



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Tlajomulco



TESIS

CON EL TEMA:

“EVALUACION DE VEINTE HIBRIDOS DE MAIZ (*Zea mays*) EN CUATRO LOCALIDADES DE JALISCO”

QUE PRESENTA:

JOSE LUIS BECERRA MORENO

ASESOR:

MC. JORGE ARMANDO PERALTA NAVA

REVISORES:

**ICE. ANA LUISA GARCIA CORRALEJO
ING. FAUSTINO RAMIREZ RAMIREZ**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN AGRONOMIA**

TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA, JALISCO. FEBRERO, 2023.



Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, **07/febrero/2023**

No. DE OFICIO: D.SA/257/2023

ASUNTO: Autorización de impresión
definitiva y digitalización

**C. JOSE LUIS BECERRA MORENO
PASANTE DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN AGRONOMÍA
P R E S E N T E**

Dado que el Comité dictaminó como **APROBADA** su TITULACIÓN INTEGRAL OPCIÓN I (TESIS), con el tema **“EVALUACION DE VEINTE HIBRIDOS DE MAIZ (*Zea mays*) EN CUATRO LOCALIDADES DE JALISCO”** y determinó que da cumplimiento con los requisitos establecidos, se le notifica que tiene la autorización para su impresión definitiva y digitalización.

Sin otro particular quedo de usted.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica®
Educar para la Sociedad Actual y los Retos del Futuro*

**C. MARÍA ISABEL BECERRA RODRÍGUEZ
DIRECTORA DEL PLANTEL**



C.c.p.- Coordinación de Apoyo a la Titulación. - Edificio
C.c.p.- Minutario. -

MIBR/AIBR/ALGC/mjhc



Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, **02/FEBRERO/2023**

No. DE OFICIO: D.SA/DCA/044/2023
ASUNTO: Liberación de proyecto para
la titulación integral.

ICE. ANA LUISA GARCIA CORRALEJO
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

NOMBRE DEL ESTUDIANTE Y/O EGRESADO:	JOSE LUIS BECERRA MORENO
NO. DE CONTROL:	18940348
PRODUCTO:	OPCIÓN I (TESIS)
CARRERA:	INGENIERÍA EN AGRONOMIA
NOMBRE DEL PROYECTO:	"EVALUACION DE VEINTE HIBRIDOS DE MAIZ (<i>Zea mays</i>) EN CUATRO LOCALIDADES DE JALISCO"

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

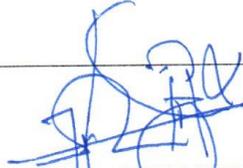
ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Educando para la Sociedad Actual y los Retos del Futuro



S.E.P.
TECNM
14DIT0003B
IT TLAJOMULCO
DEPARTAMENTO
CIENCIAS
AGROPECUARIAS


ING. MIGUEL HERNÁNDEZ FLORES
RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO
DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

 MC. JORGE ARMANDO PERALTA NAVA Nombre y firma del asesor	 ICE. ANA LUISA GARCÍA CORRALEJO Nombre y firma del revisor	 ING. FAUSTINO RAMÍREZ RAMÍREZ Nombre y firma del revisor
---	---	---

C.c.p.- Expediente.
PYC/mjhc*



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por darme la vida y brindarme salud y la fuerza para concluir con mi carrera.

Al Instituto Tecnológico de Tlajomulco por darme la oportunidad y el espacio en sus instalaciones para llevar a cabo mis estudios académicos y poder formarme como profesional.

Al MC. Jorge Armando Peralta Nava, por el compromiso y gran apoyo que me brindó en las distintas etapas como docente, tutor y asesor.

A la DRA. Irma Guadalupe López Muraira por su gran compromiso y apoyo que me brindó como docente, y al permitirme colaborar en la base de datos del herbario del Instituto Tecnológico de Tlajomulco.

A mi esposa Claudia Vázquez e hijos Luis Manuel, Diego Armando, Jose Javier, y América Ximena, por entender que durante toda mi carrera, fue necesario sacrificar momentos especiales a su lado para así poder completar exitosamente mi formación académica profesional.

A la empresa Bayer de México, por ser mi lugar de trabajo y la misma que me apoyó durante toda la carrera, y tuve la oportunidad de estudiar, trabajar y realizar mis prácticas profesionales.

Al MC. Antonio de Jesús Vela Colorado, por su gran apoyo en el proceso y desarrollo de la investigación y en los análisis estadísticos.

Al MC. Juan Manuel Cruz Monasterio, por la oportunidad y confianza que me brindó en esta etapa de mi vida para formarme como profesional.

A todos mis compañeros y amigos que me acompañaron en la carrera y me brindaron su apoyo y su amistad incondicional.

DEDICATORIA

A mi madre Ma. Luz Moreno de León, por darme su cariño y brindarme su amor de madre en todo momento y por todos los desvelos que pasó por mí.

A mi padre Eliverto Becerra Morales por su gran apoyo y ejemplo que siempre me brindó y por todos los buenos consejos que recibí para ser una persona de bien.

A mi esposa Claudia e hijos, Luis Manuel, Diego Armando, Jose Javier, America Ximena por brindarme el apoyo necesario para culminar la carrera.

A mis hermanos: Armando, Heriberto, Arcelia, Gerardo, Honorio, Griselda, Juan Carlos por ser una gran familia.

A mis hermanos Francisco y Héctor que desde donde se encuentren siempre estarán presentes en mi memoria.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	2
DEDICATORIAS.....	3
ÍNDICE.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	8
RESUMEN.....	9
I INTRODUCCIÓN.....	10
II HIPÓTESIS.....	12
III OBJETIVOS.....	13
3.1 OBJETIVOS GENERALES.....	13
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
IV REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
4.1. Origen e importancia del Maíz.....	14
4.2. Descripción botánica.....	14
4.3. Importancia de Jalisco en la producción de maíz.....	15
4.3.1. Superficie sembrada con híbridos en Jalisco	16
4.4. Que es el mejoramiento genético.....	17
4.4.1. Enfoques del mejoramiento genético	17
4.5. Qué son los híbridos.....	18
4.5.1. Tipos de híbridos.....	20
V MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
5.1. Ubicación de los ensayos.....	23

5.2. Preparación de semilla.....	24
5.3. Material genético.....	24
5.4. Preparación de terrenos.....	25
5.5. Establecimiento de los ensayos y manejo agronómico.....	26
5.6. Croquis y tamaño de unidad experimental.....	27
5.7. Variables medidas	28
5.8. Tipo de cosecha	30
5.9. Diseño experimental.....	31
5.10. Análisis estadísticos.....	31
VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
VII CONCLUSIONES.....	53
VIII BIBLIOGRAFIA.....	54

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Ubicación de parcelas con las siembras experimentales.....	22
Figura 2.- Preparación de semilla.....	23
Figura 3.- Implementos agrícolas utilizados en la preparación de terrenos.....	24
Figura 4.- Implementos agrícolas utilizados en el manejo agronómico.....	26
Figura 5.- Croquis de siembras en parcelas	27
Figura 6.- Toma de variable de floración hembra.....	27
Figura 7.- Toma de variable de altura de planta	28
Figura 8.- Toma de variable de altura de mazorca.....	28
Figura 9.- Registro de datos (PK), (PE), (HG) de cosecha.....	29
Figura 10.- Cosecha mecánica de experimentos con trilladora NEW HOLLAND CR6090	29
Figura 11.- Gráfica de la variable humedad en Riego.....	34
Figura 12.- Gráfica de la variable peso total en Riego.....	35
Figura 13.- Gráfica de la variable peso específico en Riego.....	37
Figura 14.- Gráfica de la variable número de planta en Riego.....	38
Figura 15.- Gráfica de la variable floración hembra en Riego.....	40
Figura 16.- Gráfica de la variable altura de planta en Riego.....	41
Figura 17.- Gráfica de la variable altura de mazorca en Riego.....	42
Figura 18.- Gráfica de la variable humedad en Temporal.....	43
Figura 19.- Gráfica de la variable peso total en Temporal.....	45
Figura 20.- Gráfica de la variable peso específico en Temporal.....	46
Figura 21.- Gráfica del variable número de plantas en Témpora.....	48

Figura 22.- Gráfica de la variable floración hembra en Temporal.....	49
Figura 23.- Gráfica de la variable altura de planta en Temporal.....	50
Figura 24.- Gráfica de la variable altura de mazorca en Temporal.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Híbridos evaluados en las parcelas experimentales.....	24
Tabla 2.- ANOVA realizado a las Variables en condición de riego.....	32
Tabla 3.- ANOVA realizado a las Variables en condición de Temporal.....	33

RESUMEN

El cultivo del maíz (*Zea mays*) es muy importante a nivel mundial, en México es muy importante para el consumo humano a través de los distintos productos derivados del él tales como (aceite, jarabe, alcohol entre otros) así también como para el sector pecuario, por eso la importancia de aprovechar más el terreno e incrementar la producción de maíz en menos espacio.

El objetivo de evaluar los rendimientos de híbridos en las zonas de Jalisco la Ciénega y Occidente, Tlajomulco, Ameca, San Antonio de Rivas y La Noria se establecieron entre los meses de mayo y junio del 2022, la semilla híbrida utilizada en los ensayos de rendimiento fue proporcionada por Bayer. El diseño experimental fue el Parcelas divididas con bloques al azar con tres repeticiones.

Se evaluaron 20 híbridos en localidades en diferentes ambientes, en los resultados obtenidos se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en las variables de: Humedad de grano el MACO9 presentó menor humedad en las cuatro localidades, para el Toneladas por hectárea, el MACO16 se mantuvo entre los pesos más altos en las cuatro localidades, para el Peso específico, el MACO8 se mantiene con peso específico más alto en las cuatro localidades, Plantas por hectárea, en las densidades vemos los híbridos se mantienen dentro 85,000 a 90,000 plantas por hectárea, en la Floración hembra, el MACO9 se mantiene entre los más precoces en las cuatro localidades, la Altura de planta y Altura de mazorca presentan diferencias entre el mismo híbrido en las cuatro localidades.

Los resultados demostraron que los híbridos proporcionados por Bayer poseen una gran variabilidad genética en los distintos ambientes, y se logró detectar al menos un híbrido que mantuvo rendimientos competitivos en las dos zonas de Jalisco.

I INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen muchas empresas dedicadas a vender semilla híbrida de maíz (*Zea mays*), en ocasiones la semilla no cumple con la calidad física y genética requerida, MONSANTO COMERCIAL S. DE R.L. DE C.V. es una empresa comprometida a la investigación, producción y comercialización de semilla híbrida de maíz (*Zea mays*) la cual nos da la seguridad de que estamos adquiriendo semilla de una excelente calidad física y genética,

Los antiguos agricultores mesoamericanos se dieron cuenta de que ciertos cambios del teocintle era comestible y guardaban la semilla de sus mejores mazorcas para sembrarla en el siguiente ciclo, así es como dio inicio al mejoramiento genético del maíz. Después de generaciones de selección visual selectiva influenciada por las distintas preferencias de los agricultores y por diferentes climas y puntos geográficos, el maíz evolucionó para convertirse en una especie llena de diversidad. (Ortiz, 2016)

El estado de Jalisco destaca no sólo por su actividad agrícola, que lo coloca entre los primeros cinco lugares a nivel nacional, sino por su sobresaliente papel en la producción de maíz, ya que en 2013 ocupó el segundo lugar en ese renglón. Actualmente la entidad se encuentra ante el reto de producir no sólo maíz blanco sino maíz amarillo, del cual México es deficiente. Asimismo, este estado, por sus condiciones climáticas, no sólo es buen productor de maíz grano, sino también de semilla. (Castañeda Zavala et al., 2014)

La semilla híbrida de maíz proporciona a los agricultores híbridos que poseen características genéticas mejoradas, como el alto potencial de rendimiento y combinaciones de caracteres únicas para combatir las enfermedades y condiciones adversas. Sin embargo, la calidad de la semilla híbrida depende fundamentalmente de los métodos de producción en campo que se utilicen los cuales deben cumplir con normas que garanticen la calidad y de la implementación de un manejo agronómico apropiado. Si bien la producción de semilla de variedades de maíz de polinización libre es relativamente sencilla, la producción de semilla híbrida requiere

que se apliquen prácticas de campo adicionales que son esenciales para lograr una buena producción. (MacRobert et al., 2015)

II HIPÓTESIS

Identificar genotipos con el potencial genético para las diferentes zonas a evaluar en este trabajo de investigación que permita aumentar o mantener el rendimiento en menor superficie sembrada con maíz.

HIPÓTESIS NULA

Los híbridos evaluados en las dos localidades de Jalisco no mostraron diferencias en su etapa de crecimiento ni en el rendimiento final.

HIPÓTESIS ALTERNA

Los híbridos evaluados en las dos localidades de Jalisco al menos uno tendrá mejor adaptación a las condiciones.

III OBJETIVOS

3.1 OBJETIVOS GENERALES

- EVALUAR 20 HÍBRIDOS DE MAÍZ (*ZEA MAYS*) EN LA REGIÓN CIÉNEGA-OCCIDENTE DEL ESTADO DE JALISCO

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el comportamiento de los 20 híbridos en 4 localidades del estado de Jalisco, 2 localidades experimentales en condiciones de riego (La Noria, San Antonio de Rivas) y 2 en condiciones de temporal (Tlajomulco, Ameca).
- Identificar al menos un híbrido de maíz, con más potencial de rendimiento y adaptación a las distintas condiciones ambientales de cada zona.

IV REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Origen e importancia del Maíz (*Zea Mays*)

Su origen se dio en la región central de México a través de la fusión de plantas que crecían en forma silvestre como el teocintle o teosinte.

El maíz pertenece a la familia de las Poáceas o Gramíneas y es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen, es una planta domesticada y altamente productiva que no crece en forma salvaje por lo que es completamente dependiente de los cuidados del hombre. (Mercados Agropecuarios, Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo;, 2018)

El maíz tiene la ventaja de que es el único cereal que puede ser usado como alimento en cualquier etapa del desarrollo de la planta. Se encuentra en forma de mazorca. El grano es un cariósipide de forma aplastada. El pericarpio constituye alrededor de 5 a 6% del peso total del grano. Su alto contenido en carbohidratos y proteínas lo hace el cereal ideal para todos los días. (SIAP, 2021)

4. 2 Descripción Botánica.

