



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MEXICO

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COMITANCILLO**

**TESIS PROFESIONAL PARA TITULACIÓN INTEGRAL**

**TITULADO:**

**“EVALUACIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ EN EL VALLE DEL MEZQUITAL,  
HIDALGO”**

**QUE PRESENTAN:**

**CECILIA BAUTISTA RODRÍGUEZ  
OSCAR DANIEL ANDRES EPITACIO  
DARWIN RAMOS VARGAS**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO  
CON ESPECIALIDAD EN FITOTECNIA,  
CON ESPECIALIDAD EN APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS  
AGROECOSISTEMAS PECUARIOS**



**SAN PEDRO COMITANCILLO, OAX. JUNIO 2022**



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO.

Instituto Tecnológico de  
Comitancillo  
División de Estudios  
Profesionales

San Pedro Comitancillo, Oax. **10/MAYO/2022.**

OFICIO No. : **DEP.180/2022.**

C.C. CECILIA BAUTISTA RODRIGUEZ  
OSCAR DANIEL ANDRES EPITACIO  
DARWIN RAMOS VARGAS.  
PASANTE(S) DE LA CARRERA DE  
ING. EN AGRONOMIA.  
P R E S E N T E.

Habiendo analizado la TESIS PROFESIONAL titulado: "EVALUACION DE HIBRIDOS DE MAIZ EN EL VALLE DEL MEZQUITAL, HIDALGO". Que presenta(n) ante la comisión revisora y previo dictamen de la misma, para obtener el título de ING. EN AGRONOMIA, con especialidad EN FITOTECNIA , comunico a usted(es) que dicho documento cubre satisfactoriamente los requisitos de forma y contenido, por lo que se autoriza su edición.

A T E N T A M E N T E  
Excelencia en Educación Tecnológica®

"Espíritu Tecnológico, reflejo de trabajo y libertad"

Ing. Rosario Santiago.  
Jefe de la División de Estudios Profesionales.

C.c.p. Archivo.  
RS/rgh.



Carretera Istaltepec - Comitancillo Km. 7.5 San  
Pedro Comitancillo, Oax. C.P. 70750  
Teléfonos (01 971) 717 21 09 (01 971) 717 21 10,  
e-mail: dir\_comitancillo@tecnm.mx  
[www.comitancillo.tecnm.mx](http://www.comitancillo.tecnm.mx)



## **DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS**

Le agradezco primeramente a Dios por haberme permitido concluir con mis estudios y por estar presente en mi vida.

A mi madre Selvia por el apoyo incondicional, los consejos, la confianza y cariño que siempre me dio. Por motivarme a diario para poder alcanzar mis metas y por siempre estar ahí, te quiero mucho.

A mi hermana Isabel por los consejos, el apoyo y cariño que siempre me brindo durante esta etapa de mi vida.

A mi novio Oscar por su comprensión, confianza, apoyo y amor incondicional durante este periodo. Porque juntos alcanzamos este logro.

Al Dr. René Gómez y a Miguel Ángel Zarazúa por los conocimientos adquiridos y por el apoyo que siempre nos brindaron durante nuestra estancia.

A mi asesora M.C. Zulma Castillejos Antonio por la dedicación, apoyo y conocimientos otorgados, muchas gracias.

Cecilia Bautista Rodríguez.

A Dios por la fortaleza, la valentía, la sabiduría, la paciencia, para seguir adelante en este trayecto que nunca fue fácil, pero gracias a él se pudo lograr.

A mis padres el Sr. Hilario Andrés José y la Sra. Idalia Epitacio Rodríguez, por su apoyo incondicional, por sus sabios consejos, por haberme forjado con buenos valores y principios. Este y todos mis logros son para ellos, los quiero y los amo.

A mis abuelos y familiares por darme su apoyo, sus consejos y sobre todo su cariño y comprensión.

A mis hermanos Blanca, Patricia y Jonatan, por su apoyo incondicional, por estar demostrarme su cariño en las etapas de mi vida.

A los integrantes del INIFAP-Hidalgo, al Dr. René Gómez Mercado, por hacer esto posible, gracias por compartir sus conocimientos y experiencias, sobre todo gracias por su tiempo y dedicación, a enseñarnos cosas nuevas, al Dr. José Antonio Espinosa al ser amable con la agilización de los trámites, al igual por compartir sus experiencias, a los compañeros T.A. Miguel Ángel Zarazúa Delgadillo, Ing. Ángel Severiano Cervantes Esparza y al Lic. Elías Martínez, por su grandiosa amistad, su apoyo, y sobre todo por compartir su conocimientos y experiencias.

