión de **Porte Intermedio** (TAMS-209) presenta un mayor número de mazorcas vacías en comparación a algunas accesiones de **Porte Alto**.

En la tabla 12, se comparan las medias en las variables de días a floración masculina, días a floración femenina, altura de mazorca, altura de planta, acame de tallo, acame de raíz, plantas sin mazorca, mazorcas cosechadas, mazorcas podridas, vacías, mazorcas llenas calificación de llenado (9= >90% llenado, 1 =<10% llenado), rendimiento en gramos, porcentaje de humedad en cosecha, peso volumétrico en Kg/HL, en el ambiente de sequía.

Con respecto a las medias se observa una diferencia de dos días de floración masculina entre híbridos sobre accesiones y entre plantas de porte alto sobre plantas de porte bajo e intermedio; se observa una altura de mazorca superior para accesiones con una diferencia de 13 cm en comparación con los híbridos y una altura superior en plantas de porte alto de 24 cm en comparación a plantas de porte bajo; se observa una altura de planta superior en plantas de porte alto de 31 cm en comparación a plantas de porte bajo; se observa una mayor susceptibilidad de acame de tallo en accesiones con una media de cinco plantas, en comparación de los híbridos con una media de una planta; se observa una mayor susceptibilidad de acame de raíz en accesiones con una media de cuatro plantas en comparación de los híbridos con una media de una

planta; se observa una mayor incidencia de plantas sin mazorca en accesiones con una media de 13, en comparación de los híbridos con una media de seis; se observa un mejor comportamiento en híbridos en mazorcas cosechadas con una media de 10 mazorcas, en comparación de las accesiones con una media de seis mazorcas; se observa un mejor llenado de grano en híbridos con una calificación de ocho en comparación de las accesiones con una calificación de seis; se observa un mejor rendimiento en híbridos con un peso de 548 gramos en comparación de las accesiones con un peso de 187 gramos dando una diferencia de peso de 397 gramos, se observa una diferencia de 24 gramos entre plantas de porte alto sobre las plantas de porte intermedio y bajo; se observa en peso volumétrico una diferencia de 7 Kg/HL entre híbridos sobre accesiones, una diferencia de 13 Kg/HL entre plantas de porte alto sobre plantas de porte intermedio y una diferencia de 8 Kg/HL entre plantas de porte intermedio sobre plantas de porte bajo.

Dentro de la Tabla **A1**. De correlaciones fenotípicas se encontraron correlaciones altamente significativa entre las siguientes variables:

Cuando la floración masculina (**DFM**) es más tardía, la floración femenina (**DFF**) es más tardía en un 82% y la altura de mazorca (**AMZ**) aumenta en un 49%; las mazorcas cosechadas (**MZC**) disminuyen en un 37% y el llenado de mazorca (**MZL**) también disminuye en un 40%. Cuando la floración es más tardía (**DFF**), la floración masculina (**DFM**) es más tardía en un 82%, y la altura de mazorca (**AMZ**) aumenta en un 42%; el número de mazorcas cosechadas (**MZC**) disminuyen en un 45%, llenado de mazorca (**MZL**) disminuye en un 41% y el rendimiento (**RTO**) también disminuye en un 38%. Cuando la altura de mazorca (**AMZ**) aumenta, la altura de planta (**APT**) aumenta en un 75%, y el acame de raíz (**ACR**) aumenta en un 37%. Cuando el acame de tallo (**ACT**) aumenta, el número de plantas sin mazorca (**PSM**) aumenta en un 54%; el número de mazorca cosechadas (**MZC**) disminuyen en un 43%, el llenado de mazorca (**MZL**) disminuye en un 45% y el rendimiento (**RTO**) también disminuye en un



