



**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO**  
**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA CUENCA DEL PAPALOAPAN**

**EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE TRES HÍBRIDOS DE MAÍZ DE TEMPORAL EN SAN BARTOLO, TUXTEPEC, OAXACA**

Tesis que presentan:

**CURIEL LÓPEZ GUILLERMO ROBERTO**  
**ZARATE RAMIREZ ARACELI**

Como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERÍA EN AGRONOMÍA**

**Tuxtepec, Oaxaca.**  
**Marzo de 2018**



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE  
LA CUENCA DEL PAPALOAPAN



## EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE TRES HÍBRIDOS DE MAÍZ DE TEMPORAL EN SAN BARTOLO, TUXTEPEC, OAXACA

CURIEL LÓPEZ GUILLERMO ROBERTO

No. de control: 13810059

ASESOR INTERNO:  
ING. ANTELMO PRADO LEAL

ASESOR EXTERNO:  
M.C. AGUEDA LOZANO RAMIREZ

PERIODO DE REALIZACIÓN:

JULIO – DICIEMBRE 2017

SAN BARTOLO, TUXTEPEC, OAX. MARZO 2018



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE  
LA CUENCA DEL PAPALOAPAN



## EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE TRES HÍBRIDOS DE MAÍZ DE TEMPORAL EN SAN BARTOLO, TUXTEPEC, OAXACA

ZARATE RAMIREZ ARACELI

No. de control: 13810047

ASESOR INTERNO:  
ING. ANTELMO PRADO LEAL

ASESOR EXTERNO:  
M.C. AGUEDA LOZANO RAMIREZ

PERIODO DE REALIZACIÓN:

JULIO – DICIEMBRE 2017

SAN BARTOLO, TUXTEPEC, OAX. MARZO 2018

El presente trabajo de tesis, del C. Curiel López Guillermo Roberto, denominado Evaluación de rendimiento de tres híbridos de maíz de temporal en San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, que se desarrolló en el Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan, fue revisado y aprobado por el:

ASESOR INTERNO

ING. ANTELMO PRADO LEAL



FIRMA Y SELLO

ASESOR EXTERNO

M.C. AGUEDA LOZANO RAMIREZ



FIRMA Y SELLO

MARZO DEL 2018

El presente trabajo de tesis, del C. Zárate Ramírez Araceli, denominado Evaluación de rendimiento de tres híbridos de maíz de temporal en San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, que se desarrolló en el Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan, fue revisado y aprobado por el:

ASESOR INTERNO

ING. ANELMO PRADO LEAL



FIRMA Y SELLO

ASESOR EXTERNO

M.C. AGUEDA LOZANO RAMIREZ



FIRMA Y SELLO

MARZO DEL 2018



San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca a 22/02/2018  
ASUNTO: Dictamen de tesis aprobada.

**ING. ANTELMO PRADO LEAL  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO  
P R E S E N T E.**

El comité de revisión de tesis del C. Guillermo Roberto Curiel López, asignado por la Academia de Agronomía del Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan de San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, integrado por los CC. Ing. Antelmo Prado Leal, M.C. Águeda Lozano Ramírez y Ing. Luis Ángel Pérez Escamirosa, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo final titulado "Evaluación de rendimiento de tres híbridos de maíz de temporal en San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca", que se presenta como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, de acuerdo con las normas de elaboración de Tesis de licenciatura y posgrado vigentes en el Instituto; dictaminó su AUTORIZACIÓN para ser presentado en el Examen Profesional correspondiente.

ATENTAMENTE

Ing. Antelmo Prado Leal  
PRESIDENTE

M.C. Águeda Lozano Ramírez  
SECRETARIO

Ing. Luis Ángel Pérez Escamirosa  
VOCAL





San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca a 22/02/2018  
ASUNTO: Dictamen de tesis aprobada.

**ING. ANTELMO PRADO LEAL**  
**DEPARTAMENTO ACADÉMICO**  
**PRESENTE.**

El comité de revisión de tesis de la C. Araceli Zárate Ramírez, asignado por la Academia de Agronomía del Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan de San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, integrado por los CC. Ing. Antelmo Prado Leal, M.C. Águeda Lozano Ramírez y Ing. Luis Ángel Pérez Escamiroso, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo final titulado "Evaluación de rendimiento de tres híbridos de maíz de temporal en San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca", que se presenta como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo, de acuerdo con las normas de elaboración de Tesis de licenciatura y posgrado vigentes en el Instituto; dictaminó su AUTORIZACIÓN para ser presentado en el Examen Profesional correspondiente.

ATENTAMENTE

Ing. Antelmo Prado Leal

PRESIDENTE

M.C. Águeda Lozano Ramírez

SECRETARIO

Ing. Luis Ángel Pérez Escamiroso

VOCAL



El presente proyecto de tesis, del C. Curiel López Guillermo Roberto, denominado Evaluación de rendimiento de tres híbridos de maíz de temporal en San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, que se desarrolló en el Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan, fue revisado y aprobado para su impresión por el Honorable jurado integrado por:

PRESIDENTE



FIRMA

ING. ANTELMO PRADO LEAL

SECRETARIO



FIRMA

M.C. AGUEDA LOZANO RAMIREZ

VOCAL



FIRMA

LUIS ÁNGEL PÉREZ ESCAMIROSA

MARZO DEL 2018

El presente proyecto de tesis, del C. Zárate Ramírez Araceli, denominado Evaluación de rendimiento de tres híbridos de maíz de temporal en San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, que se desarrolló en el Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan, fue revisado y aprobado para su impresión por el Honorable jurado integrado por:

PRESIDENTE

ING. ANTELMO PRADO LEAL



FIRMA

SECRETARIO

M.C. AGUEDA LOZANO RAMIREZ



FIRMA

VOCAL

LUIS ÁNGEL PÉREZ ESCAMIROSA



FIRMA

MARZO DEL 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

Yo Guillermo Roberto Curiel López agradezco a:

Dios por la vida, sabiduría y por guiarme por el camino correcto.

Mis padres Renato Emilio Curiel Domínguez y Teodora López, que por el esfuerzo de ellos logre terminar mi carrera profesional como Ingeniero Agrónomo, por sus buenos consejos y por el apoyo incondicional que siempre me han brindado.

Mis hermanos Patricio Curiel López y Esperanza Curiel López por apoyarme económicamente durante el transcurso de mi carrera profesional.

Mis demás familiares que de una u otra manera me apoyaron.

Mi novia por estar conmigo y apoyarme siempre durante los últimos dos años.

M.C. Águeda Lozano Ramírez por compartir sus conocimientos, por su asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

## DEDICATORIA

Yo Guillermo Roberto Curiel López dedico esta tesis a:

Mis padres Renato Emilio Curiel Domínguez y Teodora López que gracias a sus buenos consejos logre terminar esta carrera profesional de Ingeniero Agrónomo, y que siempre me han apoyado incondicionalmente en la parte moral y económicamente.

A mis hermanos Patricio Curiel López y Esperanza Curiel López que me apoyaron económicamente en el transcurso de la carrera.

Y a toda mi familia en general.

## **AGRADECIMENTOS**

En primer lugar doy gracias a dios por haberme dado la vida, la voluntad y la oportunidad de estudiar. Por haberme dado fuerza y valor para culminar esta etapa de mi vida.

Al Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan (ITCP) por la oportunidad de realizar mis estudios y por permitirme realizar la residencia profesional.

A la M.C. Águeda Lozano Ramírez por toda la enseñanza otorgada, por su disponibilidad, paciencia, asesoramiento y confianza para realizar la presente tesis.

Gracias a cada uno de mis profesores a lo largo de la carrera, porque cada uno contribuyo de manera importante para poder alcanzar este logro.