El maíz es una planta monocotiledónea muy cultivada a lo largo de todo el mundo, siendo uno de los alimentos de consumo básico en muchas poblaciones. Perteneciente a la familia de las Poáceas, de la tribu Maydeas, las especies del género *Tripsacum* son formas salvajes parientes del maíz, también con origen americano, pero sin valor económico directo. (Sánchez Ortega, 2013)

Tallo: El tallo es simple erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar los 4 metros de altura, es robusto y sin ramificaciones. Por su aspecto recuerda al de una caña, no presenta entrenudos y si una médula esponjosa si se realiza un corte transversal.

Inflorescencia: El maíz es de inflorescencia monoica con inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta.

En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad

muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla que compone la panícula se presentan tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral.

Hojas: Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes.

Raíces: Las raíces son fasciculadas y su misión es la de aportar un perfecto anclaje a la planta. En algunos casos sobresalen unos nudos de las raíces a nivel del suelo y suele ocurrir en aquellas raíces secundarias o adventicias. (CONACYT, 2019)

4.3 Importancia de Jalisco en la producción de maíz

Jalisco es uno de los grandes productores de maíz a escala nacional: ocupa actualmente el segundo lugar. La entidad destaca por su producción de maíz blanco, aunque hoy se encuentra también ante el reto de producir amarillo. En 2013 obtuvo una producción de 2,753 millones de toneladas de maíz blanco, con un rendimiento promedio de 5.62 ton/ha; y 548,560 toneladas de maíz amarillo, las cuales reportaron un rendimiento promedio de 6.49 ton/ha. (Castañeda Zavala *et al.*, 2014)

El maíz puede cultivarse en diversos suelos y condiciones climáticas, que abarcan desde el nivel del mar hasta las zonas altas de montaña. En 2012, una de cada tres hectáreas cultivadas en el país correspondió al maíz: 91% de la producción fue de blanco, para el consumo humano. Sinaloa y Jalisco aportan la tercera parte de la producción nacional, que es autosuficiente con relación a la cantidad de grano que se requiere para fabricación de tortillas; sin embargo, importa cerca de 9.4 millones de toneladas de maíz amarillo para el sector pecuario (Sagarpa, 2014). (Castañeda Zavala *et al.*, 2014)

Aunque se mencionan como variedades de un mismo producto –el maíz– en función de su color y características, el blanco y el amarillo son productos

diferenciados y constituyen mercados distintos. El primero se utiliza principalmente para la elaboración de las tradicionales tortillas y de tamales, pero también se emplea para obtener aceite o en la fabricación de barnices, pinturas, cauchos artificiales y jabones. El segundo se puede destinar al consumo humano en una amplia variedad de platillos; sin embargo, en la actualidad su destino principal está en la alimentación del ganado y en la industria para la producción de almidones y polímeros, entre otros. (Castañeda Zavala *et al.*, 2014).

4.3.1 Superficie sembrada con híbridos en Jalisco

Jalisco cuenta con 8' 013, 700 Has, de las cuales 1' 721,153 son tierras agrícolas, es decir, el 21 % presenta vocación para las prácticas agrícolas productivas, de este total el 83 % (1'428,557 Has) se explotan bajo condiciones de temporal y el 17 % (292,596 Has) bajo condiciones de riego, así mismo se considera que de 1'721,153 Has, el 20 %, es decir unas 344,230 Has, representan la frontera agrícola y requieren de infraestructura complementaria para incorporarlas a la producción. (María, n.d.)

El maíz grano es de suma importancia en la dieta de los mexicanos, de ahí que sea el que más se cultive y tenga presencia en todas las entidades del país. En 2020 se registró un récord histórico en su producción al alcanzar 27 millones 425 mil toneladas, lo que significó 0.7% más que en 2019. (SIAP, 2021)

Maíz forrajero su uso se destina en mayor medida como alimento para el ganado. En 2020 se cultivaron 608 mil 700 hectáreas, que generaron una producción de 16 millones 768 mil toneladas (7.7% mayor a la registrada en 2019 y 16.2% superior al promedio de los últimos 10 años). (SIAP, 2021)

Superficie Sembrada de maíz: 605,082.19 (Ha.) Superficie Cosechada: 584,027.72 (Ha.) Producción: 3,235,188.63 (Ton.) Rendimiento: 5.54 (Ton/Ha.) PMR: 3,753.88 (\$/Ton.) Valor de la Producción: 12,144,495.42 (Miles de Pesos) % de Participación Nacional: 14.66 Lugar Nacional en Producción: 2° Producción Nacional: 22,069,254.42 (Ton.) Principales Municipios Productores La Barca Lagos de Moreno Jajay Ayotlán Atotonilco el Alto Zapopan Zapotlán del Rey Tlajomulco de Zúñiga San Martín Hidalgo Ameca (SADER, 2014).

4.4 Que es el mejoramiento genético

El mejoramiento de las especies cultivadas comenzó hace más tiempo de lo que imaginamos, precisamente cuando inició la agricultura. Los primeros agricultores, intuitivamente seleccionaron semillas de aquellas plantas que producían los mejores frutos (frutos que les gustaban más), estos agricultores ya comenzaron a seleccionar a los cultivos como los conocemos en la actualidad, hace ya más de 10 siglos. (Nakayama *et al.*, 2018)

El mejoramiento genético de los cultivos es una práctica que nació con la misma agricultura. Los procesos de selección de las semillas de los frutos de mayor calidad permitieron fijar el genotipo más ventajoso de las especies cultivadas. (AGROSPRAY, 2021)

El mejoramiento genético de plantas se define como el conjunto de operaciones que partiendo de un grupo de individuos cuyas cualidades no se encuentran en la condición requerida, permite obtener otro grupo capaz de reproducirse, que se denomina cultivar y que constituye un progreso en algunas características, como un medio para satisfacer, cada vez en mejor forma, las necesidades de la humanidad. (Nakayama *et al.*, 2018)

El mejoramiento genético de los cultivos es el conjunto de operaciones que permiten fijar características óptimas de genotipo. A partir de un grupo se obtiene otro con capacidad de reproducirse con el progreso de sus características. (AGROSPRAY, 2021)

4.4.1 Enfoques del mejoramiento genético

Los programas de mejoramiento genético que se usan actualmente han evolucionado a partir de dos fuentes principales: por una parte los métodos tradicionales de mejora basados en la idea correcta pero demasiado gruesa de “lo mejor produce mejor” (selección), la necesidad de «refrescar la sangre» (control de la consanguinidad), y por otra, los avances en genética de las características

productivas, que han hecho evolucionar estas ideas básicas hacia métodos científicamente fundamentados, especialmente desde 1950. (Montaldo., 2022)

En los programas de mejoramiento de cultivos de interés agrícola es necesario contar con una amplia base genética que garantice suficiente variabilidad para tener probabilidades de seleccionar los genotipos. Esencialmente este programa consiste en tres fases: generación de la variabilidad genética, selección de genotipos y evaluación de los genotipos seleccionados con caracteres agronómicos ideales. (Nakayama *et al.*, 2018)

La domesticación es un proceso por el cual las plantas silvestres se convierten en cultivadas. En la época de la agricultura incipiente, el hombre aprendió a obtener semillas de las plantas silvestres y a sembrarlas para beneficiarse de la cosecha. Poco a poco fue usando algunos procedimientos elementales de selección para mejorar sus cultivos, basados en la simple observación de que los hijos se parecen a los padres. (Camarena Mayta *et al.*, 2017)

Aunque los procedimientos de selección deben haberse hecho más eficientes a medida que la agricultura desarrollaba, lo más probable es que las grandes diferencias que ahora se notan entre las plantas cultivadas y sus parientes silvestres, hayan sido producto de la adaptación a un medio más controlado y a otros procesos naturales, más que a la aplicación de métodos eficientes de selección. El mejoramiento de cultivos hasta llegar a las formas que actualmente conocemos, tiene que haberse realizado con la aplicación de alguna forma de selección. (Camarena Mayta *et al.*, 2017)

4.5 Qué son los híbridos

Define a un híbrido como el aumento de tamaño o en vigor de un individuo con respecto a sus progenitores. (MacRobert *et al.*, 2015)

Un organismo híbrido es un ejemplar cuyos progenitores pertenecen a distintas especies. Puede tratarse de un vegetal o de un animal. (Pérez Porto & Merino, 2018)

Hasta el siglo XX, el maíz se fue mejorando a través de variedades de polinización abierta, que eran una colección de individuos heterocigotos y heterogéneos. Estas variedades fueron evolucionando gracias a la selección realizada por las distintas civilizaciones americanas. Sin embargo, gracias a los avances en el conocimiento de su genética, fue posible desarrollar líneas (genéticamente uniformes) con características particulares, a partir de las que los mejoradores lograron construir semillas híbridas, con cualidades superiores. En la actualidad se desarrollan nuevos híbridos con mayor rendimiento y mejores características agronómicas, capaces de resistir enfermedades y plagas. Los avances de la biología molecular y de las técnicas de ingeniería genética abren una nueva etapa en la biotecnología aplicada a la agricultura, y ofrecen nuevas tecnologías para la producción de maíz (Gear, 2006).

Se entiende como hibridación al aprovechamiento de la generación F1 proveniente del cruzamiento entre dos, tres o cuatro tipos de maíz, con caracteres bien definidos, para obtener un material, que reúna las condiciones deseadas, como: resistencia o tolerancia a las enfermedades, alto rendimiento, precocidad, resistencia a la sequía, etc. (Maria, 1997).

En términos sencillos, un híbrido de maíz resulta cuando una planta de maíz fecunda a otra que genéticamente no está emparentada con la primera. La planta que produce la semilla se denomina progenitora hembra o de semilla, en tanto que la planta que proporciona el polen para fecundar a la hembra se denomina progenitor macho o de polen. En otras palabras, una planta hembra es cruzada con una planta macho a fin de producir semilla híbrida. Esta semilla posee una configuración genética única, resultado de ambos progenitores, y produce una planta con ciertas características. Los fitomejoradores generan los progenitores hembra y macho de cada híbrido con el fin de crear progenies con ciertas características, como una madurez específica, resistencia a enfermedades, cierto color de grano, calidad de procesamiento, etc. Ésta es la semilla híbrida única que los agricultores sembrarán en sus campos. Cuando un agricultor compra la semilla

de cierto híbrido, espera que tenga un desempeño en el campo igual al que se señala en la descripción de la variedad. (MacRobert *et al.*, 2015)

4.5.1. Tipos de híbridos

Los híbridos de maíz más comunes son los de cruza simple, triple y doble. Un híbrido de cruza simple se genera mediante la cruza de dos líneas endogámicas; para crear uno de cruza triple se cruza un híbrido simple con una línea endogámica, y un híbrido de cruza doble se genera cruzando dos híbridos de cruza simple. Los otros dos tipos de híbridos son los mestizos y los intervarietales. Un híbrido mestizo resulta de la cruza entre una variedad de polinización libre y una línea endogámica, en tanto que un híbrido intervarietal es el resultado de la cruza de dos variedades de polinización libre no emparentadas. (MacRobert *et al.*, 2015)

Híbridos cruza simples A x B. Es la resultante de la primera generación del cruzamiento entre dos líneas homocigotas. Dicha cruza se utiliza en la formación de algunas de las clases de híbridos considerados en la presente Regla. Lo anterior no excluye la posibilidad de destinar la semilla producida para siembras comerciales o para cualquier otro uso; no obstante, esta decisión le compete exclusivamente al productor de la misma. (Aquiles *et al.*, n.d.)

Una cruza simple, (A x B), se hace combinando dos líneas puras. Las cruza simples tienden a ser de rendimiento ligeramente mayor y más uniformes en las características de la planta y la mazorca que otros tipos de híbridos. (Jugenheimer 1981).

Es un híbrido creado mediante el cruzamiento de dos líneas endogámicas, la semilla del híbrido F1 es la que se vende a los agricultores para la siembra, por lo común los híbridos simples son más uniformes y tienden a presentar un mayor potencial de rendimiento en condiciones ambientales favorables. (Chávez 1995).

Híbridos cruza triple (A x B) x C. El híbrido F1 es cruzado con una línea pura para producir un híbrido tres vías (A x B) x C. El híbrido simple se utiliza como progenitor femenino, y, para que la línea pura utilizada como progenitor masculino dé buenos resultados, debe ser una excelente productora de polen. (Allard 1967)

Generalmente, la semilla de cruza de tres vías, $(A \times B) \times C$, es menos costosa de producir que la de cruza simple, aunque más cara que la de cruza doble. Las cruza de tres elementos tienden a ser más uniformes y a tener un rendimiento ligeramente superior que el de las cruza dobles. (Jugenheimer, 1981).

Es el cruzamiento resultante entre un híbrido simple (F_1 de la cruza simple) con una tercera línea. Se utiliza en siembras comerciales para la producción de grano. (Chávez, 1987).

Híbridos cruza doble $(A \times B) \times (C \times D)$. Allard (1967), menciona que un híbrido doble es la F_1 de dos híbridos simples. Así, si A,B,C, y D representan líneas puras, uno de los híbridos simples posibles puede estar representado por $A \times B$ y uno de los posibles híbridos dobles por $(A \times B) \times (C \times D)$. En un híbrido doble la semilla utilizada para la siembra comercial se produce sobre uno de los híbridos sencillos que produce dos o tres veces más que cualquier línea pura. El otro híbrido sencillo produce polen en abundancia y por tanto hay que concederle menos terreno que si el progenitor masculino fuese una línea pura. El mismo autor menciona que aunque la primera producción comercial de un híbrido doble tuvo lugar en 1921, transcurrió un considerable periodo de tiempo antes de que el maíz híbrido llegase a ser un factor importante en la agricultura. En 1933, menos del 1% de la superficie sembrada de maíz lo era de maíces híbridos, y en tanto que para 1944 las variedades híbridas ocupaban más del 80% de la superficie.