51%. Cuando el numero de plantas sin mazorca (**PSM**) aumenta, el numero de mazorca cosechadas (**MZC**) disminuyen en un 62%, el llenado de mazorca (**MZL**) disminuye en un 51%, el rendimiento (**RTO**) disminuye en un 69% y el porcentaje de humedad (**HUM**) disminuye en un 34%. Cuando el llenado de mazorca (**MZL**) aumenta, el numero de mazorca cosechadas (**MZC**) aumenta en un 59%, el rendimiento (**RTO**) aumenta en un 63%, y el porcentaje de humedad (**HUM**) aumenta en un 56%. Cuando el numero de mazorca cosechadas (**MZC**) aumenta, el rendimiento (**RTO**) aumenta en un 89%, cuando el porcentaje de humedad (**HUM**) aumenta, el rendimiento (**RTO**) aumenta en un 36%. Cuando el numero de mazorca cosechadas (**MZC**) aumenta, el porcentaje de humedad (**HUM**) aumenta en un 36%.

Al extenderse el intervalo de floración masculina y femenina, Bolaños y Edmeades (1989) mostraron que el rendimiento tiene una relación curvilínear con el intervalo de floración, y que decrece rápidamente a medida que este aumenta. En todas las poblaciones que estudiaron encontraron que el rendimiento disminuye aproximadamente 10% por cada día de retraso en la emergencia del estigma desde 0 a 9 días, el rendimiento es prácticamente 0 cuando el intervalo de floración excede los 10 días, en el experimento a pesar de que se alargaron los periodos de floración existió sincronía por lo tanto, es de suponerse que el rendimiento bajo debido a que el saco embrionario ya no era fértil, Gómez (1992) menciona que en maíz el grano de polen siempre es viable aun en condiciones de sequia, el que se ve afectado en la polinización es el saco embrionario, ya que cuando el grano de polen llega al estigma el saco embrionario ya no es fértil, disminuyendo en un 37% las mazorcas cosechadas.

Al extenderse el periodo de floración masculina, la altura de mazorca sube, esto se debe a que la planta sigue acumulando fitómeros ya que la temperatura no alcanza a ser suficiente para las unidades calor en la planta comience a formar estructuras reproductivas permitiéndole esto a la planta aumentar su altura.

Al extenderse el periodo de floración masculina, el llenado de mazorca disminuye un 40%, ya que la disponibilidad de agua no alcanza para un buen número de granos fecundados. En el experimento de sequía el intervalo de floración masculina y femenina no hubo asincronía tanto en accesiones como en híbridos comerciales, de acuerdo a Gómez (1992) en el caso de maíz la viabilidad del polen no se ve afectada por la sequía, mientras que el saco embrionario es el que tiende a no ser viable debido estrés hídrico, por lo que el número potencial de granos se ve reducido, siendo el componente principal del rendimiento.

Cuando la altura de mazorca y planta aumenta su tamaño, tiende a aumentar el número de acame de raíz y tallo, ya que al haber un aumento de altura existe un aumento de peso en la planta, recordemos que los maíces nativos son plantas de porte alto y delgado en comparación a híbridos comerciales, se considera que una planta presenta acame cuando la inclinación de esta, es arriba de 30°, al existir esta inclinación la planta ya no puede transportar sales y minerales hacia el jilote a través del canal del xilema, además el acame provoca que en el subsuelo haya rompimiento de raíces secundarias y terciarias, por lo tanto la demanda de agua de la planta en llenado de grano disminuirá a causa del rompimiento de raíces en la planta esto con lleva a que aumente el número de plantas sin mazorca y provocara un mal llenado de mazorca y mala calidad del grano, aumentando el número de mazorcas podridas en cosecha.

## CONCLUSIONES

En el experimento 1. Evaluación de tres híbridos comerciales Asgrow CEBU, P3055W, P4082W bajo el esquema de riego y sequía.

1. El efecto de sequía se vio reflejado en los testigos al someterlos a estrés hídrico en la etapa de floración, afectando considerablemente su rendimiento, ya que en riego se obtuvo 1528 gramos y en sequía 548 gramos, mostrando una pérdida del 64% del rendimiento.
2. La sincronización de floración masculina y femenina, no se afectó por la suspensión de riego aplicado.
3. El híbrido Asgrow CEBU, fue el que reportó los mejores rendimientos en las condiciones de riego y sequía, 1743 gramos en ambiente de riego, mientras que en el ambiente de sequía reportó 850 gramos, representando una pérdida del 51% del rendimiento.