A mi mamá por la confianza y el apoyo brindado, que sin duda alguna en el trayecto de mi vida me ha demostrado su amor corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos, gracias por ser mi mamá.

A mis hermanos Nery y Samuel por estar siempre conmigo cuando los necesito, por apoyarme económicamente, por su amor y comprensión, gracias por ser mis hermanos mayores.

**ARACELI ZÁRATE RAMÍREZ**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a dios por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento importante de mi formación profesional.

A mi mamá Teresa Ramírez Navarro por ser el pilar más importante en mi vida y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional.

A mis hermanos Nery, Samuel, Nancy, Deysy, Giovanni, por estar siempre conmigo brindándome su apoyo y confianza por compartir bellos y malos momentos.

A familiares y amigos que de una u otra manera contribuyeron en mi formación.

**ARACELI ZÁRATE RAMÍREZ**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
ÍNDICE DE CUADROS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xviii
RESUMEN .....	xix
ABSTRACT .....	xx
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS .....	3
3. HIPÓTESIS.....	4
4. REVISIÓN DE LITERATURA .....	5
4.1. Importancia del maíz.....	5
4.2. Origen y distribución del maíz .....	6
4.3. Producción mundial de maíz .....	6
4.4. Producción de maíz en México .....	7
4.4.1. Producción de maíz de temporal en México.....	9
4.5. Factores que influyen en la producción de maíz .....	9
4.6. Híbridos .....	11
4.6.1. Ventajas y desventajas del uso de híbridos .....	12
4.7. Fenología del cultivo de maíz .....	13
4.8. Requerimientos edafoclimaticos.....	16
4.9. Requerimientos nutricionales .....	18
4.10. Densidad de siembra.....	18
4.11. Plagas y enfermedades .....	19
4.11.1. Plagas .....	19
4.11.2. Enfermedades .....	20
5. MATERIALES Y MÉTODOS .....	22
5.1. Material genético .....	22
5.2. Ubicación del terreno .....	22
5.3. Diseño y unidad experimental .....	23

5.4. Establecimiento y conducción del experimento .....	24
5.5. Variables evaluadas.....	24
5.6. Análisis estadístico .....	25
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	26
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIÓN .....	34
8. LITERATURA CITADA .....	36
ANEXOS .....	42

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Porcentajes de Consumo de maíz amarillo en el mundo en los diferentes sectores .....	7
Cuadro 2. Recomendación para fertilización en el cultivo de maíz para grano en condiciones de temporal .....	18
Cuadro 3. Principales plagas que afectan al cultivo de maíz .....	20
Cuadro 4. Principales enfermedades que afectan el cultivo de maíz.....	21
Cuadro 5. Híbridos de maíz para la evaluación de rendimiento en la localidad de San Bartolo Tuxtepec, Oaxaca .....	22
Cuadro 6. Análisis de varianza para rendimiento de peso de grano seco de tres híbridos de maíz evaluados.....	26
Cuadro 7. Prueba de medias para los diferentes híbridos para la variable rendimiento de grano seco.....	27
Cuadro 8. Análisis de varianza para rendimiento de peso de mazorca seca de tres híbridos de maíz evaluados .....	28
Cuadro 9. Prueba de medias para los diferentes híbridos para la variable rendimiento de mazorca .....	29
Cuadro 10. Análisis de varianza para rendimiento de peso de mazorca en campo de tres híbridos de maíz evaluados. ....	30
Cuadro 11. Prueba de medias para los diferentes híbridos para la variable rendimiento de peso de mazorca en campo. ....	30
Cuadro 12. Análisis de varianza para altura de mazorca de tres híbridos de maíz evaluados .....	31
Cuadro 13. Prueba de medias para los diferentes híbridos para la variable altura de mazorca .....	32

Cuadro 14. Análisis de varianza para altura de planta de tres híbridos de maíz evaluados.....	33
Cuadro 15. Prueba de medias para los diferentes híbridos evaluados para la variable altura de planta. ....	33

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de trabajo .....	23
Figura 2. Trazo del diseño experimental (bloques completamente al azar) para la implementación de los híbridos a evaluar .....	42
Figura 3. Siembra de los tres híbridos evaluados bajo condiciones de temporal .....	42
Figura 4. Control de malezas en el área experimental de los híbridos en evaluación.....	43
Figura 5. Realización de aporque en el área experimental de los híbridos en evaluación .....	43
Figura 6. Aplicación de urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) en los híbridos de maíz en evaluación .....	44
Figura 7. Aplicación de plaguicida para el control de gusano cogollero.....	44
Figura 8. Realización de la cosecha de cada una de los tratamientos (híbridos) dentro de la parcela experimental.....	45
Figura 9. Toma de datos de la variable respuesta rendimiento .....	45
Figura 10. Desgrane de las mazorcas cosechadas en campo de cada uno de los híbridos evaluados .....	46

## **RESUMEN**

La presente investigación se realizó en las instalaciones del Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan que se encuentra ubicado en San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca.

Los objetivos del trabajo de investigación fueron: Evaluar el rendimiento de tres híbridos de maíz (*Zea mays l.*), (SEMMEX 886 A, SEMMEX H 378 A, SEMMEX MX-510) bajo condiciones de temporal, observar híbridos que tengan respuestas similares en rendimiento, para una recomendación al productor y diferenciar el material (maíz) más rendidor en la zona de San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca.

Se trabajó sobre un diseño experimental bloques completos al azar, de cuatro bloques con cuatro repeticiones, con una densidad de siembra de 60,000 plantas por ha<sup>-1</sup>.

Los materiales utilizados fueron: tres híbridos pertenecientes a las casas productoras de SEMMEX, los cuales fueron SEMMEX 886 A, SEMMEX H-378 A, SEMMEX MX-510. De acuerdo a los resultados obtenidos no hay diferencia significativa en cuanto a los tres híbridos evaluados.

## **ABSTRACT**

The present investigation was carried out in the facilities of the Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan is located in San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca.

The objectives of the research work were: Evaluate the performance of three maize hybrids (*Zea mays l.*), (SEMMEEX 886 A, SEMMEEX H 378 A, SEMMEEX MX-510) under rainfed conditions, observe hybrids that have similar responses in yield, for a recommendation to the producer and differentiate the material (corn) more yielding in the area of San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca.

We worked on a randomized complete block design, of four blocks with four repetitions, with a planting density of 60,000 plants per ha<sup>-1</sup>.

The materials used were: three hybrids belonging to the SEMMEEX production houses, which were SEMMEEX 886 A, SEMMEEX H-378 A, SEMMEEX MX-510. According to the results obtained there is no significant difference in terms of the three hybrids evaluated.

## 1. INTRODUCCIÓN

El maíz es el tercer cereal más importante del mundo debido a su demanda alimentaria y valor nutritivo. Es uno de los productos de consumo más cotizados y necesario tanto para el hombre como para consumo animal. Este cereal posee una gran historia al formar parte fundamental de la alimentación de los mexicanos y ser el elemento principal para la conformación de los agroecosistemas en México a partir de la domesticación del maíz.

Aguilar (2011), menciona que el centro de origen del cultivo de maíz no se conoce con exactitud, aunque es aceptado que el centro primario de origen del maíz se ubica en Mesoamérica (regiones montañosas de México y Guatemala).

El maíz se siembra a nivel mundial una superficie aproximada de 7.7 millones de ha<sup>-1</sup> anualmente, de las cuales se obtiene una producción promedio de 24.69 millones de toneladas de grano, siendo México el quinto país en mayor consumo del grano (FIRA, 2016). En México la producción promedio anual de maíz en el ciclo primavera-verano (temporal) en el periodo 1996-2012 fue de 15,167.2 miles de toneladas (SIAP 2016). En México el maíz es el cultivo más representativo por su importancia económica, social y cultural. El consumo promedio per cápita al año es de 196.4 Kg de maíz blanco, especialmente en tortillas.