A mi Asesora M.C. Zulma Castillejos Antonio, por su tiempo, dedicación, comprensión muchas gracias.

A la Familia Antonio Ruiz, por sus consejos, sus apoyos, pero sobre todo su gran amistad.

Oscar Daniel Andrés Epitacio.

Primeramente, agradezco a Dios por bendecirme para llegar a culminar un sueño más, por inspirar mi espíritu, por su infinita misericordia y bondad, por ser mi fuerza y mi guía que conduce mi camino, darme salud y bendición para alcanzar mis metas. “No temas, porque yo estoy contigo; no desmayes, porque yo soy tu Dios que te esfuerzo; siempre te ayudaré, siempre te sustentaré con la diestra de mi justicia”. Isaías 41:10

A mis padres, Efraín Ramos Rosas y Albina Vargas Juárez, quienes me apoyaron en todo momento, con motivación constante. A mis hermanos y familiares quienes estuvieron en cada paso de mi vida. A mis abuelos que siempre me animaron a no rendirme y darlo todo hasta el final.

A mis hermanos y compañeros fieles, Yanelly Ramos Vargas, Víctor Alfonso Cardoso Zamudio, Israel Zamorano Salmorán, Veimer Alexis Pulce Chukizuta, Jordan Emmanuel Rodríguez Duran, Aldair Codero Vital. Por sus motivaciones, regaños y desvelos.

Agradezco a todos los docentes del tecnológico, por sus enseñanzas y por las experiencias que contribuyeron en nuestra formación profesional.

Al INIFAP por abrirme las puertas para realizar la estancia y lograr un escalón más en mi formación, gracias al doctor René Gómez Mercado por permitir ser parte del proyecto, ganar experiencia y conocimientos para la vida laboral, por compartir de sus conocimientos que me servirán en la vida laboral.

A mi Asesora M.C. Zulma Castillejos Antonio, por su tiempo, y acompañamiento en el proceso.

A mis líderes de zona 4, ministerio y pastores que estuvieron pendientes de mí y ser de bendición.

Darwin Ramos Vargas

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS .....	9
ÍNDICE DE FIGURAS .....	10
ÍNDICE DE ANEXOS.....	11
RESUMEN .....	12
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN .....	13
1.1. Objetivos.....	15
1.1.1 <i>Objetivo General</i> .....	15
1.1.2 <i>Objetivos Específicos</i> .....	15
1.2. HIPÓTESIS .....	16
CAPÍTULO II FUNDAMENTO TEÓRICO.....	17
2.1 Generalidades del maíz.....	17
2.1.1 <i>Taxonomía</i> .....	17
2.1.2 <i>Descripción botánica</i> .....	17
2.1.3 <i>Etapas Fenológicas</i> .....	20
2.2 Requerimientos del cultivo de maíz.....	22
2.2.1 <i>Edáficos</i> .....	22
2.2.2 <i>Climáticos</i> .....	23
2.2.3. <i>Nutricional</i> .....	24
2.3 Establecimiento del cultivo.....	26
2.3.1 <i>Preparación del terreno</i> .....	26
2.3.2 <i>Siembra</i> .....	28
2.3.3 <i>Periodo y densidad de siembra</i> .....	28
2.3.4 <i>Control de maleza y escarda</i> .....	29
2.3.5 <i>Fertilización</i> .....	30
2.3.6 <i>Riego</i> .....	31
2.3.7 <i>Cosecha</i> .....	32
2.4 Principales plagas y enfermedades.....	33
2.4.1 <i>Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda)</i> .....	33
2.4.2 <i>Gusano alambre (Agriotes spp.)</i> .....	34