Experimento 2. Evaluación del comportamiento de las accesiones y los híbridos en la condición de estrés hídrico en etapa de floración.

4. Se observó diferencias entre repeticiones en cinco de 14 variables que fueron evaluadas, justificando la utilización de el diseño de bloques al azar en el experimento.
5. Con este estudio se confirma que las accesiones identificadas por Ruíz en su estudio, tolerantes a sequía repiten en esta investigación como accesiones importantes para tolerar sequía las cuales podrían utilizarse como donadores de esta característica.

6. Al comparar las accesiones contra híbridos comerciales se observó que existen materiales nativos con buenos rendimientos incluso superando a dos híbridos comerciales utilizados en el experimento, las accesiones superiores a dos híbridos comerciales en cuanto a rendimiento fueron: la NL-190 con una media de 667 gramos y la SONO162 con una media de 603 gramos, en comparación con el híbrido P3055W con una media de 583 gramos y del P4082 con una media de 210 gramos en condiciones de sequía, la accesión NL-190 es 14% superior en rendimiento en comparación al híbrido P3055W;
7. En relación a los contrastes ortogonales, se demuestra la superioridad de los híbridos comerciales frente a las accesiones en cuanto a rendimiento, los híbridos muestran una media de 548 gramos, mientras que las accesiones reportan una media de 187 gramos representando una capacidad de rendimiento de 66% menos que los híbridos comerciales.
8. Los contrastes ortogonales entre accesiones de porte bajo, intermedio y alto no se encontraron diferencias significativas.
9. Las correlaciones fenotípicas realizadas en el presente estudio, muestran frente a sequía que cuando el número de plantas sin mazorcas aumenta, las mazorcas cosechadas disminuyen en 62%, el llenado de mazorca se afecta en 51%, el porcentaje de humedad se reduce en 34%, afectando directamente el rendimiento en 69%.

## LITERATURA CITADA

- CONABIO. Proyecto Global de Maíces Nativos / Base de datos integrada del proyecto global de maíces. 2010. P.p: 2-10.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana). Offset Larios S.A. México D.F. p.46-52.
- Gómez G.I.C, Estrés Hídrico en Floración sobre el híbrido de maíz AN-310 y sus progenitores, Mayo 1992.
- Hayano K. C., C. Calderón V., E. Ibarra-Laclette, L. Herrera E., J. Simpson. 2009. Analysis of Gene Expression and Physiological Responses in Three Mexican Maize Landraces under Drought Stress and Recovery Irrigation. PLOS ONE 4(10): e7531. doi:10.1371/journal.pone.0007531.
- Hernández, C.M.E.,Torres, T.L.A y Valdez, M.G. 2000.Sequía Meteorológica. P.p:25-40. En: C.Gay (comp.)México: una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México. Resultados de los estudios de la vulnerabilidad del país, coordinadas por el INE con el apoyo del U.S Country Studies Program, México: INE, SEMARNAP,UNAM, U.S Country Studies Program.
- Julia Martínez y Adrián Fernández Bremauntz (copiladores) con la colaboración de Patricia Osnaya. Primera edición: noviembre del 2004 Cambio Climático una Visión desde México.
- M. Banziger, G.O. Edmeades, D. Beck Y M. Bellan. CIMMYT 2012, México, D.F./ISBN: 978-607-958844-4-3. De La Teoría A La Práctica. Mejoramiento

Para Aumentar La Tolerancia A Sequia Y A Deficiencia De Nitrógeno En Maíz. P.P:58,

Mejía E.E Crecimiento de raíz en plántulas de maíz (*Zea Mays L.*), Noviembre 1987, UAAAN.

Ortega P.R. P.p: 125 La diversidad de maíz en México, Universidad Autónoma de Chapingo, 2014.