En el cultivo de maíz hay factores que determinan su producción, entre los principales factores se encuentran: factores ambientales y de manejo

que conforman el sistema agronómico, la densidad de plantas por hectárea, la fertilización, la capacidad de crecimiento del cultivo y de la fracción de ese crecimiento que destina a la producción de granos (índice de cosecha), el genotipo y las plagas y enfermedades.

El maíz híbrido es la innovación productiva a través del fitomejoramiento, contribuyendo con la seguridad alimentaria y nutricional de la población por ser un cultivo alimenticio (Cifuentes, 2014).

## 2. OBJETIVOS

- Evaluar el rendimiento de tres híbridos de maíz (*Zea mays l.*), (SEMMEEX 886 A, SEMMEEX H 378 A, SEMMEEX MX-510) bajo condiciones de temporal.
- Observar híbridos que tengan respuestas similares en rendimiento, para una recomendación al productor.
- Diferenciar el material (maíz) más rendidor en la zona de San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca.

### **3. HIPÓTESIS**

Ho: Todos los híbridos evaluados presentan rendimiento similares en respuesta a condiciones de temporal.

Ha: Existe diferencia significativa en respuesta de rendimiento de grano en todos los híbridos evaluados bajo condiciones de temporal.

## **4. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **4.1. IMPORTANCIA DEL MAÍZ**

Vázquez (2017), menciona que el maíz es el tercer cereal más importante del mundo debido al alto valor nutritivo y su consumo en la dieta alimentaria. Las estimaciones aproximadas basadas en los patrones de producción y el flujo del comercio internacional indican que los países en desarrollo consumen más del 90% del maíz blanco producido en todo el mundo y que el alto consumo de este maíz se concentra en África, México y Centroamérica. La mayor parte del maíz blanco se consume directamente como alimento y pequeñas cantidades se destinan a otros usos (Benavides, 2011).

Vázquez (2017), menciona que en México se siembra una superficie aproximada de 7.7 millones de ha<sup>-1</sup> anualmente, de las cuales se obtiene una producción promedio de 24.69 millones de toneladas de grano, siendo México el quinto país en mayor consumo del grano. Un 85.9% de la producción corresponde a maíz blanco, 13.6% a maíz amarillo y el restante 0.5% otros tipos de maíz. La mayor parte de los agricultores siembran maíz para el autoconsumo en un amplio rango de adaptabilidad de la especie ante diferentes condiciones fisiográficas, desde el nivel del mar y hasta los 2,800 m de altitud en la Sierra Sur.

## **4.2. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL MAÍZ**

El origen geográfico del maíz no se conoce con exactitud, aunque existen evidencias que sitúa su origen en México. Con anterioridad al año 5000 A.C. Vavilou sitúa el centro primario de origen del maíz en el sur de México y Centroamérica, y un origen secundario de diversidad genética en los valles altos como: Perú, Ecuador, Bolivia. El maíz tiene una amplia distribución geográfica, la cual se encuentra desde las regiones Este y Sur-Este de EE.UU., México, América Central, y América del Sur (Aguilar, 2011).

Es aceptado que el centro primario de origen del maíz se ubica en Mesoamérica (regiones montañosas de México y Guatemala) y que los Andes centrales son el segundo centro de diversificación (Tapia y Fries, 2007).

## **4.3. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE MAÍZ**

La Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial (DIEES) (2016), estima que durante el ciclo comercial 2016/17 se observó el nivel de producción mundial más alto de la historia, al totalizar 1,025.6 millones de toneladas. Las expectativas de producción para el ciclo mencionado indican un incremento de 6.9% con respecto a la producción obtenida en los años 2015/16. Lo anterior, ante un incremento de 1.6% en la superficie cosechada mundial, así como por

crecimiento en la producción de maíz en Brasil, Estados Unidos, Argentina y Ucrania.

SAGARPA (2017), menciona que la producción de maíz amarillo es deficiente pues solo satisface el 23.95% de requerimiento nacionales, mientras que la producción de maíz blanco satisface en su totalidad la demanda. En ambos caso, Estados Unidos es el principal proveedor de maíz-grano. En 2016, el 76% del maíz amarillo se destinó al consumo pecuario, un 18% a la industria almidonera, otro 2% al autoconsumo, un 2% al consumo humano y el resto a mermas (2%). En el cuadro 1 se mencionan los porcentajes de consumo de maíz amarillo en el mundo en los diferentes sectores.

Cuadro 1. Porcentajes de Consumo de maíz amarillo en el mundo en los diferentes sectores.

	Consumo pecuario	Industria almidonera	Consumo humano	Autoconsumo	Mermas	Exportaciones	Semilla para siembra
Mton	11,206	2,650	348	324	268	35	12
%	75.5%	17.9%	2.3%	2.2%	1.8%	0.2%	0.1%

Fuente: SIAP, 2017; Mton=Miles de toneladas

#### 4.4. PRODUCCIÓN DE MAÍZ EN MÉXICO

El maíz en México posee una gran importancia cultural y económica; ocupa el tercer lugar en producción a nivel nacional por la extensión de

superficie sembrada; superado por el arroz y trigo. El maíz es la principal fuente de alimento de los mexicanos (Gerardo y Armenta 2010; Morales *et al.*, 2014), por lo que México es uno de los principales países consumidores a nivel mundial (Gonzales y Ávila, 2014). Según la FIRA (2016), se siembra una superficie aproximada de 7.7 millones de ha<sup>-1</sup> anualmente de las cuales se obtiene una producción promedio de 24.69 millones de toneladas de grano, siendo México el quinto país en mayor consumo del grano. Un 85.9% de la producción corresponde a maíz blanco, 13.6% a maíz amarillo y el restante 0.5% otros tipos de maíz. La mayor parte de los agricultores siembran maíz para el autoconsumo en un amplio rango de adaptabilidad de la especie ante diferentes condiciones fisiográficas, desde los 0msnm hasta los 2,800msnm en la sierra sur.

El maíz es el cultivo más representativo de México por su importancia económica social y cultural. Con un consumo promedio per-cápita al año de 196.4 kg de maíz blanco, especialmente en tortillas, representa 20.9% del gasto total en alimentos, bebidas y tabaco realizado por las familias mexicanas. La producción de grano de maíz se divide en blanco y amarillo; el maíz blanco representa 86.94% de la producción y se destina principalmente al consumo humano, esa producción satisface la totalidad del consumo nacional, en el caso del maíz amarillo es destinado a la industria (SAGARPA, 2016).

#### **4.4.1. Producción de maíz temporal en México**

SIAP (2016), la producción promedio anual de maíz en el ciclo primavera-verano (temporal) en el periodo 1996-2012 fue de 15,167.2 miles de toneladas. Las principales entidades productoras en este ciclo son Jalisco, cuya contribución represento el 17.8% del total, participación equivalente a 2,698.8 miles de toneladas; estado de México (12.5%); Chiapas (10.2%); Michoacán (8.2%) y Guerrero (6.8%). En conjunto, el volumen de producción de estas entidades significa el 56% del total producido durante el ciclo de referencia.

El 77% del volumen total producido se obtiene en la modalidad de temporal, participación que durante 1996-2006 alcanza una cifra promedio anual de 11,665.5 miles de toneladas. En tanto que el 23% se produjo bajo condiciones de riego, es decir, 3,501.7 miles de toneladas (SIAP, 2016).

#### **4.5. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ**

Lira (2010), menciona que la productividad de un cultivo está definida por los factores ambientales y de manejo que conforman el sistema agronómico, en el cultivo de maíz, los factores que más impactan el rendimiento son la densidad de plantas, la fertilización y el uso de semillas de alta calidad genética; sin embargo diversos estudios realizados demuestran que existen otros factores que aunque en menor medida, determinan el rendimiento del cultivo.