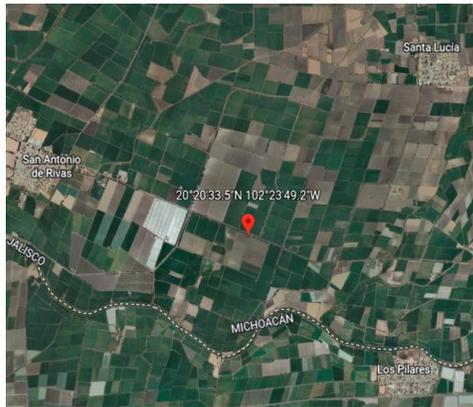
Chávez (1995), menciona que el híbrido doble se forma a partir de cuatro líneas autofecundadas, es decir, es la progenie híbrida obtenida de una cruza entre dos cruza simples. Las cruza no son tan uniformes como las cruza simples, debido a que las cuatro líneas no siempre combinan bien en todos sus pares de genes; por tal motivo, hay mayor variabilidad de plantas en este tipo de cruza. Asimismo, es importante señalar que una cruza simple produce mayor rendimiento que una triple y ésta, a su vez más que la doble, en la mayoría de los casos. Menciona también que para formar las cruza dobles son necesarios los siguientes pasos: 1. Formación de líneas autofecundadas homocigóticas uniformes. 2. Cruzamientos entre estas líneas en combinaciones que produzcan híbridos simples uniformes y

productivos. 3. Cruzamientos entre las cruza simples en combinaciones que produzcan híbridos productivos de cruza doble.

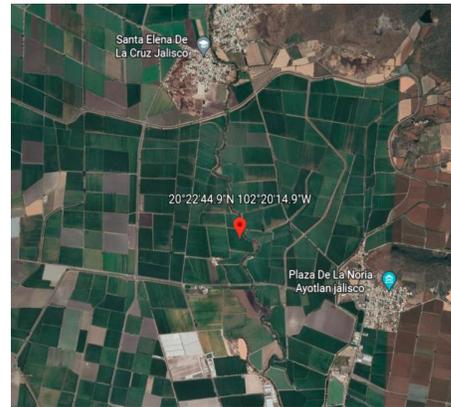
V MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Ubicación de los ensayos

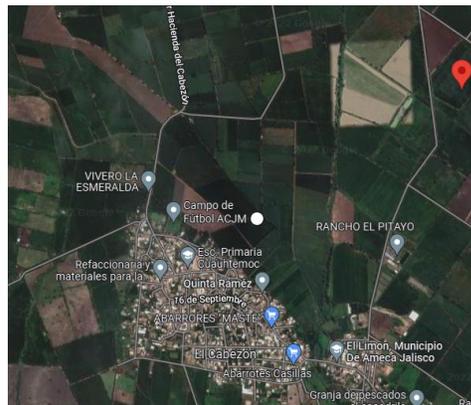
Los ensayos de evaluación se establecieron en época de primavera del 2022 en 2 zonas de Jalisco, Ciénega y Occidente, en la Ciénega con 2 localidades con las condiciones de siembra de punteo de riego, en el Occidente con 2 localidades con las condiciones de temporal,



San Antonio de Rivas Jal. (Riego)
(20.34262651,-102.39699438,)



La Noria Jal. (Riego)
(20.37915090 -102.3374835,)



Ameca, Jal. (Temporal) (20.50700376,-
103.93776225,)



Tlajomulco de Zúñiga Jal. (temporal)
(20.43442183,-103.42102322,)

Figura 1. Imagen de la ubicación de parcelas con las siembras experimentales

5.2. Preparación de semilla

La preparación de la semilla se realizó en el centro de investigación de Monsanto Bayer, en Tlajomulco de Zúñiga Jalisco, se clasificó semilla de calidad, posteriormente se prepararon en sobres con las cantidades de semillas requeridas para cada zona, posteriormente se colocaron en cajas ordenadamente y cuidadosamente para evitar errores en la preparación.



Semilla clasificada



Contadoras de semilla

Figura 2. Preparación de las semillas.

5.3. Material Genético

Para el presente trabajo de investigación, se utilizaron 20 genotipos de maíz blanco de la empresa Bayer de México, para las marcas de Asgrow y Dekalb, los genotipos fueron evaluados en cuatro localidades de Jalisco establecidas en las regiones Ciénega y Occidente, los cuales están identificados como:

Tabla 1. Nombres de híbridos evaluados en las parcelas experimentales.

MACO-1	MACO-2	MACO-3	MACO-4	MACO-5
MACO-6	MACO-7	MACO-8	MACO-9	MACO-10
MACO-11	MACO-12	MACO-13	MACO-14	MACO-15
MACO-16	MACO-17	MACO-18	MACO-19	MACO-20

5.4. Preparación de terreno

En la preparación de los terrenos se realizó en el mes de abril y se realizó con las técnicas utilizadas en las siembras convencionales de maíz, se utilizó un tractor John Deere de la serie 6420, se desvaro después, posterior se barbecho con un arado de vertederas para la aireación y descompactación del terreno e incorporación de materia orgánica para el mejoramiento del suelo, se dio dos pasadas de rastra una al hilo y otra cruzada para una mejor preparación, para dejar en condiciones óptimas, para el establecimiento de parcelas de ensayos de rendimientos.



Barbecho



Rastra



Nivelación de terreno



Formación de surcos

Figura 3. Imagen de los implementos agrícolas utilizados en la preparación de terrenos.

5.5. Establecimiento de los ensayos y Manejo agronómico

Al momento de formar los surcos se fertilizo adicionando al suelo la mezcla física Yaramila Star 21-17-03-4S (N, P, K, S) se depositó 400 kg ha, la cual se mezcló con Counter (Terbufos 10 % G®) en dosis de 10 kg ha, para controlar plagas que atacan la semilla.

La siembra se realizó con sembradora mecánica de precisión de 4 surcos, depositando 35 semillas por surco en la Ciénega y 30 semillas por surco en Occidente, las diferencias en las densidades de población corresponde a las condiciones de riego y de temporal, las poblaciones adecuadas se lograron realizando un conteo a los primeros 15 días de emergencia, realizando así eliminación de plantas en aquellos surcos que contaron con exceso de las mismas.

A los 30 días después de la siembra se realizó una fertilización nitrogenada con urea 46 % a razón de 350 kg ha y a los 60 días después de la siembra se aplicó la última fertilización nitrogenada con urea a razón de 250 kg ha con el objetivo de favorecer el crecimiento y desarrollo de la planta.

El control de malas hierbas se realizó con, control químico pre y posterior a las siembras con aplicaciones de herbicidas pre-emergentes, utilizando Harness Xtra (Acetoclor + Atrazina) con una dosis de 2 litros/ha para el control de zacates y 2 Kg de Gesaprim calibre 90 (Atrazina) para el control de hoja ancha.

Para el control de plagas foliares, específicamente gusano cogollero [*Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith)] utilizaron los siguientes productos Coragen (Clorantraniliprol) con una dosis de 150 ml/ha, Clavis (Tiodicarb + Triflumuron), con una dosis de 350 ml/ha. Se realizaron monitoreo constante para un mejor control.



Siembras



Aplicación de insecticida con tractor



Cultivadora, fertilizadora y sellado



Aplicación de foliar con dron

Figura 4. Imagen de los implementos agrícolas utilizados en el manejo agronómico.

5.6. Croquis y tamaño de unidad experimental

La parcela constó de 4 surcos de 4.7 metros de longitud con una separación entre surcos de 0.75 m y una distancia de separación de calle de 0.80 m.

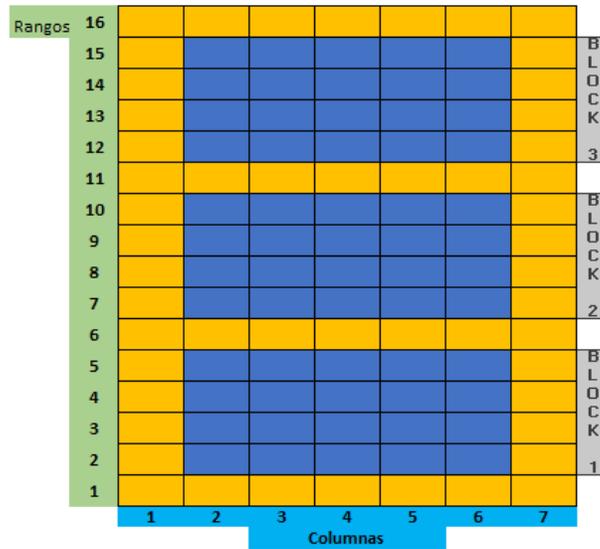


Figura 5. Imagen del croquis de siembra en parcelas

5.7. Variables medidas.

Conteo de plantas (CP), se realizó un conteo del número total de plantas por parcela útil a los 15 días de emergencia.

Días de floración hembra (FH), son los días transcurridos desde la siembra hasta que el 50 +1% de las plantas presentaron estigmas receptivos



Figura 6. Imagen de toma de variable de floración hembra.

Altura de planta (AP), medida en centímetros desde la superficie del suelo hasta la inserción de la hoja bandera. Se tomó como muestra 1 planta de porte medio de la parcela útil después de los días de floración.



Figura 7. Imagen de toma de variable de altura de planta

Altura de mazorca (AM), medida en centímetros desde la superficie del suelo al nudo de inserción de la mazorca principal. Se determinó en una muestra de 1 planta de porte promedio de la parcela útil a los 25 días después de la floración.

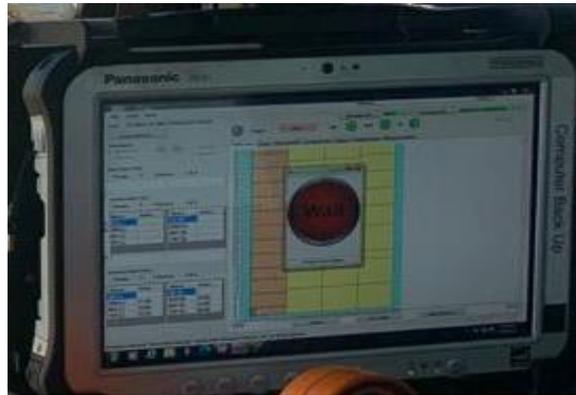


Figura 8. Imagen de toma de altura de mazorca.

Peso total en kilogramos (PK), Es el peso total del grano en kilogramos kg/h-1 de la parcela útil.

Peso específico (PE), Es el dato volumétrico (hectolitro -1) obtenido como muestra en cada una de las parcelas.

Humedad del grano (HG), Es la cantidad de agua que contiene una muestra determinada de grano.



Registro de datos de cosecha

Figura 9. Imagen de registro de variables (PK), (PE), (HG) de cosecha.

5.8. Tipo de cosecha

Las cosechas experimentales se realizaron mecánicamente, con la ayuda de una trilladora, NEW HOLLAND CR6090, modificada con un sistema de Harvest Master, que nos permitió recolectar datos agronómicos de calidad como (PK, PE, HG).



Trilladora NEW HOLLAND CR6090

Figura 10. Imagen de cosecha mecánica de experimentos con trilladora NEW HOLLAND CR6090

5.9. Diseño Experimental

El diseño utilizado es un diseño experimental de Parcelas divididas con bloques al azar con tres repeticiones.

El **modelo lineal para un DPD** con estructura de parcelas en Bloques al azar es:

$$Y_{ijk} = \mu + \gamma_k + \tau_i + (\gamma\tau)_{ki} + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$\underbrace{\hspace{10em}}_{\text{Representa a la parcela}} \quad \underbrace{\hspace{10em}}_{\text{Representa a la subparcela}}$

Y_{ijk} = Obs. de la unidad experimental. μ = Media general del ensayo.
 γ_k = Efecto de los bloques. τ_i = Efecto del tratamiento τ de la parcela.
 $(\gamma\tau)_{ki}$ = Error de la parcela [E_(a)]. β_j = Efecto del tratamiento β de la subparcela.
 $(\tau\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción de los tratamientos de la parcela y subparcela.
 ε_{ijk} = Error de la subparcela [E_(b)].

5.10. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico infostat versión 2017, se realizó la evaluación de 20 híbridos para Ciénega y Occidente

VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS EN RIEGO Y EN TEMPORAL

VARIABLES DE RIEGO

El ANOVA (Tabla 2) realizado las variables tomadas en Riego del proyecto, arrojó diferencias significativas entre los híbridos evaluados.

Tabla 2. ANOVA realizado a las Variables en condición de puteo de riego

HIBRIDO	Humedad **		Toneladas/hectarea **		Peso específico **		Plantas/hectarea **		Floración femenina **		Altura de planta *		Altura de mazorca *	
	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO
MACO1	16.6	D	20.000	A	79.31	AB	89.920	A	66	ABC	304	AB	169	C
MACO2	15.9	ABCD	17.000	C	77.89	BC	85.170	ABC	64	C	294	AB	157	ABC
MACO3	16.4	CD	18.210	ABC	78.96	ABC	89.670	AB	67	A	298	AB	167	BC
MACO4	15.6	ABCD	17.840	BC	78.90	ABC	89.680	AB	65	ABC	302	AB	156	ABC
MACO5	16.0	ABCD	18.580	ABC	79.60	AB	89.930	A	65	ABC	306	B	159	ABC
MACO6	15.3	ABCD	18.970	ABC	78.76	ABC	90.170	A	66	AB	298	AB	162	ABC
MACO7	16.5	CD	17.970	ABC	79.04	ABC	89.700	AB	66	AB	297	AB	163	ABC
MACO8	15.9	ABCD	19.400	AB	79.95	A	87.300	ABC	65	ABC	305	AB	162	ABC
MACO9	14.7	A	18.430	ABC	78.19	ABC	88.730	AB	65	ABC	298	AB	154	ABC
MACO10	14.9	AB	17.520	BC	77.88	BC	83.270	BC	64	C	295	AB	151	AB
MACO11	15.3	ABCD	18.500	ABC	77.95	BC	90.170	A	64	C	298	AB	156	ABC
MACO12	15.8	ABCD	18.470	ABC	79.01	ABC	85.430	ABC	65	ABC	304	AB	162	ABC
MACO13	15.7	ABCD	18.050	ABC	78.03	BC	88.730	AB	64	BC	303	AB	162	ABC
MACO14	15.6	ABCD	19.390	AB	78.43	ABC	88.880	AB	65	ABC	296	AB	157	ABC
MACO15	15.5	ABCD	19.090	AB	79.49	AB	88.480	AB	65	ABC	291	A	149	A
MACO16	16.6	D	19.990	A	77.37	C	89.430	AB	66	ABC	305	AB	161	ABC
MACO17	15.2	ABC	18.340	ABC	78.77	ABC	87.800	ABC	65	ABC	305	AB	164	ABC
MACO18	16.1	BCD	19.420	AB	78.60	ABC	89.970	A	65	ABC	299	AB	164	ABC
MACO19	16.1	BCD	17.430	BC	78.54	ABC	81.630	C	64	BC	302	AB	162	ABC
MACO20	15.9	ABCD	18.060	ABC	78.35	ABC	88.730	AB	65	ABC	295	AB	161	ABC

VARIABLES DE TEMPORAL

El ANOVA (Tabla 3) realizado las variables tomadas en Temporal del proyecto, arrojó diferencias significativas entre los híbridos evaluados.