2.4.3 Gusano alfilerillo ( <i>Diabrotica virgifera zea</i> Krysan y Smith).....	35
2.4.4 Frailecillo ( <i>Macroductylus nigripes</i> ) .....	36
2.4.5 Gusano trozador ( <i>Agrotis ípsilon</i> ) .....	37
2.4.6 Gusano Elotero ( <i>Helioverpa zea</i> ).....	38
2.4.7 Gallina ciega ( <i>Phyllophaga spp. Harris 1827</i> ).....	39
2.4.8 Gusano Soldado ( <i>Spodoptera exigua</i> ) .....	40
2.4.9 Roya ( <i>Puccinia sorghi</i> ).....	41
2.4.10 Pudrición del tallo y mazorca ( <i>Fusarium spp.</i> ).....	42
2.5 Híbridos de Maíz.....	44
2.5.1 Clasificación de los híbridos .....	44
2.5.2 Ventajas del uso de híbridos .....	46
2.6. Evaluaciones realizadas sobre híbridos de maíz .....	46
<b>CAPÍTULO III PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES .....</b>	<b>52</b>
3.1 Caracterización del área de estudio .....	52
3.1.1 Localización geográfica .....	52
3.1.2 Clima .....	52
3.1.3 Suelo.....	53
3.1.4 Agricultura y ganadería .....	53
3.2 Ubicación del experimento .....	55
3.3 Diseño de tratamientos .....	55
3.4 Croquis del experimento .....	56
3.5 Diseño experimental y modelo estadístico .....	57
3.6 Descripción de las actividades.....	57
3.6.1 Preparación del material experimental .....	57
3.6.2 Preparación del terreno.....	57
3.6.3 Trazos de parcelas .....	57
3.6.4 Siembra .....	58
3.6.5 Aclareo .....	58
3.6.6 Control de maleza.....	58
3.6.7 Control de plagas.....	58
3.6.8 Fertilización.....	58

3.6.9 Riego .....	59
3.6.10 Limpiezas de calles del experimento .....	59
3.6.11 Colocación de etiquetas de identificación de híbridos. ....	59
<b>3.7 Toma de datos .....</b>	<b>59</b>
3.7.1 Altura de planta .....	59
3.7.2 Altura de mazorca .....	60
3.7.3 Porcentaje de plantas cuatas.....	60
3.7.4 Porcentaje de plantas estériles .....	60
3.7.5 Días de floración masculina y femenina .....	60
3.7.6 Pudrición de tallo por <i>Fusarium</i> .....	61
3.7.7 Pudrición de mazorca por <i>Fusarium</i> .....	61
3.7.8 Rendimiento.....	61
<b>3.8 Análisis estadístico de datos .....</b>	<b>62</b>
<b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>63</b>
4.1 Altura de planta .....	63
4.2 Altura de mazorca.....	64
4.3 Porcentaje de plantas cuatas.....	66
4.5 Días de floración masculina y femenina.....	67
4.6 Pudrición de tallo por <i>Fusarium</i> .....	68
4.8 Rendimiento.....	71
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>73</b>
5.1 Conclusiones .....	73
5.2 Recomendaciones .....	74
<b>CAPITULO VII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>80</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Clasificación taxonómica del maíz. ....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 2. Descripción fenológica del maíz. ....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 3. Etapas de crecimiento del maíz. ....</b>	<b>22</b>
<b>Tabla 4. Temperaturas requeridas para el desarrollo del cultivo de maíz ....</b>	<b>23</b>
<b>Tabla 5. Valores de requerimiento, absorción y extracción nutricional para el cultivo de maíz. ....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 6. Cantidad total de nutrientes absorbida por el cultivo y la extracción en grano de los nutrientes esenciales para producir una tonelada de grano de maíz. ....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 7. Diferentes ingredientes activos de herbicidas para el control de maleza. ....</b>	<b>30</b>
<b>Tabla 8. Programa de riego para el cultivo de maíz, en dos tipos de suelos. ....</b>	<b>32</b>
<b>Tabla 9. Tipos de híbridos de maíz y sus características generales. ....</b>	<b>45</b>
<b>Tabla 10. Cultivos agrícolas establecidos en Tula de Allende Hgo. ....</b>	<b>54</b>
<b>Tabla 11. Principales actividades pecuarias realizadas en Tula de Allende Hgo. ....</b>	<b>55</b>
<b>Tabla 12. Criterios para determinar los días de floración masculina y femenina y el ciclo de los híbridos de maíz evaluados. ....</b>	<b>60</b>
<b>Tabla 14. Tabla de Resultados para la variable de días de floración masculina y femenina y ciclo en Evaluación de Híbridos de Maíz, en El Llano, Mpio. de Tula de Allende, Hgo. Ciclo Agrícola P.V. 2021. ....</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 15. Tabla de Resultados para la variable de Pudrición de tallo por <i>Fusarium</i> en Evaluación de Híbridos de Maíz, en El Llano, Mpio. de Tula de Allende, Hgo. Ciclo Agrícola P.V. 2021. ....</b>	<b>69</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Croquis del experimento. ....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 2. Grafica de Resultados para la variable de altura de planta y literales de pruebas de comparación de medias en Evaluación de Híbridos de Maíz, en El Llano, Mpio. de Tula de Allende, Hgo. Ciclo Agrícola P.V. 2021 .....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 3. Grafica de Resultados para la variable de altura de mazorca y literales de pruebas de comparación de medias en Evaluación de Híbridos de Maíz, en El Llano, Mpio. de Tula de Allende, Hgo. Ciclo Agrícola P.....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 4. Grafica de Resultados para la variable de porcentaje de plantas cuatas y literales de pruebas de comparación de medias en Evaluación de Híbridos de Maíz, en El Llano, Mpio. de Tula de Allende, Hgo. Ciclo Agrícola P.V. 2021. ....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 5. Grafica de Resultados para la variable pudrición de mazorca por <i>Fusarium</i> y literales de pruebas de comparación de medias en Evaluación de Híbridos de Maíz, en El Llano, Mpio. de Tula de Allende, Hgo. Ciclo Agrícola P.V. 2021. ....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 6. Grafica de Resultados para la variable de Rendimiento y literales de pruebas de comparación de medias en Evaluación de Híbridos de Maíz, en El Llano, Mpio. de Tula de Allende, Hgo. Ciclo Agrícola P.V. 2021 .....</b>	<b>72</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>A1. Resumen ANOVA para altura de planta.....</b>	<b>80</b>
<b>A2. Resumen ANOVA para altura de mazorca.....</b>	<b>80</b>
<b>A3. Resumen ANOVA para porcentaje de plantas cuatas. ....</b>	<b>81</b>
<b>A4. Resumen ANOVA para porcentaje de plantas estériles. ....</b>	<b>81</b>
<b>A5. Resumen ANOVA para porcentaje de pudrición de mazorca por Fusarium.....</b>	<b>82</b>
<b>A6. Resumen ANOVA para rendimiento de grano. ....</b>	<b>82</b>