Uno de los factores determinantes para el rendimiento de maíz es la densidad de plantas por hectárea. En el rendimiento de maíz en varias zonas productoras muestra que a medida que aumenta la densidad de siembra se incrementan los rendimientos, siempre y cuando se tenga la humedad y los nutrimentos suficientes para satisfacer las demandas del cultivo para expresar su potencial productivo. El crecimiento del cultivo está influenciado principalmente por el clima y los nutrimentos (Aguilar, 2011).

Espinosa y García (2008), mencionan que los rendimientos se pueden incrementar apreciablemente con el uso de adecuada tecnología en el manejo general del cultivo, particularmente en el manejo de la densidad de población y fertilización. La textura del suelo afecta al rendimiento, debido a que determina la capacidad del mismo para retener y drenar agua y aire permitiendo eliminar el exceso de agua, retener la humedad en época de sequía y proporcionar una buena respiración a la planta.

Los rendimientos de grano de maíz varían entre genotipos, lo cual dificulta la selección de cultivares con mayor adaptación a las condiciones ambientales de una misma localidad. Por ello, se debe explorar el tipo de variedades que conviene sembrar en cada ambiente, y el manejo más apropiado para un mejor aprovechamiento de su potencial genético (Aguilar, 2015). Las enfermedades que atacan el grano y la mazorca pueden reducir considerablemente el rendimiento, la calidad y el valor nutricional (Macías, 2004).

Cirilo (2017), menciona que el rendimiento depende de la capacidad de crecimiento del cultivo y de la fracción de ese crecimiento que destina a la producción de granos (índice de cosecha). El crecimiento resulta del aprovechamiento de la luz solar en la fabricación de los componentes constituyentes y funcionales de los distintos órganos de la planta, por lo tanto, está directamente relacionado con la capacidad del canopeo para capturar la luz incidente. Las consecuencias de la modificación del momento de implantación del cultivo sobre su crecimiento resultan de la incidencia de la temperatura, la radiación y el fotoperiodo sobre su fenología, el desarrollo del área foliar y la acumulación de materia seca.

Desde el momento de la siembra, el maíz está expuesto a los ataques de numerosas plagas, y entre los factores principales que favorecen o dificultan la aparición de plagas y enfermedades en el cultivo están: condiciones de clima, preparación del terreno, rotación de cultivos y el control de malas hierbas, entre otros (INTA, 2010).

#### **4.6. HÍBRIDOS**

Mena (2010), menciona que el maíz híbrido es producto del cruzamiento de dos variedades a fin de obtener un producto que pose características superiores al promedio de sus progenitores.

La hibridación de maíz tiene como objetivo principal el aprovechamiento de la generación F1 (híbrido F1) que es el resultado de la cruce de dos progenitores. Un híbrido de tres líneas se forma cruzando un híbrido

simple con una línea pura, lo que por sus características de producción y adaptación ocupan un lugar intermedio entre un híbrido simple y un doble. La hibridación permite cultivares con estabilidad de rendimiento y que amortigüen mejor los efectos negativos ocasionados por el ambiente (Salazar, 2006).

Cifuentes (2014), menciona que el maíz híbrido es la innovación productiva a través del fitomejoramiento, contribuyendo con la seguridad alimentaria y nutricional de la población por ser un cultivo alimenticio. El maíz híbrido es la primera generación de una cruce entre líneas autofecundadas. Para la obtención de un híbrido se siguen los siguientes pasos: a) obtención de líneas autofecundadas; b) determinación de las mejores líneas en base a cruces más productivas y c) utilización comercial para la producción de semilla.

#### **4.6.1. Ventajas y desventajas del uso de híbridos**

Aguilar (2011), menciona que las ventajas del uso de híbridos son: mayor producción de grano; uniformidad de floración, altura de planta, maduración, plantas más cortas pero vigorosas, plantas resistentes al acame y rotura, mayor sanidad de grano, mayor precocidad y desarrollo inicial.

Entre las desventajas del uso de maíces híbridos se encuentran: reducida área de adaptación, tanto en tiempo como espacio (alta interacción genotipo por ambiente); escasa variabilidad genética que lo

hace vulnerable a las epífitas; necesidad de obtener semillas para cada siembra y su alto costo; necesidad de tecnología avanzada y uso de insumos para aprovechar su potencial genético, bajo rendimiento de forraje y rastrojo (Aguilar 2011).

#### **4.7. FENOLOGÍA DEL CULTIVO DE MAÍZ**

**Planta:** Es una planta de tallo erguido, macizo y hueco. A diferencia de los demás cereales, es una especie monoica, lo que significa que sus inflorescencias, masculina y femenina, se ubican separadas dentro de una misma planta; esto determina además que su polinización sea fundamentalmente cruzada (Sandal, 2014).

**Raíz:** Sandal (1999), menciona que las raíces son fasciculadas y su misión es el anclaje de la planta. En algunos casos sobresalen raíces de los nudos a nivel del suelo, ocurre en aquellas raíces secundarias o adventicias. Las 4 o 5 raíces se desarrollan inicialmente a partir de la semilla (raíces primarias) solo son funcionales durante los primeros estadios de desarrollo.

**Tallo:** El tallo es una caña formado por nudos y entrenudos macizos, de longitud variable, gruesos en la base y de menor diámetro en los entrenudos. El número de nudos es variable en las diferentes variedades, en cada entrenudo hay una depresión como canalito que se extiende a lo largo del entrenudo y cada nudo es el punto de inserción de una hoja. Están formados por una sucesión de nudos y entrenudos, los

primeros son zonas abultadas de los cuales se producen la elongación de los entrenudos y se diferencian las hojas. Cada nudo es el punto de intersección de una hoja (Sandal, 2014).

**Hoja:** Las hojas son largas, lanceoladas, con una filotaxia alterna, paralelinervias y de gran tamaño. Se encuentran abrazando al tallo y con presencia de vellosidad en el haz, además los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes (Guacho, 2014).

**Inflorescencia:** Sandal (2014), menciona que el maíz es de inflorescencia monoica, presentándose los gametos por separado en la misma planta. Sebastián (2013), menciona que la inflorescencia masculina tiene forma de panícula y está situada en la parte superior de la planta. La flor femenina, es decir la futura mazorca, se sitúa a media altura de la planta (según la variedad), crece a partir de las yemas apicales en las axilas de las hojas. Inicialmente, ambas inflorescencias tienen primordios de flores bisexuales; durante el proceso de desarrollo los primordios de los estambres en la inflorescencia axilar abortan y quedan así solo las inflorescencias femeninas. Del mismo modo, los primordios de gineceos en la inflorescencia apical abortan y quedan entonces solo inflorescencias masculinas. La flor está compuesta en realidad por numerosas flores dispuestas en una ramificación lateral, cilíndrica y envuelta por falsas hojas, brácteas o espatas. Los estilos de cada flor sobresalen de las brácteas formando las sedas. Cada flor fecundada formará un grano que estará agrupado en torno a un eje grueso.

La inflorescencia femenina cuando ha sido fecundada por los granos de polen se denomina mazorca, aquí se encuentran las semillas (granos de maíz) agrupadas a lo largo de un eje, esta mazorca se halla cubierta por hojitas de color verde, terminando en una especie de penacho de color amarillo oscuro, formado por estilos (Guacho, 2014).

**Mazorca:** En la mazorca están los granos dispuestos en filas longitudinales, sostenidas por un eje esponjoso que es el olote, surco, coronta o carozo. Bajo buenas condiciones (control de plagas y enfermedades, adecuada humedad y fertilización), algunas variedades producen una segunda mazorca, esta segunda mazorca es usualmente pequeña y se desarrolla más tarde que la primera (Andrino, 2014).