Tabla 3. ANOVA realizado a las Variables en condición de puteo de riego

HIBRIDO	Humedad **		Toneladas/hectarea **		Peso específico **		Plantas/hectarea **		Floracion femenina *		Altura de planta **		Altura de mazorca **	
	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO
MACO1	15.0	ABC	16.300	ABCDEF	79.60	AB	82.620	ABCD	63	AB	304	ABC	157	ABC
MACO2	14.5	AB	16.370	ABCDE	78.07	BCDE	84.390	AB	62	AB	310	BC	160	ABC
MACO3	15.4	BC	15.550	BCDEFG	79.09	ABCD	81.790	ABCD	63	AB	306	ABC	161	ABC
MACO4	14.5	ABC	15.280	CDEFG	78.75	ABCDE	80.490	ABCD	62	AB	292	AB	158	ABC
MACO5	15.1	ABC	15.170	CDEFG	78.58	ABCDE	80.490	ABCD	63	AB	302	ABC	159	ABC
MACO6	14.6	ABC	14.720	G	77.60	DE	82.980	ABC	63	AB	299	ABC	148	A
MACO7	15.4	BC	14.890	FG	78.71	ABCDE	79.430	BCD	63	AB	302	ABC	157	ABC
MACO8	14.8	ABC	16.560	ABC	79.72	A	82.620	ABCD	61	AB	298	ABC	152	ABC
MACO9	13.9	A	16.420	ABCD	78.33	ABCDE	81.910	ABCD	60	B	296	ABC	153	ABC
MACO10	14.8	ABC	16.000	ABCDEFG	77.20	E	73.990	E	61	AB	288	A	150	AB
MACO11	14.7	ABC	16.370	ABCDE	78.36	ABCDE	80.380	ABCD	62	AB	297	ABC	158	ABC
MACO12	14.5	ABC	16.000	ABCDEFG	78.90	ABCD	79.080	CD	62	AB	299	ABC	149	AB
MACO13	15.5	BC	16.960	AB	78.46	ABCDE	82.980	ABC	62	AB	292	AB	151	ABC
MACO14	14.6	ABC	15.960	ABCDEFG	78.41	ABCDE	80.850	ABCD	62	AB	295	ABC	157	ABC
MACO15	14.4	AB	16.450	ABCD	78.10	BCDE	77.890	DE	61	AB	296	ABC	151	ABC
MACO16	15.9	C	17.240	A	77.60	DE	84.040	ABC	63	A	314	C	164	C
MACO17	15.7	BC	16.410	ABCD	79.36	ABC	80.490	ABCD	63	AB	311	BC	156	ABC
MACO18	14.6	ABC	16.910	AB	78.79	ABCDE	83.690	ABC	61	AB	313	C	162	BC
MACO19	15.0	ABC	14.920	EFG	78.88	ABCD	85.340	A	62	AB	302	ABC	161	ABC
MACO20	14.9	ABC	15.020	DEFG	77.96	CDE	80.140	BCD	61	AB	292	AB	156	ABC

Humedad (HG) en Riego

Para esta variable el ANOVA (Figura 11) se observa diferencias altamente significativas, la prueba en el agrupamiento con la prueba de Tukey se obtuvieron 4 grupos, en el Grupo A se ubica el híbrido MACO9 con 14.73% de humedad y el grupo D se ubica el híbrido MACO1 con 16.62% de humedad.

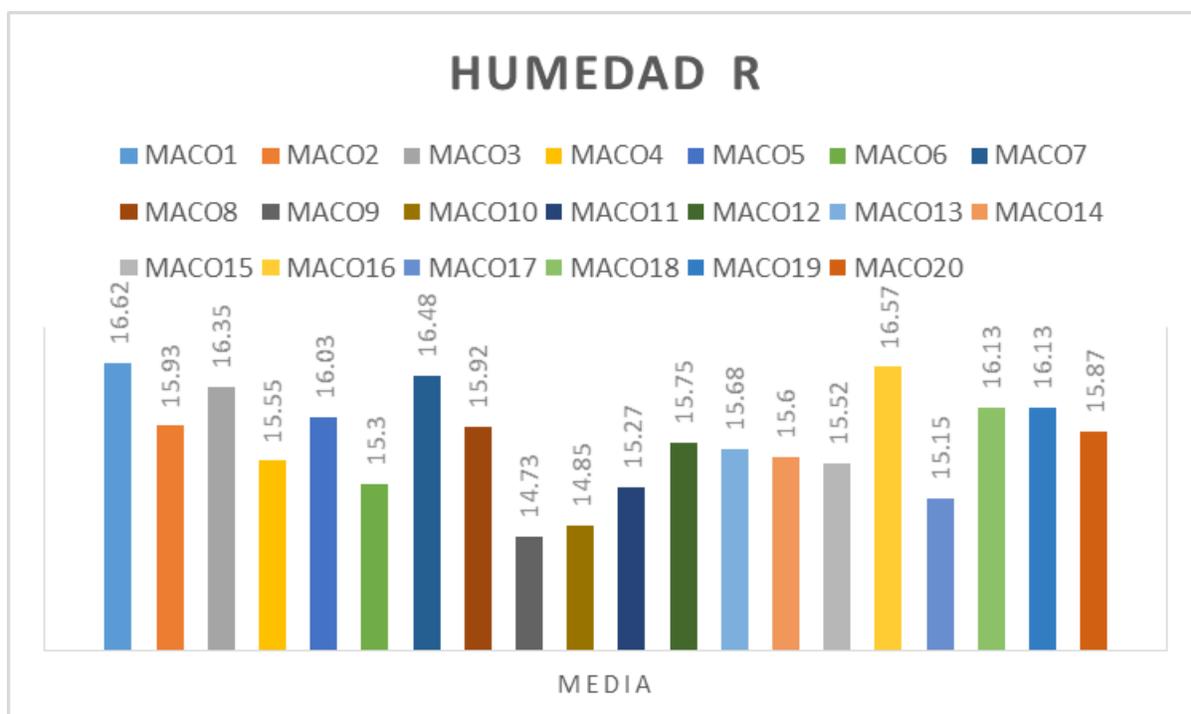


Figura 11. Gráfica de la variable humedad en Riego

Humedad (HG) en Temporal

Para esta variable el ANOVA (Figura 12) se observa diferencias altamente significativas la prueba en el agrupamiento con la prueba de Tukey se obtuvieron 3 grupos en el Grupo A se ubica el híbrido MACO9 con 13.87% de humedad y el grupo C se ubica el híbrido MACO16 con 15.86% de humedad

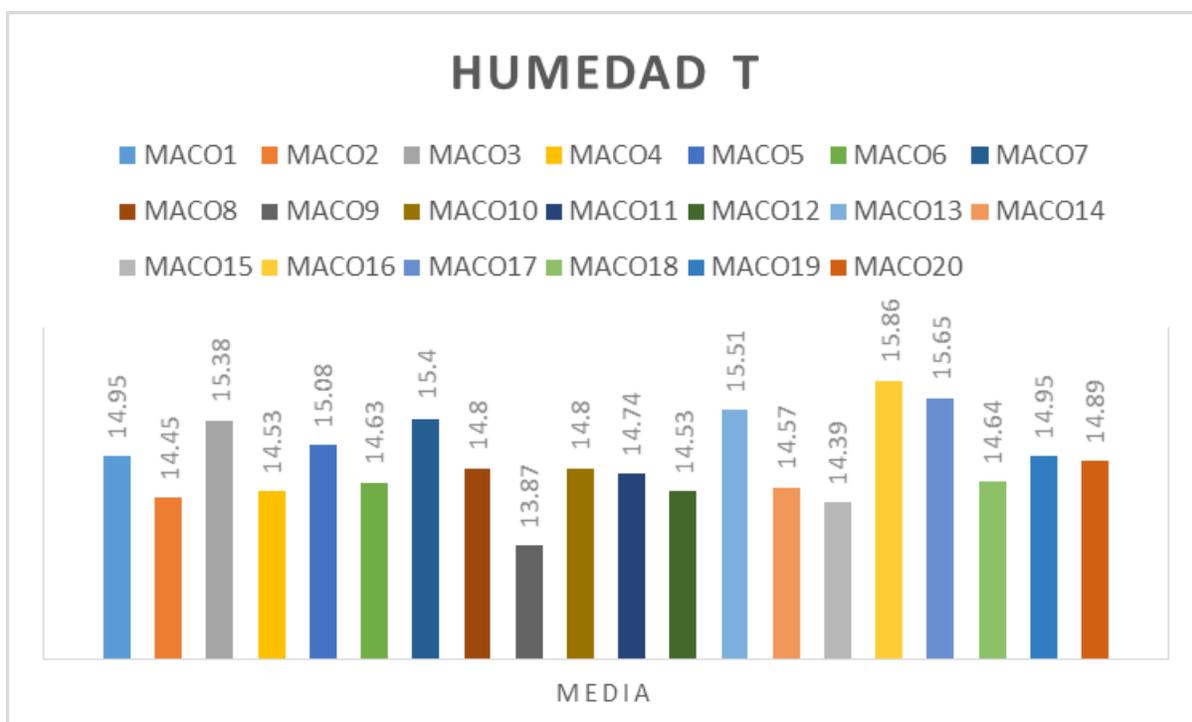


Figura 12. Gráfica de la variable humedad en Temporada

En las gráficas 11 y 12 se observan diferencias significativas para la variable Humedad en grano con lo que se entiende que el desarrollo del híbrido está influenciado por la interacción ambiente genotipo, al observar que el híbrido MACO9 fue el que mostró mayor Humedad en la Ciénega y el Occidente.

Humedad: Es la cantidad de agua que contiene el grano, expresada en porcentaje de masa del agua con relación a la masa del grano sobre base húmeda.

Determinar el periodo de cosecha a través de la madurez fisiológica de la planta, así mismo que tenga la humedad recomendable, ya que el contenido de humedad es el principal factor que influye en la calidad del producto almacenado. Los granos deben tener un bajo contenido de humedad, ya que los granos húmedos constituyen un medio ideal para el desarrollo de microorganismos, insectos y ácaros. (Cornejo, 2017)

La humedad máxima en el grano de maíz para la comercialización es de 14% y se puede determinar desde campo empleando equipos portátiles, pero es necesario que estos equipos estén debidamente calibrados para tener datos que les permitan a

los productores y técnicos tomar la decisión del momento oportuno para poder cosechar.

SEGALMEX, por ejemplo, recibe granos con un contenido máximo de 13.5% de humedad sin que esto represente deducciones; sin embargo, por cada décima (0.1) en el porcentaje de humedad que supere a este valor se realiza un descuento en el pago equivalente a 1.6 kg de grano por tonelada (factor de deducción). Entonces, si se entrega grano con el 14% de humedad (valor máximo aceptado), el productor tiene una deducción o descuento de \$32.530, equivalente a 5.8 kg por tonelada de grano entregado con este contenido de humedad.