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar las características agronómicas, productivas y fitosanitarias de diferentes híbridos de maíz, se estableció un experimento juntamente con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP-Hidalgo). El cual tuvo lugar en el Sitio Experimental El Llano perteneciente al Municipio de Tula de Allende Hgo. Se evaluaron 17 híbridos de maíz de diferentes empresas, estos híbridos fueron: Hércules, Supremo, B3715, B3706, Galileo, Kepler, EX 8512W, EX 9012W, EX 3512W, NK 921W, NK 880W, NK 858W, P3230W, P3274W, P3270W, Titanio y H-155 fungió como testigo. Se utilizó un diseño experimental en Bloques completamente al azar con tres repeticiones. Se tomaron datos de altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), porcentaje de plantas cuatas (PPC), porcentaje de plantas estériles (PPE), días de floración femenina (FF) y masculina (FM), pudrición del tallo y pudrición de mazorca por *Fusarium spp.* y rendimiento. Los resultados obtenidos muestra que el híbrido de la empresa Pioneer P3230W presentó mejores resultados en las siguientes variables evaluadas: altura de planta con 3.32 metros, porcentaje de plantas cuatas con 6.33 y la variable de rendimiento con 17.992 t/ha, para la variable de altura de mazorca el mejor promedio lo tiene el híbrido supremo de la empresa Aspros con 1.75 metros, para la variable de porcentaje de plantas estériles se encuentra el híbrido H-155 (INIFAP) con 1.33, pudrición de mazorca el híbrido NK 921W de la empresa NK muestra la mayor incidencia con 15.12% y la para la variable de floración masculina y femenina, todos los híbridos mostraron los mismos resultados.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

SADER (2020) El cultivo de maíz se producen principalmente dos variedades de maíz: blanco y amarillo. El maíz blanco se produce exclusivamente para el consumo humano, en virtud de su alto contenido nutricional. Por otra parte, el maíz amarillo se destina al procesamiento industrial y a la alimentación animal. El maíz ha tenido una gran importancia dentro del territorio nacional debido a la gran extensión de tierras dedicadas al cultivo, este cuenta con el primer lugar de superficie cultivable, sin embargo, a pesar de su importancia la producción nacional no es suficiente para satisfacer las necesidades de su consumo, trayendo como consecuencia su importación (Gómez, 2020).

En el estado de Hidalgo la producción de maíz es beneficiada por las aguas residuales con la cual son irrigadas los cultivos, debido a ello algunos productores no tienen necesidad de invertir en la fertilización inorgánica, sin problema obtienen buenos rendimientos de los mismos, en el estado se estima un total de 55,126 ha., sembradas en la modalidad de riego de las cuales 33,286 ha corresponden al Valle del Mezquital y 168,062 de temporal (Gómez, 2021).