Padrón C.E. Diseños experimentales con aplicación a la agricultura y ganadería.- México: Trillas: UAAAN, 1996 (reimp. 2003), 215 p.: graf. ; 23 cm. Bibliografía: p. 209-210, incluye índices, ISBN 968-24-5194-9.

R. B.M; Barrientos F.A.F; Colunga G.P; Perales H; Reyes A.J.A; Rosales S.R; Zizumbo V.D, Conabio, México, P.p.355-382. La Diversidad y conservación de recursos genéticos en plantas cultivadas

Ruiz C., J. A., N. Durán P., J. J. Sánchez G., J. Ron P., D. R. González E., G. Medina G., and J. B. Holland. 2008. Climatic adaptation and ecological descriptors of 42 maize races. *Crop Science* 48:1502–1512.

Ruiz C., J.A., G. Medina G., J.L. Ramírez D., H.E. Flores L., G. Ramírez O., J.D. Manríquez O., P. Zarazúa V., D.R. González E., G. Díaz P. y C. de la Mora O. 2011a. Cambio climático y sus implicaciones en cinco zonas productoras de maíz en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(2):309-323.

Ruiz C.J.A; Sánchez G.J.J.; Hernández C.J.M; Martha C. Willcox M.C; Ramírez O.G; Ramírez D.J.L y González E.D.R. Identificación de Razas de Maíz Adaptados a Condiciones Deficientes de Humedad Mediante Datos Biogeográficos. INIFAP, Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco/ 2013.

Saini and Spinall. /*Departamento de Fisiología Vegetal, Waite Instituto de Investigación Agrícola de la Universidad de Adelaide, Glen Osmond, South*

*Australia 5064 / Revista Ann. . Bot 48, P.p: 623-633, 1981 (Aceptado: 07 de diciembre 1980). Efecto del déficit de agua en esporogénesis en trigo (Triticum Aestivu L.)*

Smith, M.E., F. Castillo G., and F. Gómez. 2001. Participatory plant breeding with maize in Mexico and Honduras. *Euphytica* 122:551-565.

Timothy, D.H., P.H. Harvey, and C.R. Dowsell. 1988. Development and spread of improved maize varieties and hybrids in developing countries. Bureau for Science and Technology, Agency for International Development, Washington, DC.

Vargas W.J.A, Determinación de la resistencia a sequía del híbrido de maíz AN-310 basados en técnicas de campo e invernadero, Agosto 1991, UAAAN.

Zarazúa V., P., J.A. Ruiz C., D.R. González E., H.E. Flores L. y J. Ron P. 2011. Cambio climático y agroclimático para el ciclo otoño-invierno en la región Ciénega de Chapala. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(2):209-222.