**Fruto y semilla:** La cubierta de la semilla (fruto) se llama pericarpio de forma dura, por debajo de ella, se encuentra la capa de aleurona que le da color al grano, conteniendo proteínas en su interior, así como el endospermo con el 85-90% del peso del grano. El embrión está formado por la radícula y la plúmula (Guacho, 2014).

(Sebastián, 2013) menciona que el grano o fruto del maíz es una cariósida. La pared del ovario o pericarpio está fundida con la cubierta de la semilla o testa y ambas están combinadas conjuntamente para conformar la pared del fruto. El fruto maduro consiste de tres partes principales: la pared, el embrión diploide y el endospermo triploide. La estructura del endospermo del maíz es muy variable y le da al grano distintas apariencias.

#### 4.8. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMATICOS

**Suelo:** Aguilar (2011), define al suelo como la parte fundamental de los ecosistemas terrestres, el cual contiene agua y elementos nutritivos que los seres vivos utilizan. En él se apoyan y nutren las plantas para su crecimiento y condiciona, por tanto, todo el desarrollo del ecosistema.

El maíz se adapta muy bien a todos los tipos de suelo, pero en suelos de textura franca, franco-arcilloso y franco-limoso, con pH de 6,5 a 7,5 es donde se aprecia el mejor desarrollo. Requieren además suelos profundos, ricos en materia orgánica con buen drenaje, para impedir el encharque y consecuente asfixia de las raíces (Aguilar, 2011).

**Agua:** Para que haya buen rendimiento de maíz, es indispensable que exista en el suelo cierto grado de humedad, que satisfaga la exigencia de la planta. Hay dos épocas en que el maíz necesita más agua: cuando está en su primera fase de crecimiento y cuando está en el tiempo de la floración y fructificación. Cuando el agua escasea en el período de crecimiento, la planta toma un color cenizo, las hojas tienden a enrollarse hacia su nervadura central, como disminuyendo la superficie de transpiración, el crecimiento se detiene, estimulándose la floración, como una lucha de la planta a perpetuar la especie dentro de estas condiciones desfavorables (Segura y Andrade, 2011).

**Fotoperiodo:** el cultivo de maíz es sensible al fotoperiodo cuando los días pasan de nueve horas de luz. La luminosidad ideal para el maíz está comprendida entre seis y siete horas luz-día. Este cultivo se comporta

mejor en climas moderadamente cálidos, con alta luminosidad y adecuada distribución de lluvias durante el ciclo de la planta (Ospina, 2015).

Ospina (2015), menciona que la luz ejerce su principal papel en la fotosíntesis, pero también afecta la morfología de la planta por medio de reacciones de fotoperiodo y elongación; a mayor intensidad de luz en épocas de llenado de grano, mayor acumulación de materia seca, por lo tanto habrá mayores rendimientos; sin embargo, a intensidades altas de luz, se puede afectar la temperatura de la planta. La cantidad de radiación interceptada por el cultivo durante los diez días siguientes a la antesis está relacionada en forma lineal con el número final de granos por planta.

**Termoperiodo:** El maíz requiere una temperatura óptima de entre 24 a 35°C, siendo 32°C la temperatura ideal para lograr una óptima producción. Requiere bastante cantidad de luz solar, bajando sus rendimientos en los climas húmedos. La temperatura debe estar entre los 15 a 27° C. para que se produzca la germinación en la semilla. Puede soportar una temperatura mínima de 8° C y máximas de 39°C, pero a partir de los 40°C pueden aparecer problemas serios debido a mala absorción de nutrientes y una baja polinización (Cruz, 2013).

#### 4.9. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Los requerimientos óptimos de maíz se obtienen en aquellos terrenos con alto nivel de fertilidad. Con el fin de conocer la disponibilidad nutricional del suelo, es necesario realizar un análisis de suelo por lo menos cada dos años (Villavicencio y Zambrano, 2009)

Según Palacio (2006), en condiciones de baja fertilidad natural, el suelo no proporciona los nutrientes suficientes para lograr un rendimiento satisfactorio de los cultivos. Por lo tanto es necesario suplementar las deficiencias de nutrientes propios del suelo por medio de un suministro de fertilizantes químicos. En el cuadro 2 se mencionan la recomendación para fertilización para el cultivo de maíz.

Cuadro 2. Recomendación para fertilización en el cultivo de maíz para grano en condiciones de temporal

Kg de nutrientes puros por hectárea		
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
100-120	100-120	100-160

Fuente: Palacios (2006); N= Nitrógeno; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>= oxido de fosforo; K<sub>2</sub>O= oxido de potasio

#### 4.10. DENSIDAD DE SIEMBRA

Cárdenas (2010), menciona que la densidad de siembra constituye un factor de vital importancia en el rendimiento final del cultivo. Una excesiva densidad por hectárea aumenta la competencia entre plantas y

aumentan los daños ocasionados por enfermedades causadas por hongos, que atacan el tallo y cuello de las plantas. La densidad del cultivo se relaciona también con competencia por luz. El maíz es un cultivo que posee una alta necesidad de luz, por lo que se debe considerar la arquitectura del híbrido en la dosis de siembra.

Lira (2010), menciona que la densidad de plantas para un cultivo es de suma importancia, por lo que se propone una población de entre 25 y 27 mil plantas por hectárea para materiales criollos y más de 40 mil con semillas mejoradas.

#### **4.11. PLAGAS Y ENFERMEDADES**

##### **4.11.1. Plagas**

Existen varias especies de insectos que causan daño al cultivo de maíz, sin embargo, debido al control que ejercen los enemigos naturales (parasitoides, depredadores y entomopatògenos) y la acción de varias prácticas culturales sobre las poblaciones de insectos, solo pocas especies llegan a constituirse en plagas importantes en el cultivo de maíz (Villavicencio y Zambrano, 2009).

Villavicencio y Zambrano (2009), mencionan que en el cultivo de maíz existen plagas que por su potencial de daño, abundancia, frecuencia y

distribución geográfica, necesitan mayor atención. En el cuadro 3 se mencionan las principales plagas que afectan este cultivo.

Cuadro 3. Principales plagas que afectan al cultivo de maíz

Nombre común	Nombre científico
Gusano Cogollero	<i>Spodoptera frugiperda</i>
Pulgón del maíz	<i>Rhopalosiphum maidis</i>
Gusano cortador	<i>Agrotis ipsilon</i>
Gusano Elotero	<i>Helicoverpa zea</i>

Fuente: (Villavicencio y Zambrano, 2009)

Uno de las principales plagas del cultivo de maíz es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). El daño económico de esta plaga generalmente es alto, una infestación no controlada de *Spodoptera frugiperda* puede ocasionar una reducción de rendimiento de 13 a 60%, debido a la pérdida de área foliar y a un retraso o inhibición en la emisión de las inflorescencias. Cabe resaltar que las plantas de maíz son susceptibles de ser dañadas por el gusano cogollero durante su desarrollo vegetativo, de la emergencia y hasta 55 – 60 días después de dicha fase (García, 2009).