En el Estado de Hidalgo se destinan 228,253 ha al cultivo de maíz, de esta superficie el 75.7% (172,752 ha) dependen del temporal y el porcentaje restante (55,501 ha) se establecen bajo condiciones de riego. El 65.8% de la superficie de riego corresponde al Distrito de Desarrollo Rural de Mixquiahuala (36,525.9 hectáreas) donde se encuentra enmarcado el Valle del Mezquital, caracterizado como una Zona de transición (1700- 2100 msnm). En esta zona la media regional de rendimiento es de 8.7 ton/ha, gracias a la introducción de genotipos mejorados de maíz de alto rendimiento. Generalmente la baja

productividad del maíz se debe a factores bióticos y abióticos, así como también por diversas enfermedades, resaltando la importancia de la enfermedad como), Roya (*Puccinia sorghi*), Pudrición de tallo y Mazorca por *Fusarium spp*, presente en diversas regiones del Estado de Hidalgo (Gómez, 2020).

Dada la importancia del cultivo en el estado de Hidalgo el sitio experimental de INIFAP- Hidalgo, ha venido realizando la evaluación de híbridos comerciales de maíz para identificar su adaptación, potencial de rendimiento y la susceptibilidad a enfermedades en diversas zonas, ubicando en los diferentes ambientes representativos de las regiones, ya que pocos productores utilizan híbridos de alto potencial por el costo que implica la semilla y el manejo agronómico que requiere, la selección adecuada de los híbridos y el manejo eficiente del cultivo es determinante para elevar los niveles productivos.

## **1.1. Objetivos**

### ***1.1.1 Objetivo General***

Determinar las principales características agronómicas de los híbridos de maíz en el Valle del Mezquital, Hgo.

### ***1.1.2 Objetivos Específicos***

- Conocer la adaptación agronómica de los híbridos de maíz en el Valle del Mezquital, Hgo.
- Determinar el potencial de rendimiento de los híbridos de maíz en el Valle del Mezquital Hgo.
- Conocer el comportamiento de los híbridos a la susceptibilidad de enfermedades como *Fusarium* y roya en la zona evaluada.

## **1.2. HIPÓTESIS**

Ha: Existe diferencia en las características agronómicas en los híbridos de Maíz sometidos a evaluación en el Valle de Mezquital Hgo.



## CAPÍTULO II

### FUNDAMENTO TEÓRICO

#### 2.1 Generalidades del maíz

##### 2.1.1 Taxonomía

En la tabla 1 se muestra la clasificación taxonómica del maíz de acuerdo con dos autores.

Tabla 1. Clasificación taxonómica del maíz.

La ubicación taxonómica, según Acquaah (2007),	Clasificación taxonómica según Acosta, (2009).
<ul style="list-style-type: none"><li>• Reino: <i>Plantae</i>.</li><li>• Subreino: <i>Tracheobionta</i>.</li><li>• Superdivisión: <i>Spermatophyta</i>.</li><li>• División: <i>Magnoliophyta</i>.</li><li>• Clase: <i>Lilliopsida</i>.</li><li>• Subclase: <i>Commelinidae</i>.</li><li>• Orden: <i>Cyperales</i>.</li><li>• Familia: <i>Poaceae</i>.</li><li>• Género: <i>Zea</i>.</li><li>• Especie: <i>Zea mays L</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nombre común: maíz</li><li>• Tribu: Maydeae.</li><li>• Reino: <i>Plantae</i>.</li><li>• División: <i>Magnoliophyta</i>.</li><li>• Clase: <i>Liliopsida</i>.</li><li>• Orden: Poales.</li><li>• Familia: Panicoideae.</li><li>• Género: <i>zea</i></li><li>• Especie: <i>Zea mays</i>.</li></ul>

##### 2.1.2 Descripción botánica

Raíces: Son fasciculadas y robustas y su misión es, además de aportar alimento a la planta, ser un perfecto anclaje de la planta que se refuerza con la presencia de raíces adventicias (JICA, 2019).

Según Valladares (2010), el maíz presenta 4 tipos de raíces:

- Raíz seminal o principal: 1-4 raíces que pronto dejan de funcionar y que se originan en el embrión. La planta se alimenta de la semilla las primeras dos semanas después de la germinación.

- Raíces adventicias: casi la totalidad del sistema radicular son de este tipo, las que pueden alcanzar hasta 2 metros de profundidad, dependiendo de las reservas de humedad de los suelos.
- Raíces de sostén o soportes: que se originan en los nudos basales, favoreciendo una mayor estabilidad de la planta y forma parte en el proceso fotosintético.
- Raíces aéreas: las cuales no alcanzan el suelo.