Por su parte, **MASECA recibe el grano con un máximo de humedad del 14%** sin que este represente una deducción. En caso de que la humedad contenida en el grano que se comercializa fuera mayor a este valor, se realiza un descuento equivalente a 2 kg de grano por tonelada. Es decir, que si el grano que se recibe contuviera un 15% de humedad, el descuento equivaldría a 20 kg por tonelada. (Vilchis, 2020)

Toneladas por Hectárea (Ton/Ha) en Riego

Para esta variable el ANOVA (Figura 13) se observa diferencias altamente significativas, la prueba en el agrupamiento con la prueba de Tukey se obtuvieron 3 grupos, en el Grupo A se ubica el híbrido MACO1 con 20 t ha⁻¹ y el grupo C se ubica el híbrido MACO2 con 17 t ha⁻¹

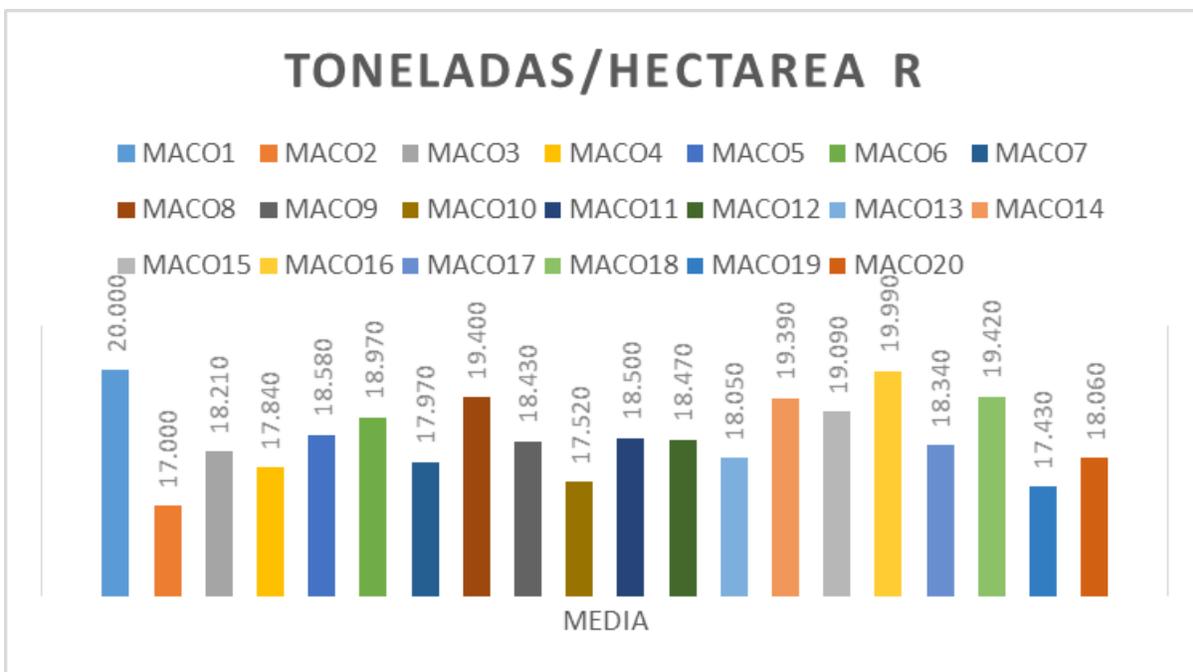


Figura 13. Gráfica de la variable peso total en Riego

Toneladas por hectárea (Ton/Ha) en Temporal

Para esta variable el ANOVA (Figura 14) se observa no diferencias significativas la prueba en el agrupamiento con la prueba de Tukey se obtuvo 1 grupo A, del cual el peso máximo se ubica el híbrido MACO16 con 17.240 t ha⁻¹, y el peso menor se ubica el híbrido MACO6 con 14.720 t ha⁻¹.

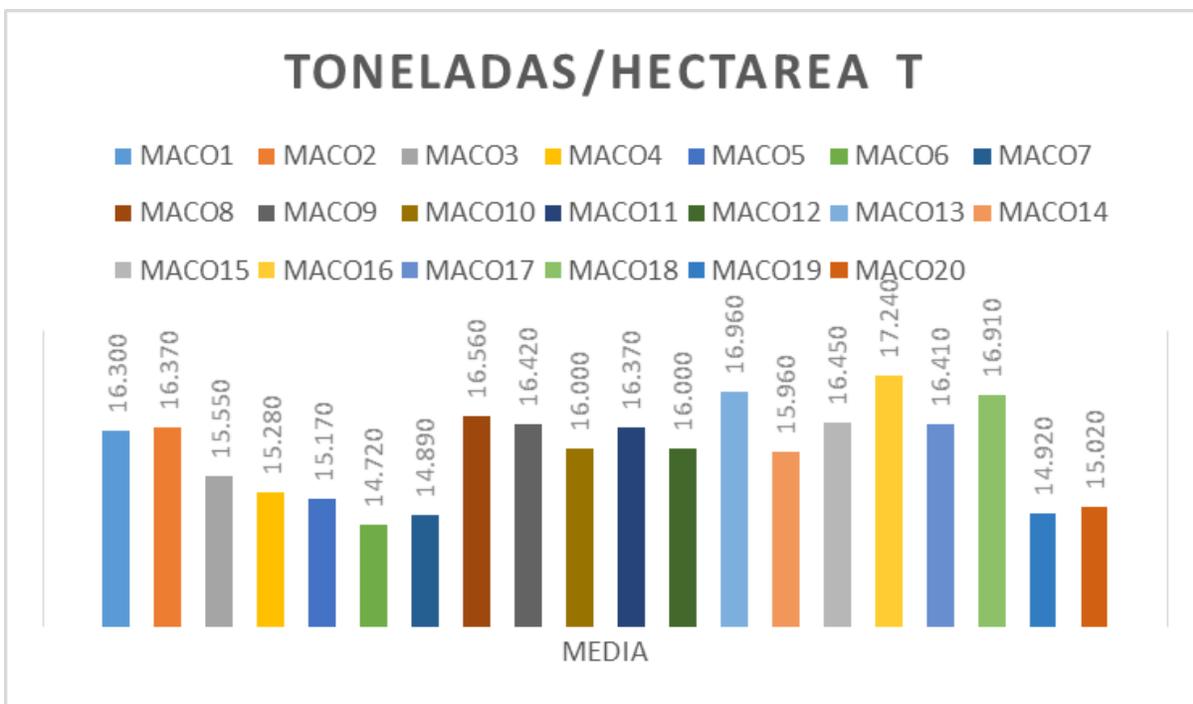


Figura 14. Gráfica de la variable peso total en Temporal

En las gráficas 13 y 14 se observan diferencias significativa para la variable Toneladas por Hectárea $t\ ha^{-1}$ lo que se entiende que el desarrollo del híbrido está influenciado por la interacción del ambiente con genotipo que lo rodean como son: altura sobre nivel del mar, temperatura, cantidad de lluvia y radiación lo cual comprobamos en las gráficas al observar que los híbridos que mostraron mayor rendimiento en la región de la Ciénega, no la presentan en la región Occidente.

Manual de determinación de rendimiento.

Las prácticas agronómicas se evalúan con base en los datos de rendimiento de un cierto cultivo y por tanto, la información que se utiliza debe ser representativa y confiable.

La producción de maíz grano en México se lleva a cabo tanto en temporal como en sistemas de riego. Los sistemas de riego, sean unidades de riego para el desarrollo rural o distritos de riego propiamente dichos, se construyeron en las regiones áridas y semiáridas del país. Estas regiones abarcan alrededor de 60% del territorio nacional. A los distritos de riego se les atribuye una superioridad numérica en términos de

rendimiento, toneladas/hectárea, respecto del que se obtiene en temporal. El temporal propiamente dicho no requiere ningún sistema de riego.

La comparación del rendimiento (toneladas por hectárea) de maíz grano entre los distritos de riego y de temporal se hace con base en el análisis de varianza, el cual permite comparar dos o más valores medios. En este caso, la comparación del rendimiento por hectárea se hace con base en los valores medios nacional para cada uno de los años agrícolas desde el de 2001-2002 hasta el de 2013-2014. (Montesillo-Cedillo, 2016)

En el marco de su compromiso global con el desarrollo de soluciones que permitan una producción más sustentable de alimentos hacia el año 2030, Bayer lanzó hoy su nueva tecnología VITALA que revolucionará la forma de producir maíz, con el objetivo de garantizar una mayor disponibilidad de este alimento para la población mundial.

Desarrollado a lo largo de más de tres décadas por un grupo de investigadores mexicanos, conscientes de los retos que enfrenta la agricultura en México y el mundo como resultado del cambio climático y el crecimiento poblacional, VITALA permite incrementar el número de plantas sembradas por hectárea, y aumentar la producción de maíz en el mismo espacio de tierra disponible para el cultivo. (Bayer, 2022)

Peso específico (PE) en Riego.

Para esta variable el ANOVA (Figura 15) se observa diferencias altamente significativas, la prueba en el agrupamiento con la prueba de Tukey se obtuvieron 3 grupos en el Grupo A se ubica el híbrido MACO8 con 79.95 kg hl⁻¹ por hectolitro (kg/hl) de humedad y el grupo C se ubica el híbrido MACO16 con 77.37 kg hl⁻¹ por hectolitro (kg/hl)

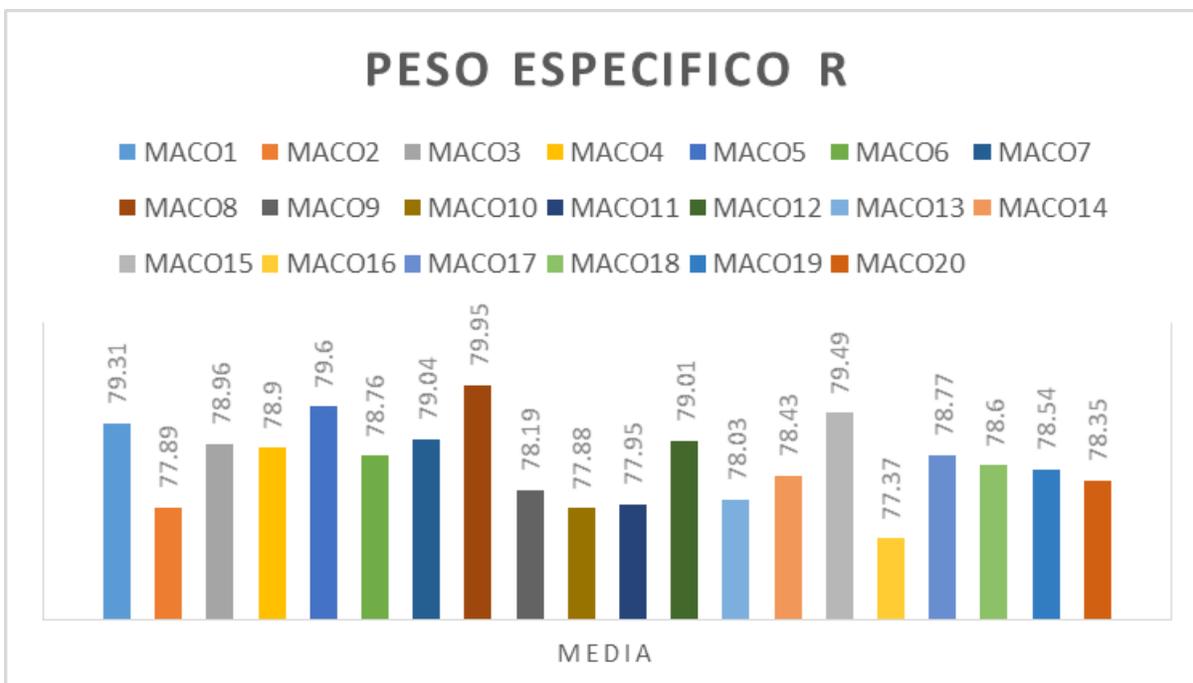


Figura 15. Gráfica de la variable peso específico en Riego

Peso específico (PE) en Temporal.

Para esta variable el ANOVA (Figura 16) se observa diferencias altamente significativas, la prueba en el agrupamiento con la prueba de Tukey se obtuvieron 5 grupos, en el Grupo A se ubica el híbrido MACO8 con 79.72 kg hl⁻¹ y el grupo E se ubica el híbrido MACO10 con 77.20 kg hl⁻¹

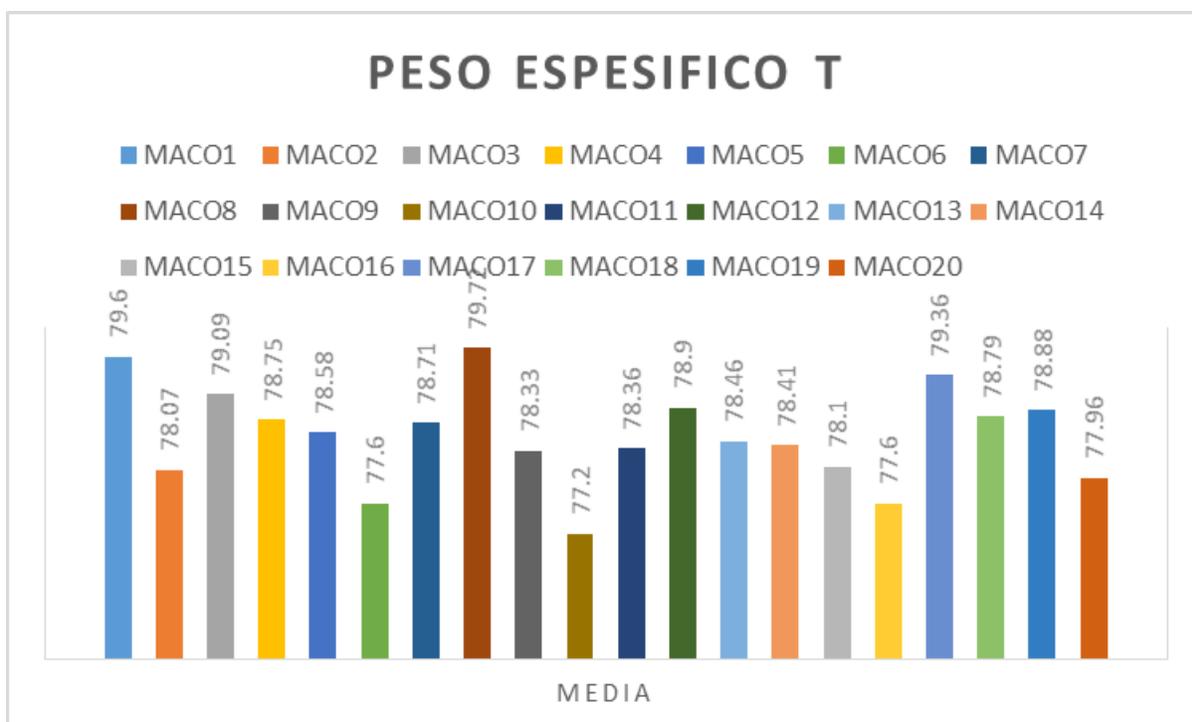


Figura 16. Gráfica de la variable peso específico en Temporal

En las gráficas 15 y 16 se observan diferencias significativa para la variable Peso Específico, con lo que se entiende que el desarrollo del híbrido está influenciado por la interacción del ambiente con genotipo que lo rodean, aquí podemos observar como el híbrido MACO8 se mantiene con el (PE) más alto en las dos zonas de Ciénaga y Occidente.