#### **4.11.2. Enfermedades**

Gonzales *et al.* (2007), menciona que la incidencia de enfermedades del cultivo de maíz está relacionada con la susceptibilidad intrínseca del genotipo, el manejo agronómico y las condiciones ambientales a las que se exponen durante su desarrollo. Las enfermedades más frecuentes y

que causan pérdidas significativas en el cultivo de maíz se mencionan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Principales enfermedades que afectan el cultivo de maíz

Nombre común	Nombre científico
Pudrición de la Mazorca	<i>Fusarium sp.</i>
Mancha asfalto	<i>Phyllacora myidis</i>
Roya	<i>Puccinia polysora</i>
Raquitismo	<i>Virus del mosaico</i>
Mancha de la hoja	<i>Drechslera turcica</i>

Fuente: (Gonzales *et al.*, 2007)

Una de las enfermedades más frecuentes y que causa pérdidas significativas en el cultivo de maíz es la conocida como pudrición de mazorca. Los principales agentes causantes de esta enfermedad son los hongos *Stenocarpella sp.* y *Fusarium sp.* En regiones como el Occidente ha causado pérdidas del 40 al 60% (Gonzales *et al.*, 2007).

## 5. MATERIALES Y METODOS

### 5.1. MATERIAL GENETICO

Los materiales utilizados fueron: tres híbridos pertenecientes a las casas productoras de SEMMEX, los cuales se mencionan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Híbridos de maíz para la evaluación de rendimiento en la localidad de San Bartolo Tuxtepec, Oaxaca

Tratamiento	Nombre	Origen
1	886 A	SEMMEX
2	H 378 A	SEMMEX
3	MX - 510	SEMMEX

### 5.2. UBICACIÓN DEL TERRENO

La investigación se llevó a cabo en los terrenos pertenecientes al Instituto Tecnológico de la Cuenca del Papaloapan, ubicado en el ejido de San Bartolo, municipio de San Juan Bautista, Tuxtepec, Oaxaca, bajo las coordenadas longitud: -96.10 y latitud: 18.09.



Figura 1. Localización del área de trabajo.

### **5.3. DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL**

Se trabajó sobre un diseño experimental de bloques completos al azar, el cual consto de cuatro bloques con cuatro repeticiones, la unidad experimental estuvo constituida por 3 surcos de 4 metros de longitud, 0.80 metros de ancho y una separación entre plantas de 0.20 metros, resultando 20 plantas por surco, lo que es equivalente a una densidad de población de 60 mil plantas por hectárea. En los anexos se muestra la imagen 2 del trazo del diseño experimental.

#### 5.4. ESTABLECIMIENTO Y CONDUCCION DE LOS EXPERIMENTOS

El experimento se estableció en San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, en el ciclo primavera-verano, realizándose la siembra en julio de 2017 y se cosecho en octubre del mismo año. En el anexo se muestra la imagen 2 a la imagen 8 sobre manejo de cultivo desde trazado del diseño experimental hasta cosecha.

#### 5.5. VARIABLES EVALUADAS

- a) **Rendimiento de grano:** Se desgranaron las mazorcas cosechadas, una vez que el grano tomo una humedad de 12% y se tomó el peso con una balanza granataria. En los anexos se muestran las imágenes 9 y 10 sobre la toma de datos y el maíz desgranado.
  
- b) **Peso de mazorca:** Se midió después de la cosecha pesando la mazorca con una balanza granataria.
  
- c) **Peso en campo.** Se tomó el peso de la mazorca al momento de al momento de la cosecha. Con una humedad del 18%.
  
- d) **Altura de mazorca:** La altura de mazorca fue considerada desde el nivel del suelo hasta el lugar de inserción de la mazorca, el dato se midió en metros.

- e) **Altura de la planta:** El dato de la altura de la planta fue tomada en metros desde el nivel del suelo hasta la hoja bandera.

## 5.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron los análisis de varianza para tratamientos y bloques. Así mismo se hicieron pruebas de medias de Tukey para observar el agrupamiento de los tratamientos. El modelo estadístico utilizado fue:

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

Donde:

$i = 1, 2, \dots, t \leftarrow$  Tratamiento

$j = 1, 2, \dots, r \leftarrow$  Bloque

$Y_{ij}$  = valor de la variable respuesta del tratamiento  $i$  en el bloque  $j$ .

$\mu$  = media general

$\tau_i$  = efecto de tratamiento  $i$

$\beta_j$  = efecto del bloque  $j$

$\varepsilon_{ij}$  = error experimental

Todos los análisis estadísticos fueron realizados utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System), versión 9.0.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

### a) Peso de grano seco

En el cuadro 6 se presenta el análisis de varianza para la variable rendimiento del peso de grano seco ( $\text{ton/ha}^{-1}$ ), el cual resulto que no existe diferencia significativa al 0.05 entre los diferentes híbridos evaluados, y que para bloque no hay efecto sobre los tratamientos. Se presentó un coeficiente de variación de 29.13, con una media para los tres híbridos evaluados de 1.25, con una diferencia mínima significativa de 0.63. Lo anterior muestra que los híbridos evaluados presentan rendimientos semejantes estadísticamente

Cuadro 6. Análisis de varianza para rendimiento de peso de grano seco de tres híbridos de maíz evaluados.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	SIG
TRA	2	0.39	0.19	1.47	5.14	NS
BLO	3	1.63	0.54	4.06	4.76	NS
Error	6	0.80	0.13			
TOTAL	11	2.83				

CV= 29.13

DMS= 0.63

MEDIA= 1.25

FV= fuente de variación; GL= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio; Fc= F calculada; Ft= F tabulada; SIG= significancia; TRA= tratamiento; BLO= bloque; CV= coeficiente de variación; DMS= diferencia mínima significativa.

En el cuadro 7 se muestran las pruebas de medias realizadas para la variable rendimiento de grano para los diferentes híbridos evaluados, las cuales muestran un solo agrupamiento de los híbridos evaluados en todas las pruebas de medias realizadas, esto se complementa con lo mencionado anteriormente (cuadro 6), que no existe diferencia significativa entre los híbridos. Lo cual todos los híbridos presentan un rendimiento similar.

Cuadro 7. Prueba de medias para los diferentes híbridos para la variable rendimiento de grano seco.

PRUEBA DE MEDIAS	TRATAMIENTOS		
	T1	T2	T3
Tukey	1.06 A	1.50 A	1.21 A
Duncan	1.06 A	1.50 A	1.21 A
LSD	1.06 A	1.50 A	1.21 A

Mejías (2013) mostro resultados semejantes al presente trabajo, mostrando no haber diferencia significativa en los híbridos evaluados bajo condiciones de temporal. Las semejanzas en rendimiento se pueden atribuir a la presencia de plagas como el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y el pulgón (*Rhopalosiphum maidis*).

#### **b) Peso de mazorca**

En el cuadro 8 se presenta el análisis de varianza para la variable rendimiento de peso de mazorca, el cual resultado ser no significativo al

0.05, permitiendo observar que no hay diferencia entre los diferentes híbridos evaluados, así mismo para la fuente de variación bloque, no existe diferencia significativa por lo que indica que se hizo un buen manejo de las variables externas; obteniéndose un coeficiente de variación de 29.66, y una media entre los tratamientos de 1.56 y una diferencia mínima significativa de 0.8, permitiendo deducir que existe un solo agrupamiento de los tratamientos al no haber diferencia significativa.

Cuadro 8. Análisis de varianza para rendimiento de peso de mazorca seca de tres híbridos de maíz evaluados.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	SIG
TRA	2	0.65	0.32	1.51	5.14	NS
BLO	3	2.17	0.72	3.36	4.76	NS
Error	6	1.29	0.21			
TOTAL	11	4.12				

CV= 29.66

DMS= 0.80

MEDIA= 1.56

FV= fuente de variación; GL= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio; Fc= F calculada; Ft= F tabulada; SIG= significancia; TRA= tratamiento; BLO= bloque; CV= coeficiente de variación; DMS= diferencia mínima significativa.

En el cuadro 9 se muestran las pruebas de medias realizadas para la variable rendimiento de mazorca para los diferentes híbridos evaluados, las cuales muestran un solo agrupamiento para todos híbridos en todas las pruebas de medias realizadas, esto se complementa con lo mencionado anteriormente (cuadro 8), que no existe diferencia

significativa entre los híbridos. Por lo cual todos los materiales presentan un rendimiento de mazorca similar.