Tallos: El tallo central del maíz es un eje formado por nudos y entrenudos, cuyo número y longitud varían notablemente. La parte inferior y subterránea del tallo tiene entrenudos muy cortos de los que salen las raíces principales y los brotes laterales. Los entrenudos superiores son cilíndricos; en corte transversal se observa que la epidermis se forma de paredes gruesas y haces vasculares cuya función principal es la conducción de agua y sustancias nutritivas obtenidas del suelo o elaboradas en las hojas (JICA, 2019).

Tallo: Pueden tener varios o ningún brote, pero la producción de mazorcas tiene lugar sobre todo en el tallo principal leñoso y cilíndrico, longitudinalmente compuesto de nudos y entrenudos, los cuales varían de 8-25 con un promedio de 14 exponiendo una hoja en cada nudo y una yema en la base de cada entrenudo (Valladares, 2010).

Hojas: Este cereal tiene la hoja similar a la de otras gramíneas; está constituida de vaina, cuello y lámina. La vaina es una estructura cilíndrica, abierta hasta la base, que sale de la parte superior del nudo. El cuello es la zona de transición entre la vaina envolvente y la lámina abierta. La lámina es una banda angosta y delgada hasta de 1,5 m. de largo por 10 cm, de ancho, que termina en un ápice muy agudo. El nervio central está bien desarrollado, es prominente en el envés de la hoja y cóncavo en el lado superior (JICA, 2019).

Hojas: Son largas y anchas y los bordes generalmente lisos. Es una vaina foliar (lígula) pronunciada, cilíndrica en su parte inferior y que sirve de cubierta de los entrenudos del tallo, abrazándolo (aurículas), pero con los extremos desnudos (Valladares, 2010). Su color usual es verde, pero se pueden hallar rayadas en blanco y verde o verde y púrpura, presentándose en igual cantidad que los entrenudos (Valladares, 2010).

Inflorescencia: El maíz es una planta monoica, tiene flores masculinas y flores femeninas separadas, pero en la misma planta. La flor masculina tiene forma de panícula y está situada en la parte superior de la planta. La flor femenina, la futura mazorca, se sitúa a media altura de la planta. La flor está compuesta en realidad por numerosas flores dispuestas en una ramificación lateral, cilíndrica y envuelta por falsas hojas, brácteas o espata (JICA, 2019).

Inflorescencia: El maíz es una planta monoica pues presenta inflorescencia masculina y femenina separada dentro de la misma planta. La inflorescencia masculina es una panícula (vulgarmente denominado espigón o penacho) de coloración amarilla que posee aproximadamente entre 20 a 25 millones de granos de polen, además cada flor que compone la panícula contiene tres estambres donde se desarrolla el polen. En cambio, 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 (Maroto, 1998).

Mazorca: Al contrario de la mayor parte de las gramíneas, en el maíz la espiga es compacta y está protegida por las hojas transformadas, que en la mayoría de los casos la cubren por completo (JICA, 2019).

Grano: La cubierta de la semilla (fruto) se llama pericarpio, es dura, por debajo se encuentra la capa de aleurona que le da color al grano (blanco, amarillo, morado), contiene proteínas y en su interior se halla el endospermo con el 85-90% del peso del grano. El embrión está formado por la radícula y la plúmula (Maroto,1998).

Fruto: son granos o cariósides que se encuentran a razón de 600-1000 por mazorca, dispuestos en hileras en el olote, con un promedio de 14 y pueden ser dentados o semi dentados, también cristalinos u opacos, dependiendo de la variedad; en cuanto a su color, destacan los maíces blancos y los amarillos (mayor contenido de caroteno), los cuales son preferidos por la agroindustria (Valladares, 2010).

### **2.1.3 Etapas Fenológicas**

La fenología del maíz se divide en dos estados (INTA, 2012) se describe en la tabla 2.

Tabla 2. Descripción fenológica del maíz.

ESTADOS VEGETATIVOS	ESTADOS REPRODUCTIVOS
VE emergencia	R1 sedas
V1 primera hoja	R2 ampolla
V2 segunda hoja	R3 Grano lechoso
V3 tercera hoja	R4 Grano pastoso
V(n) enésima hoja	R5 Dentado
VT panoja	R6 Madurez Fisiológica

Dentro del desarrollo de los estados fenológicos del maíz ocurren eventos importantes en ciertos estados, que se mencionan a continuación (INTA, 2012):

V3: El punto de crecimiento está bajo tierra, las bajas temperaturas pueden aumentar el tiempo entre la aparición de las hojas y el daño por helada en este estado tiene muy poco efecto en el crecimiento y en el rendimiento final.