Peso Específico

El peso específico (peso por volumen) es una medida de la densidad a granel y se utiliza a menudo como un indicador general de la calidad y como un indicador de la dureza del endospermo para cocedores alcalinos y molinos secos. Refleja la dureza y la madurez del grano. El peso específico inicialmente se ve afectado por las diferencias genéticas en la estructura del grano. Sin embargo, también se ve afectado por el contenido de humedad, método de secado, daño físico en el grano (granos quebrados y superficies desgastadas), materia extraña en la muestra, tamaño del grano, tensión durante la temporada de cultivo y daño microbiológico. El peso

específico alto en el puerto en general indica maíz de alta calidad, alto porcentaje de endospermo duro y sólido y limpio. (Schaaf, 2914)

El peso hectolítrico (masa hectolítrica, gravedad específica, peso específico o densidad aparente) es un parámetro exigido por la norma mexicana NMX-FF034/1-SCFI-20021 debido a que es un factor relacionado con la dureza, susceptibilidad a ruptura, rendimientos de molienda, velocidad de secado, condiciones generales del grano y resistencia al desarrollo de hongos². Los granos más densos tienen menos probabilidad de ser dañados por insectos y mejores posibilidades de soportar el manejo durante el almacenamiento y comercialización. (Palacios-Rojas, N. 2018)

Densidad Plantas por Hectárea (P/Ha) en Riego

Para esta variable el ANOVA (Figura 17) se observa diferencias altamente significativas, la prueba en el agrupamiento con la prueba de Tukey se obtuvieron 3 grupos en el Grupo A se ubica el híbrido MACO6 con 90,170 plantas por hectárea y el grupo C se ubica el híbrido MACO19 con 81,630 plantas por hectárea.

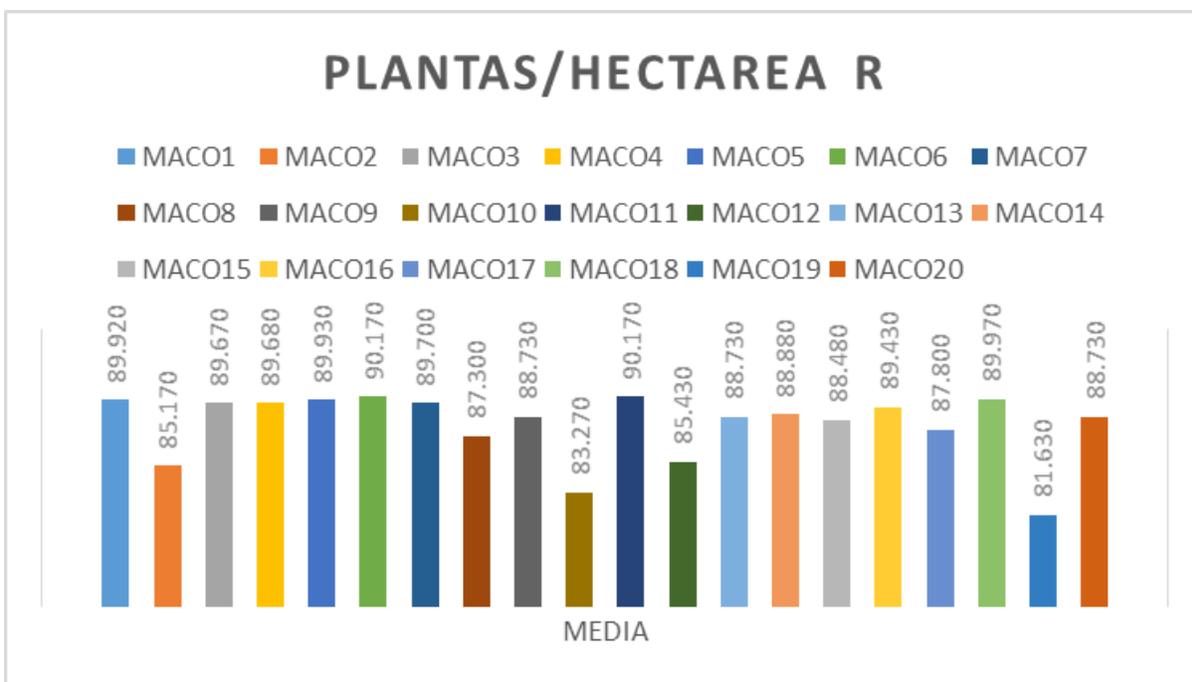


Figura 17. Gráfica de la variable número de planta en Riego

Densidad Plantas por hectárea (P/Ha) en Temporal

Para esta variable el ANOVA (Tabla 18) se observa diferencias altamente significativas, la prueba en el agrupamiento con la prueba de Tukey se obtuvieron 2 grupos en el Grupo A se ubica el híbrido MACO19 con 85,340 plantas por hectárea y el grupo B se ubica el híbrido MACO10 con 73,990 plantas por hectárea.

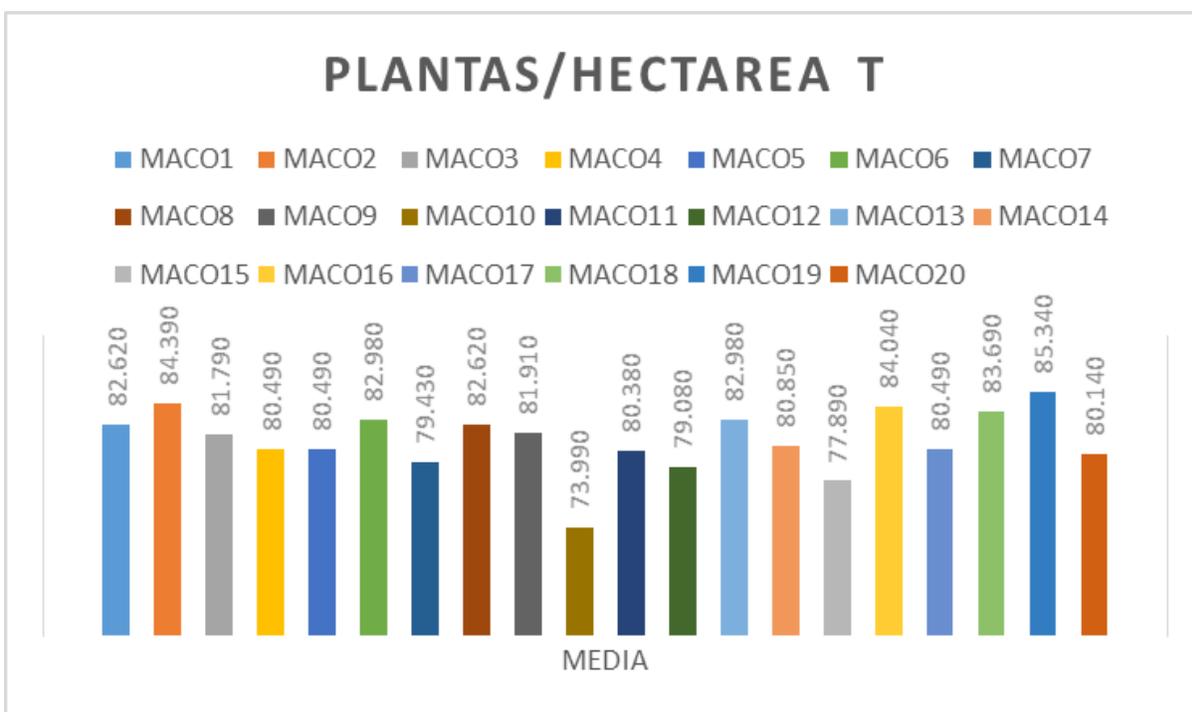


Figura 18. Gráfica de la variable número de plantas en Temporal

Consideraciones para elegir la densidad adecuada para el maíz

La densidad envuelve muchos factores que pueden generar mayores o menores rendimientos, además de un diferente manejo. La cantidad de plantas que se puede tener sin disminuir el rendimiento es afectada tanto por las características del suelo, clima, genética de la semilla, así como la disponibilidad de nutrientes y agua. La competencia entre las plantas puede reducir el rendimiento. (INTAGRI, 2018)

Densidad de plantas: Un estudio en 1989 mostró que muchos agricultores no pueden controlar bien la densidad de plantas, en particular cuando usan sembradoras mecánicas. Aún no se conocen bien las causas de esto. Cuantificar las pérdidas de rendimiento resultantes de cada uno de estos problemas requeriría numerosos

ensayos. No obstante, la investigación debe tener metas realistas con prioridades cuidadosamente establecidas. Por ejemplo, dado el grave problema de la escasa profundidad radicular, parecería lógico hacer un esfuerzo especial para controlar el flujo de agua en las pendientes y mejorar el perfil del suelo. Los mismos agricultores de La Fraylesca reconocen que esas actividades deben realizarse no en parcelas individuales sino en zonas más extensas. Esta tarea se complica por las interacciones entre los factores técnicos y por los obstáculos socioeconómicos. Por ejemplo, un cambio en el método de preparación del suelo -sustituir el arado de vertedera por el arado de discos, mejorar el drenaje del suelo e incorporar los residuos 25 de los cultivos- implicaría hacer modificaciones costosas de los campos y las prácticas de pastoreo y un cambio sustancial en el mantenimiento de la maquinaria y el equipo que la mayoría de los productores rentan en el mercado local. Estas complicaciones, que no se pueden evitar si se desea aumentar los rendimientos en las fincas, en la práctica reducen la flexibilidad de los investigadores y aumentan considerablemente el costo de generar soluciones viables para los problemas de los agricultores. (A. Hibon et al., 1992)

Floración hembra (FH) en Riego.

Para esta variable el ANOVA (Tabla 19) se observa diferencias altamente significativas la prueba en el agrupamiento con la prueba de Tukey se obtuvieron 4 grupos en el Grupo A se ubica el híbrido MACO9 con 14.73% de humedad y el grupo D se ubica el híbrido MACO1 con 16.62% de humedad

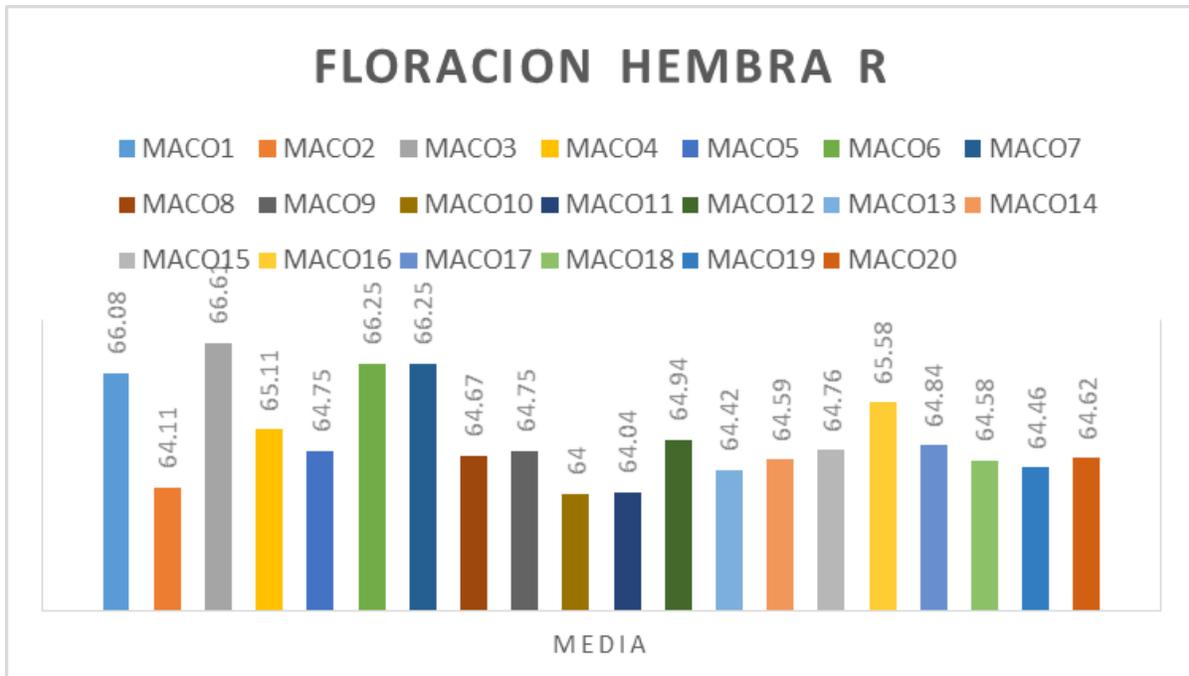


Figura 19. Gráfica de la variable floración hembra en Riego

Floración hembra (FH) en Temporal.