Cuadro 9. Prueba de medias para los diferentes híbridos para la variable rendimiento de mazorca.

PRUEBA DE MEDIAS	TRATAMIENTO		
	T1	T2	T3
Tukey	1.31 A	1.87 A	1.51 A
Duncan	1.31 A	1.87 A	1.51 A
LSD	1.31 A	1.87 A	1.51 A

### **c) Peso de mazorca en campo**

En el cuadro 10 se presenta el análisis de varianza para la variable rendimiento del peso de mazorca en campo, el cual resulto que no existe diferencia significativa al 0.05 entre los diferentes híbridos evaluados, así mismo para bloque resulto no haber significancia. Obteniéndose un coeficiente de variación de 31.54 para dicha variable, la media que existe entre los tres tratamientos fue de 2.74 con una diferencia mínima significativa de 1.49. Esto corrobora lo referente a la variable de peso de grano en el cual resulto ser no significativo.

Cuadro 10. Análisis de varianza para rendimiento de peso de mazorca en campo de tres híbridos de maíz evaluados.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	SIG
TRA	2	1.58	0.79	1.06	5.14	NS
BLO	3	5.66	1.88	2.52	4.76	NS
Error	6	4.50	0.75			
TOTAL	11	11.75				

CV = 31.54

DMS = 1.49

Media = 2.74

FV= fuente de variación; GL= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio; Fc= F calculada; Ft= F tabulada; SIG= significancia; TRA= tratamiento; BLO= bloque; CV= coeficiente de variación; DMS= diferencia mínima significativa.

En el cuadro 11 se muestran las pruebas de medias realizadas para la variable peso de mazorca en campo para los diferentes híbridos evaluados, las cuales muestran un solo agrupamiento de los híbridos en todas las pruebas de medias realizadas, mostrando que no hay diferencia en los híbridos, los cuales su producción en mazorcas es similar uno con otro.

Cuadro 11. Prueba de medias para los diferentes híbridos para la variable rendimiento de peso de mazorca en campo.

PRUEBA DE MEDIAS	TRATAMIENTO		
	T1	T2	T3
Tukey	2.32 A	3.21 A	2.70 A
Duncan	2.32 A	3.21 A	2.70 A
LSD	2.32 A	3.21 A	2.70 A

#### d) Altura de mazorca

En el cuadro 12 se presenta el análisis de varianza para la variable altura de mazorca (cm) el cual resulto que existe diferencia significativa al 0.05 entre los diferentes híbridos evaluados, así mismo para la fuente de variación bloque resulto ser significativa, por cual si hubo efecto del bloque de la variable respuesta altura de mazorca, obteniéndose un coeficiente de variación de 2.16. La media entre cada tratamiento fue de 61.77, con una diferencia mínima significativa de 2.31 por lo que muestra ser que puede existir al menos dos agrupamientos de los tratamientos.

Cuadro 12. Análisis de varianza para altura de mazorca de tres híbridos de maíz evaluados.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	SIG
TRA	2	23.39	11.69	6.56	5.14	*
BLO	3	61.37	20.45	11.48	4.76	*
Error	6	10.69	1.78			
TOTAL	11	95.46				

CV = 2.16

DMS = 2.31

MEDIA= 61.77

FV= fuente de variación; GL= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio; Fc= F calculada; Ft= F tabulada; SIG= significancia; TRA= tratamiento; BLO= bloque; CV= coeficiente de variación; DMS= diferencia mínima significativa.

En el cuadro 13 se muestran las pruebas de medias realizadas para la variable altura de mazorca para los diferentes híbridos evaluados, teniendo dos grupos dentro de esta variable, observando que existe diferencia en altura de mazorca entre los híbridos, por lo que se concluye que el tratamiento uno tiene menor altura de mazorca que los tratamientos dos y tres.

Cuadro 13. Prueba de medias para los diferentes híbridos para la variable altura de mazorca.

PRUEBA DE MEDIAS	TRATAMIENTO		
	T1	T2	T3
Tukey	59.80 B	62.65 A	62.86 A
Duncan	59.80 B	62.65 A	62.86 A
LSD	59.80 B	62.65 A	62.86 A

#### **e) Altura de planta**

En el cuadro 14 se presenta el análisis de varianza para la variable altura de planta (cm), el cual resulto ser no significativo al 0.05, por lo cual no existe diferencia entre los diferentes híbridos evaluados, así mismo para la fuente de variación bloque resulto ser significativo, por lo que indica que hubo efecto de bloque sobre la variable respuesta; obteniéndose un coeficiente de variación bajo 3.25, por lo cual se tuvo buen manejo de los factores externos. La media para los tres tratamientos fue de 129.4, con una diferencia mínima significativa de 7.28, lo cual es bajo, esto conlleva que todos los híbridos queden dentro de un mismo grupo.

Cuadro 14. Análisis de varianza para altura de planta de tres híbridos de maíz evaluados.

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft	SIG
TRA	2	50.31	25.15	1.42	5.14	NS
BLO	3	353.35	117.78	6.64	4.76	*
Error	6	106.40	17.73			
TOTAL	11	510.07				

CV = 3.25

DMS = 7.28

MEDIA= 129.44

FV= fuente de variación; GL= grados de libertad; SC= suma de cuadrados; CM= cuadrado medio; Fc= F calculada; Ft= F tabulada; SIG= significancia; TRA= tratamiento; BLO= bloque; CV= coeficiente de variación; DMS= Diferencia mínima significativa

En el cuadro 15 se muestran las pruebas de medias realizadas para la variable altura de planta para los diferentes híbridos evaluados, en el cual se observa un solo agrupamiento de los híbridos evaluados en todas las pruebas de medias realizadas, esto se complementa con lo mencionado anteriormente (cuadro 14), que no existe diferencia significativa entre los híbridos evaluados. Lo cual todos los materiales presentan una altura de planta similar.

Cuadro 15. Prueba de medias para los diferentes híbridos evaluados para la variable altura de planta.

PRUEBA DE MEDIAS	TRATAMIENTO		
	T1	T2	T3
Tukey	129.02 A	127.17 A	132.13 A
Duncan	129.02 A	127.17 A	132.13 A
LSD	129.02 A	127.17 A	132.13 A

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que:

- El peso de grano seco en los análisis estadísticos resulto ser no significativo, por lo que indica que todos los híbridos tienen un rendimiento en peso de grano similar, por lo que se acepta hipótesis nula.
- El peso de mazorca con humedad al 12% resulto ser no significativo para los tres híbridos.
- El peso de mazorca en campo con una humedad del 18% resulto ser no significativo estadísticamente, por lo que se concluye que todos los híbridos tienen un rendimiento por hectárea similar.
- La altura de planta para los diferentes híbridos estadísticamente no hay diferencia significativa, por lo que se concluye que los tres híbridos tienen una altura de planta similar.
- La altura de mazorca resulto ser significativo por lo que se concluye que al menos uno de los tres híbridos tiene una mayor altura de mazorca.

De acuerdo a los resultados obtenidos para la producción de los tres híbridos evaluados de maíz (SEMMEEX 886 A, SEMMEEX H 378 A, SEMMEEX MX-510) de temporal para la región de San Bartolo, Tuxtepec, Oaxaca, los híbridos tuvieron rendimientos similares en rendimiento de grano, peso de mazorca con humedad al 12%, peso de mazorca en campo con humedad al 18%, altura de planta y de mazorca, por lo cual,

el resultar ser no significativo. No domina el que sean de menor rendimiento, sino que el comportamiento de los híbrido es similar uno con otro, por lo cual el productor puede sembrar cualquiera de estos tres híbridos y obtendrá rendimientos similares.