V6: En este estado se recomienda completar la fertilización, puesto el sistema de raíces nodales está bien distribuido en el suelo. También es posible observar síntomas de deficiencias de macro o micronutrientes.

V9: En este estado varias mazorcas rudimentarias ya se encuentran formadas, la panoja se desarrolla rápidamente en el interior de la planta. Además, comienza una rápida acumulación de biomasa, absorción de nutrientes y agua que continuará hasta casi el término del estado reproductivo.

V12: Aquí se determina el tamaño potencial de mazorca y número potencial de óvulos por mazorca. Dado que se está formando el tamaño de la mazorca y número de óvulos, el riego y la nutrición son críticos.

V15: Es el estado más crucial para la determinación del rendimiento. Las hojas aparecen cada uno o dos días y las sedas están comenzando a crecer en las mazorcas superiores.

R1: El número de óvulos fertilizados se determina en este estado. Los óvulos no fertilizados no producen grano y mueren. El estrés ambiental en este momento afecta la polinización y cuaje, especialmente el estrés hídrico que deseca las sedas y los granos de polen. Además, a partir del inicio de este estado hasta R5 se produce un rápido llenado del grano por lo que se presenta también ataque de gusano elotero por lo que es necesario realizar controles.

R5: Los granos empiezan a secarse desde la parte superior donde se forma una capa blanca de almidón. El estrés y las heladas pueden reducir el peso de los granos. Llegando a R6 donde el grano alcanza su peso máximo y es cosechado.

CIMMYT (2004), menciona en la tabla 3, las etapas, días y características del crecimiento del maíz.

Tabla 3. Etapas de crecimiento del maíz.

Etapas	Días	Características
VE	5	El coleóptilo emerge de la superficie del suelo
V1	9	Es visible el cuello de la primera hoja.
V2	12	Es visible el cuello de la segunda hoja.
Vn		Es visible el cuello de la hoja número “n” (“n” es igual al número definitivo de hojas que tiene la planta; “n” generalmente fluctúa entre 16 y 22, pero para la floración se habrán perdido las 4 a 5 hojas de más abajo).
VT	55	Es completamente visible la última rama de la panoja.
R0	57	Antesis o floración masculina, el polen se comienza a arrojar.
R1	59	Son visibles los estigmas
R2	71	Etapas de ampolla. Los granos se llenan con un líquido claro y se puede ver el embrión.
R3	80	Etapas lechosa. Los granos se llenan con un líquido lechoso blanco
R4	90	Etapas masosa. Los granos se llenan con una pasta blanca. El embrión tiene aproximadamente la mitad del ancho del grano.
R5	102	Etapas dentada. La parte superior de los granos se llena con almidón sólido y, cuando el genotipo es dentado, los granos adquieren la forma dentada. En los tipos tanto cristalinos como dentados es visible una “línea de leche” cuando se observa el grano desde el costado
R6	112	Madurez fisiológica. Una capa negra es visible en la base del grano. La humedad del grano es generalmente de alrededor del 35%.

Fuente: CIMMYT, (2004). Días: número aproximados de días después de la siembra en tierras bajas tropicales, donde las temperaturas máximas y mínimas pueden ser de 33°C y 22°C, respectivamente. En los ambientes más fríos se amplían estos días.

## 2.2 Requerimientos del cultivo de maíz

### 2.2.1 Edáficos

El maíz se adapta a una amplia variedad de suelos sin embargo el suelo más idóneo es de textura media (francos), fértiles, bien drenados, profundos y con elevada capacidad de retención para el agua. El maíz, en general, crece bien en suelos con pH entre 5.5 y 7.8 (Deras, 2014). También puede desarrollarse en una gran gama de suelos, el crecimiento en suelos arenoso y arcilloso es pobre si no se ejecutan las labores pertinentes (Castillo, 2008).

El maíz prefiere suelos franco-limosos, franco-arcillosos y franco-arcillo-limoso (Benacchio, 1982; citado por Ruiz et al., 2013). Requiere buen drenaje, ya que no tolera encharcamiento (Doorenbos y Kassam, 1979; citados por Ruiz et al., 2013). Suelos inundados por más de 36 horas suelen dañar a las plantas y su rendimiento final (Baradas, 1994; citado por Ruiz et al., 2013).

El rango de pH para el desarrollo del cultivo de maíz va de 5.0 a 8.0, siendo el óptimo 5.5 y 7.5 (Ruiz et al., 2013); aunque es muy sensible a la acidez, especialmente con la presencia de iones de aluminio (Montaldo, 1982; citado por Ruiz et al., 2013).