Para esta variable el ANOVA (Figura 20) se observa diferencias altamente significativas la prueba en el agrupamiento con la prueba de Tukey se obtuvieron 2 grupos en el Grupo A se ubica el híbrido MACO16 con 63.4 días de floración y el grupo B se ubica el híbrido MACO9 con 60.42 días de floración

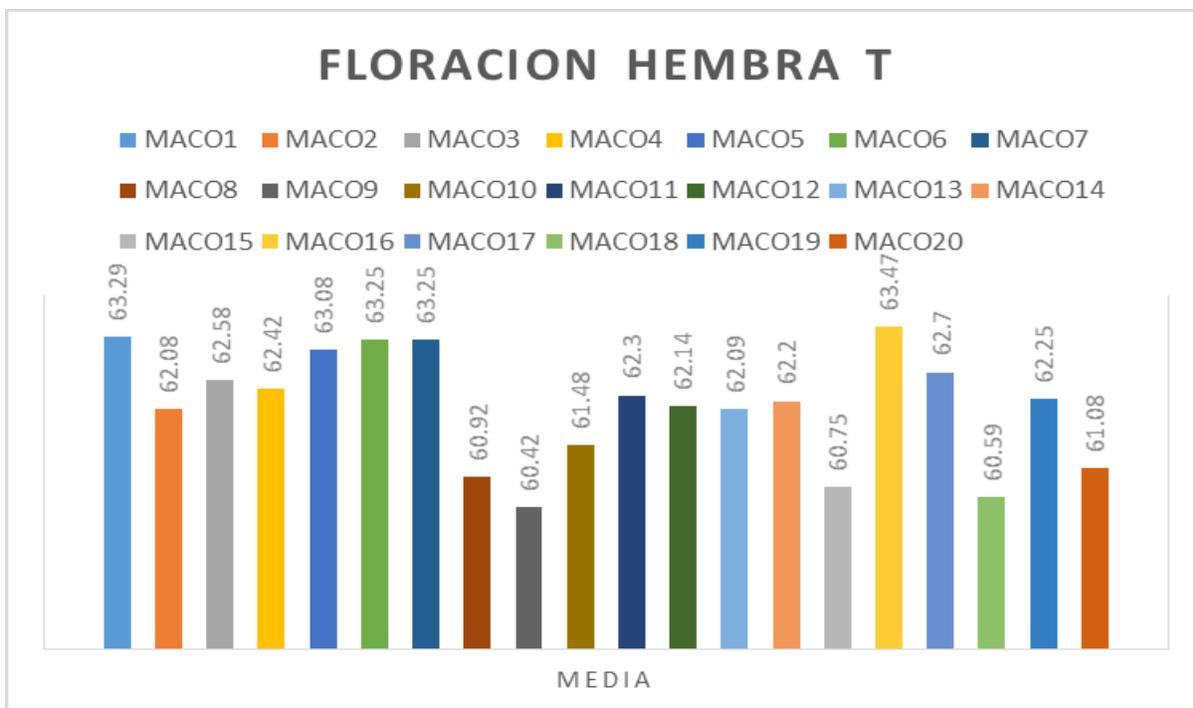


Figura 20. Gráfica de la variable floración hembra en Temporal

En las gráficas 19 y 20 se observan diferencias significativa para la variable Floración Hembra con lo que se entiende que el desarrollo del híbrido está influenciado por la interacción del ambiente con genotipo que lo rodean como son: altura sobre nivel del mar, temperatura, cantidad de lluvia y radiación lo cual comprobamos en las gráficas al observar que los híbridos que mostraron menor y mayor a floración no presentan en la Ciénega no la presentan en la región Occidente.

Días a floración femenina: Son los días que la planta de maíz necesita después de la siembra para la producción de la flor femenina. La flor femenina o jilote recibe al polen y se obtiene la fertilización. De allí se inicia el proceso del crecimiento del grano. Generalmente quedan 1-2 jilotes por planta. (Fuentes López, 2008)

Los estigmas emergen de la chala durante un período de tres a cinco días, comenzando por los estigmas adheridos en la parte media baja de la mazorca y avanzando hacia la punta de la mazorca. Según el ambiente, un estigma continúa creciendo durante a p r o x i m a d a m e n t e siete días o hasta que intercepta los granos de polen (Figura 6). Estudios de investigación han demostrado que, normalmente, un mínimo de cinco granos de polen deben caer en cada estigma e

iniciar el crecimiento del tubo polínico (Figura 7) para garantizar que el material genético de uno de estos granos de polen tenga éxito y fertilice completamente el óvulo. Inmediatamente después de la fertilización, el óvulo crea una capa de abscisión en la base del estigma que impide la entrada de material genético de otros granos de polen. El estigma luego se desprende de grano en desarrollo, comienza a desecarse y se vuelve de color marrón. Si el óvulo no es fertilizado exitosamente en esta ventana de siete días, el estigma muere, el óvulo no fertilizado eventualmente desaparece, y la parte del elote al que está adherido este óvulo se vuelve estéril. (Pioneer, 2015)

En maíz, la fecha de **floración masculina** es la fecha en que más del 50% de la población libera polen, y la fecha de la floración femenina es cuando los estigmas alcanzan 2-3 cm de largo. En general, la floración masculina y femenina ocurre al mismo tiempo en materiales mejorados. Por eso solo se toman datos separados cuando se trata de ensayos de variedades o de criollos que tienen fechas de floración masculina y femenina desfasadas. En cereales de grano pequeño, la fecha de floración es la fecha en que en más del 50% de la población han aparecido las anteras y hay liberación de polen. En frijol se define la fecha de floración como la fecha en que más del 50% de la población tiene la primera flor abierta. (CIMMYT, 2017)

Altura de planta (AP) en Riego.

Para esta variable el ANOVA (Figura 21) se observan diferencias altamente significativa la prueba en el agrupamiento con la prueba de Tukey se obtuvieron 2 grupos en el Grupo A se ubica el híbrido MACO15 con 290.7 CM de altura y el grupo B se ubica el híbrido MACO5 con 306.2 CM de altura.

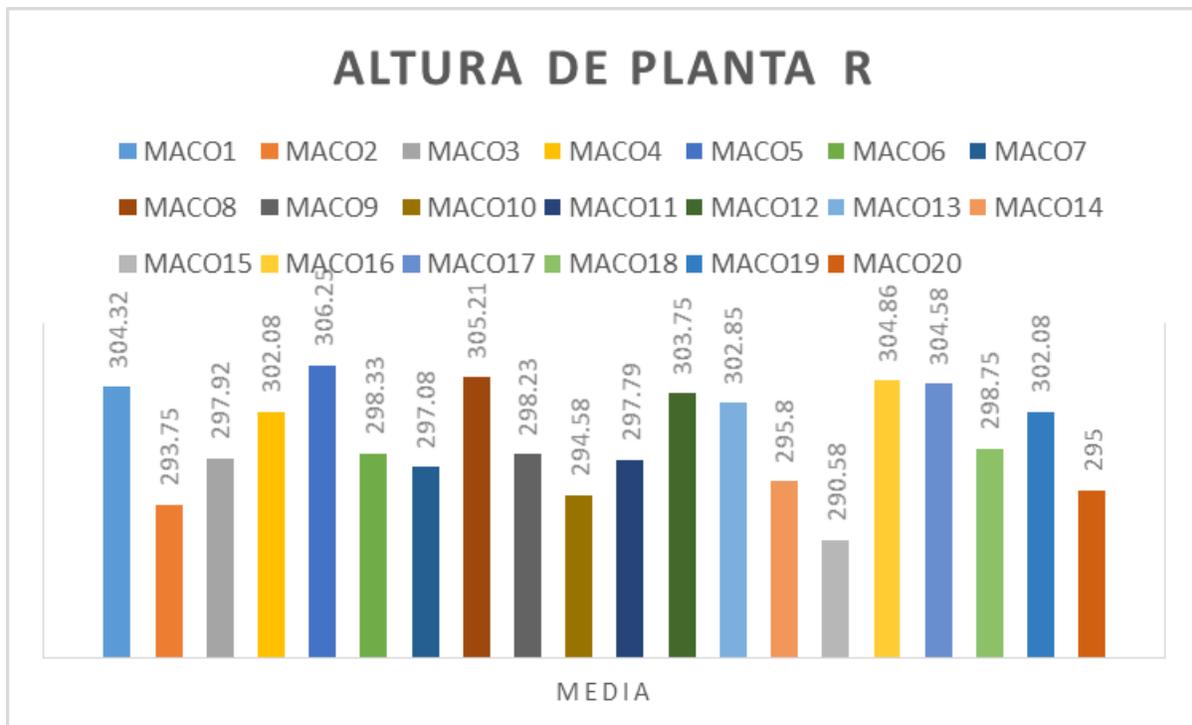


Figura 21. Gráfica de la variable altura de planta en Riego

Altura de planta (AP) en Temporal.

Para esta variable el ANOVA (Figura 22) se observa diferencias altamente significativas la prueba en el agrupamiento con la prueba de Tukey se obtuvieron 3 grupos, en el Grupo A se ubica el híbrido MACO10 con 287.8 CM de altura y el grupo c se ubica el híbrido MACO16 con 313.7 CM de altura.

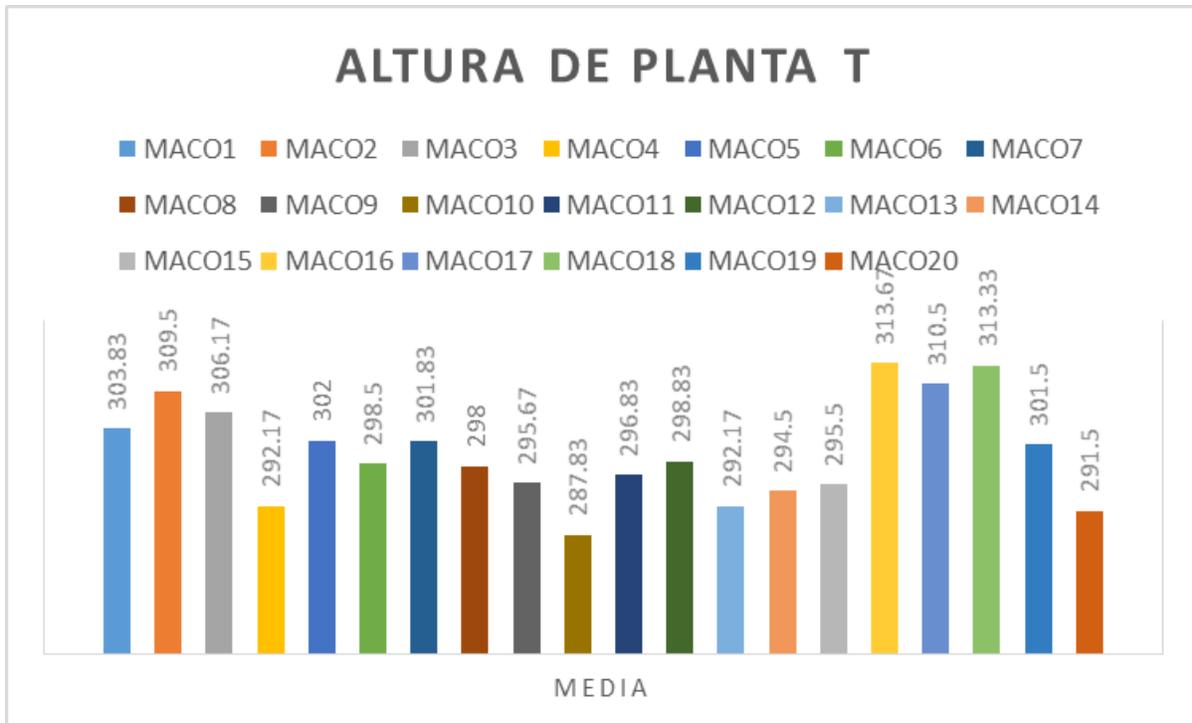


Figura 22. Gráfica de la variable altura de planta en Temporal

En las gráficas 21 y 22 se observan diferencias significativa para la variable Altura de Planta con lo que se entiende que el desarrollo del híbrido está influenciado por la interacción del ambiente con genotipo que lo rodean como son: altura sobre nivel del mar, temperatura, cantidad de lluvia y radiación lo cual comprobamos en las gráficas al observar que los híbridos que mostraron mayor altura en la Ciénega no la presentan en la región Occidente.

Altura de plantas Para determinar la altura promedio de un cultivo, hay que medir al menos seis plantas elegidas al azar. Se mide la altura de una planta de maíz desde la superficie del suelo hasta donde empieza la ramificación de la espiga. En cereales de grano pequeño se mide la altura desde la superficie del suelo hasta la última espiguilla, pero no se cuentan las barbas. (CIMMYT, 2017)

Una planta de maíz mide entre 2.5 y 3 metros de altura regularmente. Esto puede ser un problema para los agricultores en temporada de ventarrones, como los productores de Sinaloa que ahora enfrentan vientos de 50 kilómetros por hora que pueden destruir sus cultivos y afectar la cosecha.

Ante esta problemática, investigadores mexicanos liderados por Manuel Oyervides García crearon un maíz híbrido corto, llamado VITALA, de aproximadamente 1.5 metros de altura, una peculiaridad que lo hace resistente a los vientos. (Bayer, 2022)

Altura de mazorca (AM) en Riego

Para esta variable el ANOVA (Figura 23) se observa diferencias altamente significativas la prueba en el agrupamiento con la prueba de Tukey se obtuvieron 3 grupos, en el Grupo A se ubica el híbrido MACO15 con 146.46 cm de altura y el grupo D se ubica el híbrido MACO1 con 168.83 cm de altura

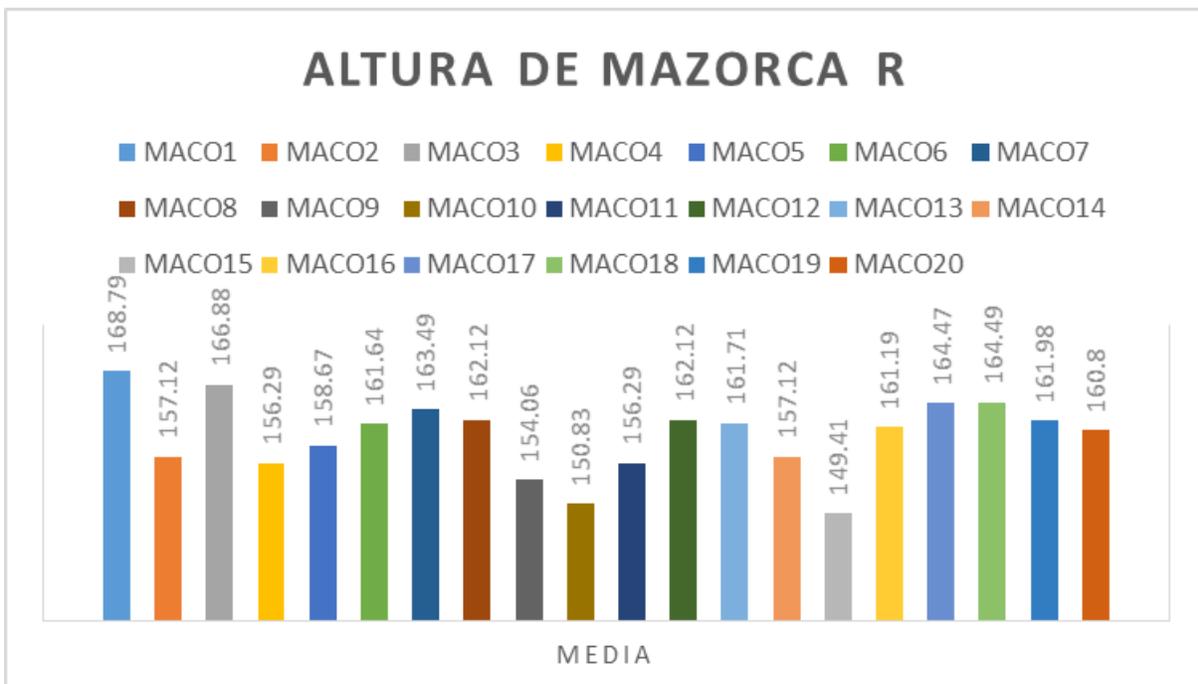


Figura 23. Gráfica de la variable altura de mazorca en Riego

Altura de mazorca (AM) en Temporal.