# APÉNDICE

**Tabla A1: Correlaciones fenotípicas entre variables.**

	PEM	PM	DFM	DF	AMZ	APT	ACT	ACR	PSM	MZC	MZP	MZV	MZL	PG_Gm	Hum_percent	PV_Kg_Hl
PEM	1.00000 0.0014 119	-0.40428 <.0001 119	-0.28992 0.0014 119	-0.30549 0.0008 118	0.03795 0.6819 119	0.20400 0.0255 119	-0.04107 0.6574 119	0.09177 0.3209 119	-0.12791 0.1656 119	0.31534 0.0005 119	0.06144 0.5069 119	0.14767 0.1090 119	0.13147 0.1541 119	0.23310 0.0107 119	0.07539 0.4152 119	0.09210 0.4483 70
PM	-0.40428 <.0001 119	1.00000 0.6311 119	0.04447 0.6311 119	0.03226 0.7287 118	-0.00817 0.3403 119	-0.14005 0.1265 119	-0.11251 0.2231 119	-0.09959 0.2812 119	0.06811 0.4618 119	-0.01114 0.9043 119	-0.11914 0.1969 119	-0.01955 0.8329 119	-0.05359 0.5627 119	0.00226 0.9805 119	0.04551 0.6231 119	-0.11575 0.3400 70
DFM	-0.28992 0.0014 119	0.04447 0.6311 119	1.00000 <.0001 119	0.02745 <.0001 118	0.49674 <.0001 119	0.03000 0.7461 119	0.08968 0.3321 119	0.08519 0.3570 119	0.21861 0.0169 119	-0.37404 <.0001 119	0.09836 0.2872 119	0.29298 0.0012 119	-0.40043 <.0001 119	-0.26566 0.0035 119	-0.19377 0.0347 119	-0.08155 0.5021 70
DF	-0.30549 0.0008 118	0.03226 0.7287 118	0.02745 <.0001 118	1.00000 <.0001 118	0.42268 <.0001 118	0.01656 0.8587 118	0.11901 0.1993 118	-0.01918 0.0367 118	0.24246 0.0082 118	-0.45547 <.0001 118	0.12779 0.1679 118	0.26714 0.0035 118	-0.41916 <.0001 118	-0.38223 <.0001 118	-0.11768 0.2044 118	-0.28779 0.0157 70
AMZ	0.03795 0.6819 119	-0.00817 0.3403 119	0.49674 <.0001 119	0.42268 <.0001 118	1.00000 <.0001 119	0.75885 0.12184 119	0.12184 0.1868 119	0.37388 <.0001 119	0.08299 0.3695 119	-0.02777 0.7644 119	0.02106 0.8202 119	0.32161 0.0004 119	-0.15312 0.0964 119	0.00241 0.9792 119	0.00478 0.9589 119	0.09914 0.4142 70
APT	0.20400 0.0255 119	-0.14005 0.1265 119	0.03000 0.7461 119	0.01656 0.8587 118	0.75885 <.0001 119	1.00000 0.1255 119	-0.14123 0.0003 119	0.32536 0.0402 119	-0.18040 0.0036 119	0.26454 0.7588 119	-0.02044 0.7588 119	0.21764 0.0174 119	0.14412 0.1179 119	0.28350 0.0018 119	0.13400 0.1438 119	0.20874 0.0029 70
ACT	-0.04107 0.6574 119	-0.11251 0.2231 119	0.08968 0.3321 119	0.11901 0.1993 118	0.12184 0.1868 119	-0.14123 0.1255 119	1.00000 0.6351 119	0.04395 <.0001 119	0.54302 <.0001 119	-0.43263 <.0001 119	-0.00552 0.9524 119	-0.01533 0.8686 119	-0.45742 <.0001 119	-0.51320 <.0001 119	-0.38807 0.0007 119	-0.24852 0.0380 70
ACR	0.09177 0.3209 119	-0.09959 0.2812 119	0.08519 0.3570 119	-0.01918 0.0367 118	0.37388 <.0001 119	0.32536 0.0003 119	0.04395 0.6351 119	1.00000 0.0140 119	0.22477 0.0140 119	0.00051 0.9956 119	-0.13008 0.1585 119	0.00051 0.7698 119	-0.02711 0.5264 119	-0.05865 0.6966 119	-0.05176 0.5761 119	0.01899 0.9281 70
PSM	-0.12791 0.1656 119	0.06811 0.4618 119	0.21861 0.0169 119	0.24246 0.0082 118	0.08299 0.3695 119	-0.18040 0.0402 119	0.54302 <.0001 119	0.22477 0.0140 119	1.00000 <.0001 119	-0.62780 0.0132 119	-0.22652 0.0132 119	0.01546 0.8675 119	-0.51509 <.0001 119	-0.69286 <.0001 119	-0.34360 0.0001 119	-0.12045 0.3206 70