## 8. LITERATURA CITADA

Aguilar C. 2011. Comportamiento de tres híbridos de maíz duro (*Zea mays l.*) Con cuatro niveles de fertilización en la parroquia la Concepción cantón Mira. Tesis profesional. Universidad Técnica del Norte. P. 80.

Aguilar T. R. 2015. Respuesta de genotipos de maíz (*Zea mays l.*) en la producción de grano, rastrojo y biomasa total a diferentes fuentes de fertilización en el valle de Puebla. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. México. P. 120.

Andrino. B.F. 2014. Evaluación de cinco densidades de siembra sobre el rendimiento de elote súper dulce de grano amarillo; monjas, jalapa. Tesis profesional. Universidad Rafael Landívar. Pp. 63.

Benavides M. F. 2011. Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de maíz híbrido para las regiones de la Sierra y Amazonia ubicada en el Canton Lago Agrio Provincia de Sucumbios. Tesis profesional. Pp. 165.

Cárdenas T. Ll. 2010. Producción de 18 híbridos de maíz (*Zea mays l.*) para ensilaje en el área de riego del llano central de la región de la Araucanía. Tesis Profesional. Universidad de la frontera facultad de ciencias agropecuarias y forestales. Temuco – Chile. p. 38.

Cifuentes H. E. G. 2014. Características agronómicas y rendimiento de once híbridos de maíz; Retalhuleu, Retalhuleu. Facultad de ciencias ambientales y agrícolas. Guatemala. Pp.64.

Cirilo A. G. 2017. Fecha de Siembra y Rendimiento en Maíz. INTA Pergamino, Buenos Aires. 122-127.

Cruz N. O. F. 2013. Manual para el cultivo del maíz en Honduras. 3<sup>a</sup> ed. DICTA. Honduras. 27 pp.

DIEES (Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial). 2016. Panorama Agroalimentario Maíz. Pp.41.

Espinosa J. y García J. P. 2008. Herramienta para mejorar la eficiencia de uso de nutrientes. Informaciones agronómicas. 10-16.

García N.G. 2009. Manejo biorracional de gusano cogollero en maíz. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIAP). Pp.37.

Gerardo M. L. y Armenta B. A. D. 2010. Reflexiones sobre el impacto socioeconómico del cultivo de maíz en Sinaloa. Ra Ximhai. 6: 69-72.

González, M. A. y J. F. Ávila C. 2007. El maíz en Estados Unidos y en México. Hegemonía en la producción de un cultivo. Argumentos. 75(27): 215-237.

Guacho A. E. F. 2014. Caracterización agro-morfológica del maíz (*Zea mays l.*) de la localidad San José de Chazo. Tesis Profesional. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba – Ecuador. P. 100.

(INTA) Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. 2010. Guía Tecnológica del cultivo de Maíz. Pp. 47.

Lira C. V. G. 2010. Análisis del rendimiento de maíz (*Zea mayz l.*) en el Estado de Querétaro. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Chapingo. México. Pp. 134.

Macías C. R. L. 2014. Producción de maíz forrajero en Chihuahua. Paquete Tecnológico para la Producción de Maíz Forrajero en Chihuahua. Inifap. Pp 43.

Mejías L. R. 2013. Rendimiento y componentes del rendimiento de variedades de maíz (*Zea mayz l.*) de grano color blanco en la región centro de Chiapas. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Cintalapa de Figueroa, Chiapas. P. 40.

Mena V.F.I. 2010. Evaluación de 4 híbridos de maíz forrajero (*Zea mays* L.) en la Comuna de Futrono. Tesis profesional. Universidad Austral de Chile. P. 52.

MANUAL AGROPECUARIO. 2001. "Cultivo de maíz". 3ra Edición. Editorial Idea Books. Barcelona-España. 471-476 pp.

Morales R. A., Morales R. E. J., Franco M. O., Mariezcurrena B. D., Estrada C. G. y Norman M. T. H. 2014. Densidad de población en maíz, coeficiente de atenuación de luz y rendimiento. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 8: 1425-1431.

Ospina R. J. G. 2015. Manual Técnico del Cultivo de Maíz Bajo Buenas Prácticas Agrícolas. Secretaria de Agricultura de Desarrollo Rural. Medellín Colombia. Pp. 152.

Palacio S. J. R. 2006. Evaluación de diferentes concentraciones de urea y sulfato de magnesio en planta joven de maíz (*Zea mays* L.) y trigo (*Triticum spp.*) bajo condiciones de invernadero. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico de Sonora. Cd. Obregón Sonora. P. 105.

SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2016. México. Pp. 154.

Salazar. 2010. Caracterización de sistemas de cultivo de maíz en regiones del estado de Oaxaca. Revista mexicana de agroecosistemas. Pp. 14.

Sandal P. M. S. 2014. Comportamiento agronómico de tres híbridos de maíz (*Zea mays* L.). En el cantón pueblo viejo provincia de los ríos. Tesis Profesional. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador. P. 93.

Sebastián M.P. 2013. Producción de tres híbridos de maíz bajo riego por goteo. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria. México. P.43.

Segura A. M. E. y Andrade G. L. M. 2011. “Efecto de las condiciones agrometeorológicas sobre un cultivar criollo y dos híbridos de maíz en cuatro fechas de siembra”. Informe técnico. Escuela Politécnica del Ejército. Santo Domingo – Ecuador. P. 188.

SIAP (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2016. Maíz, situación actual y perspectivas. México. Pp. 174.

SHCP (Secretaría de Hacienda y Crédito Público). Financiera Nacional de Desarrollo Agropecuario, Rural, Forestal y Pesquero (2014), “Panorama del Maíz”.  
<<http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Panorama>

s/Panorama%20Ma%C3%ADz%20%28may%202014%29.pdf > el 08 de junio de 2015.

Tapia, M. E. y A.M. Frías. 2007. Guía de campo de los cultivos andinos. FAO y ANPE. Lima

Vásquez C. M. A., Castañeda H. E., Lozano T. S., Pérez L. M. I., Santiago M. G. M., Robles P. C. 2017. Caracterización de sistemas de cultivo de maíz en regiones del estado de Oaxaca. Revista Mexicana de Agroecosistemas 4: 24-37.

Villavicencio P. y Zambrano .J. L. 2009. Guía para la producción de maíz amarillo duro en la zona central del litoral Ecuatoriano. INIAP - Estación Experimental Tropical Pechelingue. Boletín divulgativo No. 353. Quevedo-Ecuador. 24 p.

Paginas consultadas

<http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/tamaulipas/boletines/2016/diciembre/Documents/2016B082.pdf> consultada el día 20 de diciembre de 2017.

[file:///F:/tesis/Panorama\\_Agroalimentario\\_Ma\\_z\\_2016.pdf](file:///F:/tesis/Panorama_Agroalimentario_Ma_z_2016.pdf) consultada el día 25 de diciembre de 2017

## ANEXOS



Figura 2. Trazo del diseño experimental (bloques completamente al azar) para la implementación de los híbridos a evaluar.



Figura 3. Siembra de los tres híbridos evaluados bajo condiciones de temporal



Figura 4. Control de malezas en el área experimental de los híbridos en evaluación



Figura 5. Realización de aporque en el área experimental de los híbridos en evaluado



Figura 6. Aplicación de urea ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ) en los híbridos de maíz en evaluación



Figura 7. Aplicación de plaguicida para el control de gusano cogollero



Figura 8. Realización de la cosecha de cada uno de los tratamientos (híbridos) dentro de la parcela experimental



Figura 9. Toma de datos de la variable respuesta rendimiento



Figura 10. Desgrane de las mazorcas cosechadas en campo de cada uno de los híbridos evaluados