Para esta variable el ANOVA (Figura 24) se observa diferencias altamente significativas la prueba en el agrupamiento con la prueba de Tukey se obtuvieron 3 grupos, en el Grupo A se ubica el híbrido MACO6 con 148 cm de altura y el grupo C se ubica el híbrido MACO16 con 163.8 cm de altura.

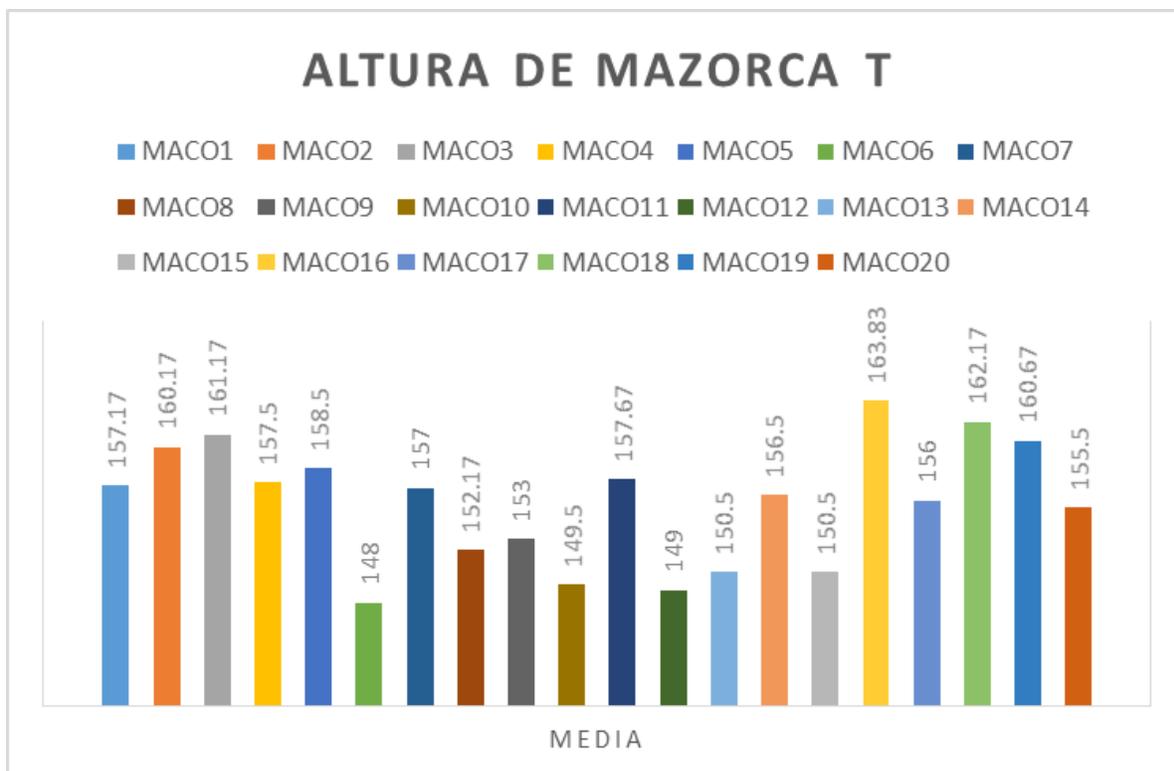


Figura 24. Gráfica de la variable altura de mazorca en Temporal

En las gráficas 23 y 24 se observan diferencias significativa para la variable Altura de Mazorca con lo que se entiende que el desarrollo del híbrido está influenciado por la interacción del ambiente con genotipo que lo rodean como son: altura sobre nivel del mar, temperatura, cantidad de lluvia y radiación lo cual comprobamos en las gráficas al observar que los híbridos que mostraron mayor altura de mazorca en la Ciénega no la presentan en la región Occidente.

Altura de la primera mazorca (APM)

La altura de inserción de la mazorca está en dependencia directa de la altura de la planta y es un factor asociado con el rendimiento, ya que los cultivares con mazorcas ubicadas a la altura media de la planta, tendrán los mejores rendimientos (Celiz y Duarte, 1996). Reyes (1990), considera que las hojas superiores y las centrales son las principales contribuyentes de carbohidratos de la mazorca y llenado de granos. (Tercero Guerra & Torrez Artola, 2004)

Altura de la mazorca: Se mide desde la base del suelo hasta donde está la base de la mazorca. Este dato es muy importante determinarlo porque contribuye a que los agricultores conozcan la posición de la mazorca. En muchos casos ésta se encuentra más arriba de la mitad de la altura de la planta y provoca que los vientos puedan afectar su comportamiento y provocar acame de raíz o tallo. Las fotografías muestran dos altura de la mazorca. (Fuentes López, 2008)

VII CONCLUSIONES

Los 20 híbridos de maíz, evaluados en esta investigación en general presentan buenas características agronómicas, con los promedios de rendimientos en toneladas por hectárea (TH) el cual nos asegura el abasto de grano para el consumo humano y pecuario, que a su vez permiten un mayor ingreso económico a los productores del estado de Jalisco.

Con la investigación realizada en las 4 localidades de las zonas de Jalisco Ciénega y Occidente se detectó que si hay diferencias significativas en condiciones de punteo de riego contra la condición de temporal derivado a la interacción ambiente genotipo.

El mejor ambiente para la producción de grano en el estado Jalisco, con las condiciones de punteo de riego en siembra que está en la zona Ciénega.

El híbrido MACO9 presentó menor porcentaje humedad en las cuatro localidades el cual permite una cosecha más temprana.

El híbrido MACO16, fue el que mejor se adaptó en los distintos ambientes y condiciones de las dos zonas productoras de grano de maíz Ciénega y Occidente, de punteo de riego y condición de temporal.

VIII BIBLIOGRAFÍA

- A. Hibon, B. Triomphe, López-Pereira, M.A., & L. Saad. (1992, marzo). CIMMYT. Retrieved February 7, 2023, from <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/892/41757.pdf>
- AgroSpray. (2021, December 15). Mejoramiento genético de cultivos: Ventajas del fitomejoramiento de precisión -. AgroSpray. Retrieved October 28, 2022, <https://agrospray.com.ar/blog/mejoramiento-genetico-de-cultivos/>
- Bayer. (2022, April 12). VITALA: la innovación de maíz hecha en México. Bayer. Retrieved February 8, 2023, from <https://www.bayer.com/en/mx/vitala>
- Camarena Mayta, F., Chura Chuquiya, J., & Blas Sevillano, R. H. (2017, julio). Mejoramiento genético y biotecnológico de plantas. Agrobanco. Retrieved October 27, 2022, https://www.agrobanco.com.pe/wp-content/uploads/2017/07/MEJORAMIENTO_GENETICO_Y_BIOTECNOLOGICO_DE_PLANTAS.pdf
- Castañeda Zavala, Y., González Merino, A., Chauvet Sánchez, M., & Ávila Castañeda, J. F. (2014, Noviembre). Industria semillera de maíz en Jalisco: Actores sociales en conflicto. SciELO México. Retrieved September 21, 2022, https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-01732014000300007
- Chávez A. J. L. (1995). Mejoramiento de plantas II. Métodos específicos de plantas alógamas. México. Editorial trillas: UAAAN, 1995. 143 p.
- Chávez A. J. L. (1987). Mejoramiento de plantas I. México. Editorial trillas: UAAAN. 146 p.
- CIMMYT. (2017). *PROTOCOLOS*. CIMMYT Publications Repository. Retrieved February 8, 2023, from <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/18900/58838.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Conacyt. (2019). Maíz. Conacyt. Retrieved October 29, 2022, <https://conacyt.mx/cibiogem/maiz>
- Cornejo, J. (2017, December 26). MANUAL BPA GRANOS. Gobierno de México. Retrieved February 7, 2023, from

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/676317/MANUAL_BPA_GRA_NOS.PDF

- Fuentes López, M. R. (2008, julio). *DESCRIPTORES DEL MAIZ*. ASOCUCH. Retrieved February 8, 2023, from <https://www.asocuch.com/wp-content/uploads/2020/06/Descriptores-de-Maiz.pdf>
- Gear, jre. 2006. El cultivo del maíz en la argentina (en línea). Serie de informes especiales de ilsi argentina volumen ii: maíz y nutrición ii:22-25. Disponible en <http://bibliotecavirtual.corpmontana.com/bitstream/handle/123456789/812/m000081.pdf?sequence=5#page=22>.
- INTAGRI. (2018, February 8). Densidad de Siembra en el Cultivo de Maíz. Intagri. Retrieved January 26, 2023, <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/densidad-de-siembra-en-el-cultivo-de-maiz>
- MacRobert, J. F., Setimela, P., Gethi, J., & Worku Ragasa, M. (2015, Noviembre). Manual de producción de semilla de maíz híbrido. CIMMYT Publications Repository. Retrieved September 26, 2022, <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- María, J. (n.d.). SEGUNDO INFORME DEL GRUPO AGRICOLA. Calidad del Aire. Retrieved November 21, 2022, from <http://siga.jalisco.gob.mx/moet/SubsistemaProductivo/Agricultura/diagnos.htm>
- Maria, be y d. 1997. Evaluacion de 9 lineas de arroz. S.I., s.e.
- Mercados Agropecuarios, Agencia de Servicios a la Comercialización y Desarrollo;. (2018, January 19). ¿Conoces el origen del maíz? Gobierno de México. Retrieved October 29, 2022, <https://www.gob.mx/aserca/articulos/conoces-el-origen-del-maiz?idiom=es>
- Montaldo., H. H. (2022, July 12). Uso de pruebas de ADN para el mejoramiento genético de animales. BM Editores. Retrieved October 29, 2022, from <https://bmeditores.mx/ganaderia/uso-de-pruebas-de-adn-para-el-mejoramiento-genetico-de-animales/>
- Montesillo-Cedillo, J. L. (2016, mayo - junio). Rendimiento por hectárea del maíz grano en México: distritos de riego vs temporal. Retrieved February 8, 2023, from <http://www.economia.unam.mx/assets/pdfs/econinfo/398/04montesillo.pdf>

- Nakayama, H. D., González, M. C., Samudio Oggero, A., Britos, R. M., Mussi Cataldi, C., Cantero, F. A., Benítez, J. V., & Peralta López, I. (2018, Septiembre). Fitomejoramiento Participativo DEL KA ' A HE ' É. Conacyt. Retrieved October 26, 2022, https://www.conacyt.gov.py/sites/default/files/upload_editores/u454/Manual-Fitomejoramiento.pdf
- Ortiz, M. (2016, May 20). Maíz: De México para el mundo – CIMMYT en español. CIMMYT. September 21, 2022, <https://www.cimmyt.org/es/uncategorized/maiz-de-mexico-para-el-mundo/>
- Palacios-Rojas, N. 2018. Calidad nutricional e industrial de Maíz: Laboratorio de Calidad Nutricional de Maíz “Evangalina Villegas” CDMX, México: CIMMYT. <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/19667/59829.pdf>
- Pérez Porto, J., & Merino, M. (2018). Definición de híbrido - Qué es, Significado y Concepto. Definición.de. Retrieved October 29, 2022, from <https://definicion.de/hibrido/>
- Pioneer. (2015). *Crecimiento y desarrollo*. Crecimiento y desarrollo. Retrieved February 8, 2023, from https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Latin_America_Central/Chile/Servicios/Informacion_tecnica/Corn_Growth_and_Development_Spanish_Version.pdf
- Sader, J. A. (2014, Abril). Este es Jalisco. Gobierno del Estado de Jalisco. October 20, 2022, https://sader.jalisco.gob.mx/sites/sader.jalisco.gob.mx/files/jaliscogiganteagroalimentario_v1.pdf
- Sánchez Ortega, I. (2013, Octubre 22). 1) La especie: aspectos botánicos (taxonomía). E-Prints Complutense. Retrieved October 29, 2022, <https://eprints.ucm.es/id/eprint/27974/1/MAIZ%20I.pdf>
- Schaaf, J. (2014, Abril). *CARGA DE MAÍZ DE EXPORTACIÓN*. U.S. Grains Council. Retrieved February 5, 2023, from <https://grains.org/ita/wp-content/uploads/sites/6/2019/12/Informe-de-la-Calidad-de-la-Carga-de-Exportaci%C3%B3n-2013-2014.pdf>
- SEGUNDO INFORME DEL GRUPO AGRICOLA. (s/f). Gob.mx. Recuperado el 30 de octubre de 2022, de <http://siga.jalisco.gob.mx/moet/SubsistemaProductivo/Agricultura/diagnos.htm>

SIAP 2014 (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) “Cierre de la producción agrícola por cultivo”, Sagarpa, disponible en , consultada en octubre de 2014.

SIAP 2021 (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) (s.f.) Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado el 23 de agosto de 2019, <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

Tercero Guerra, H. R., & Torrez Artola, O. D. (2004, mayo). TRABAJO DE TESIS. CENIDA – UNA. Retrieved February 7, 2023, from <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf30t315e.pdf>

Vilchis, R. (2020, diciembre 1). Esto es lo que debes saber sobre la humedad del grano si piensas comercializar maíz – CIMMYT | IDP. CIMMYT | IDP. Retrieved January 26, 2023, <https://idp.cimmyt.org/esto-es-lo-que-debes-saber-sobre-la-humedad-del-grano-si-piensas-comercializar-maiz/>