MZC	0.31534 0.0005 119	-0.01114 0.9043 119	-0.37404 <.0001 119	-0.45547 <.0001 118	-0.02777 0.7644 119	0.26454 0.0036 119	-0.43263 <.0001 119	0.00051 0.9956 119	-0.62780 <.0001 119	1.00000 0.0756 119	0.16340 0.0756 119	0.10864 0.2395 119	0.59250 <.0001 119	0.09180 <.0001 119	0.36382 <.0001 119	0.35963 0.0022 70
MZP	0.06144 0.5069 119	-0.11914 0.1969 119	0.09836 0.2872 119	0.12779 0.1679 118	0.02106 0.8202 119	-0.02044 0.7588 119	-0.00552 0.9524 119	-0.13008 0.1585 119	-0.22652 0.0132 119	0.16340 0.0756 119	1.00000 0.119 119	0.09223 0.3184 119	-0.01397 0.8801 119	0.10474 0.2570 119	0.07831 0.3973 119	-0.16200 0.1803 70
MZV	0.14767 0.1090 119	-0.01955 0.8329 119	0.29298 0.0012 119	0.26714 0.0035 118	0.32161 0.0004 119	0.21764 0.0174 119	-0.01533 0.8686 119	-0.02711 0.7698 119	0.01546 0.8675 119	0.10864 0.2395 119	0.09223 0.3184 119	1.00000 0.0117 119	-0.23038 0.0117 119	-0.06086 0.5109 119	-0.07037 0.4469 119	0.12192 0.3147 70
MZL	0.13147 0.1541 119	-0.05359 0.5627 119	-0.40043 <.0001 119	-0.41916 <.0001 118	-0.15312 0.0964 119	0.14412 0.1179 119	-0.45742 <.0001 119	-0.05865 0.5264 119	-0.51509 <.0001 119	0.59250 <.0001 119	-0.01397 <.0001 119	-0.23038 0.8801 119	1.00000 0.0117 119	0.63911 <.0001 119	0.56071 <.0001 119	0.18105 0.1336 70
PG_Gm	0.23310 0.0107 119	0.00226 0.9805 119	-0.26566 0.0035 119	-0.38223 <.0001 118	0.00241 0.9792 119	0.28350 0.0018 119	-0.51320 <.0001 119	-0.03611 0.6966 119	-0.69286 <.0001 119	0.09180 <.0001 119	0.10474 0.2570 119	-0.06086 0.5109 119	0.63911 <.0001 119	1.00000 <.0001 119	0.36881 <.0001 119	0.42683 0.0002 70
Hum_percent	0.07539 0.4152 119	0.04551 0.6231 119	-0.19377 0.0347 119	-0.11768 0.2044 118	0.00478 0.9589 119	0.13400 0.1438 119	-0.38807 0.0007 119	-0.05176 0.5761 119	-0.34360 0.0001 119	0.36382 <.0001 119	0.07831 0.3973 119	-0.07037 0.4469 119	0.56071 <.0001 119	0.36881 <.0001 119	1.00000 <.0001 119	-0.37807 0.0016 70
PV_Kg_Hl	0.09210 0.4483 70	-0.11575 0.3400 70	-0.08155 0.5021 70	-0.28779 0.0157 70	0.09914 0.4142 70	0.20874 0.0029 70	-0.24852 0.0380 70	0.01899 0.9281 70	-0.12045 0.3206 70	0.35963 0.0022 70	-0.16200 0.1803 70	0.12192 0.3147 70	0.18105 0.1336 70	0.42683 0.0002 70	-0.37807 0.0016 70	1.00000 0.0016 70

V1: Días a Floración Masculina (DFM), V2: Días a Floración Femenina (DF), V3: Altura de Mazorca (AMZ), V4: Altura de Planta (APT), V5: Acame de Tallo (ACT), V6: Acame de Raíz (ACR), V7: Plantas Sin Mazorca (PSM), V8: Mazorcas Cosechadas (MZC), V9: Mazorcas Podridas (MZP), V10: Mazorcas Vacías (MZV), V11: Mazorcas Llenas (MZL). Calificación de llenado (9 = >90% llenado, 1 = <10% llenado), V12: Peso Grano (PG), V13: Porcentaje de Humedad en cosecha (HUM), V14: Peso Volumétrico (PV) en KG/H.