### 2.2.2 Climáticos

Se adapta a todas las altitudes, las óptimas son 1000 msnm y hasta los 3000 msnm. La condición ideal para que se desarrolle el maíz es el estado de capacidad, 500 a 700 mm de agua bien distribuida durante todo el ciclo del cultivo (Deras, 2014 y Bonilla, 2009). Las temperaturas requeridas para el desarrollo del cultivo de Maíz se describen en la tabla 4.

Tabla 4. Temperaturas requeridas para el desarrollo del cultivo de maíz

Etapa	TEMPERATURA (°C)		
	Mínima	Máxima	Optima
Germinación	10	40	20 a 25
Crecimiento	15	40	20 a 30
Floración	20	40	21 a 30

Fuente: (Bonilla 2009)

El cultivo de maíz está adaptado a regiones tropicales, subtropicales y templadas (Doorenbos y Kassam, 1979; citado por Ruiz et al., 2013). La altitud a la cual el maíz puede desarrollarse va de 0 a 3,300 msnm (Ruiz et al., 2013); sin embargo, en altitudes mayores a 3,000 msnm disminuye los rendimientos del maíz, se obtienen buenos rendimientos en alturas de 0 a 2500 msnm (Santacruz, 2007; citados por Ruiz et al., 2013).

La temperatura óptima para la germinación esta entre 18 y 21 °C; por debajo de 13°C se reduce significativamente y de 10 °C hacia abajo no se presenta germinación (Purseglove, 1985; citados por Ruiz et al., 2013). La temperatura óptima para el desarrollo es de 0 a 38 °C, dependiendo de las variedades; la media debe ser superior a 20°C, con un óptimo para fotosíntesis entre 25 y 35 °C. Prefiere noches relativamente frescas, pero con temperaturas mayores a 16°C. Presenta termoperiodismo, temperaturas medias superiores a los 26.5°C reducen los rendimientos unitarios (Ruiz et al., 2013).

De la siembra a la madurez el maíz requiere de 500 a 800 mm de precipitación pluvial (es por eso que para el cultivo de maíz se prefiere regiones donde la precipitación anual va de 700 a 1100 mm), dependiendo de la variedad y del clima (Ruiz et al., 2013).

### ***2.2.3. Nutricional***

Los nutrientes del suelo son generalmente limitantes para la productividad de los cultivos, de modo que el conocimiento de sus requerimientos y de sus dinámicas de acumulación es clave para lograr altos rendimientos con un uso eficiente de insumos (Andrade et al., 2000). En la siguiente tabla 5, se presentan los valores de los requerimientos de los principales nutrientes para el cultivo de maíz, así como los valores de absorción y extracción en grano (García y Correndo, 2013).



Tabla 5. Valores de requerimiento, absorción y extracción nutricional para el cultivo de maíz.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	Kg Mg <sup>-1</sup>					
Requerimiento	22	4	19	3	3	4
Absorción	18,8	3,4	16,2	2,6	2,6	3,4
Extracción	12,8	2,6	3,4	0,18	1,4	1,2

Cantidad de nutriente requerido expresado en kg de nutrientes por Mg de grano en base seca y, total absorbido y extraído en grano expresado en kg de nutriente por Mg de grano en base a una humedad de 14,5%. Tomado de García y Correndo (2013).

El maíz es una planta con capacidad de crecimiento rápido y alta producción que requiere cantidades considerables de nutrimentos, contiene pequeñas cantidades alrededor de 90 elementos, lo cual 16 son esenciales para el desarrollo de las plantas (Valdez et al., 2011).

La adecuada disponibilidad de nutrientes, especialmente a partir del momento en que los nutrientes son requeridos en mayores cantidades (aproximadamente 5-6 hojas desarrolladas), asegura un buen desarrollo y crecimiento foliar y una alta eficiencia de conversión de la radiación interceptada. Los nutrientes disponibles en el suelo generalmente limitan la producción de maíz, siendo necesario conocer los requerimientos del cultivo y la oferta del suelo para determinar las necesidades de fertilización (García, 2005).

En la tabla 6, se indica los requerimientos (cantidad total de nutrientes absorbida por el cultivo) y la extracción en grano de los nutrientes esenciales para producir una tonelada de grano de maíz. García (2005) indica que para obtener un rendimiento de 12 t ha de maíz grano, se requieren absorber aproximadamente 264-48-48 kg ha de nitrógeno (N), fosforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y azufre (S), respectivamente.

Tabla 6. Cantidad total de nutrientes absorbida por el cultivo y la extracción en grano de los nutrientes esenciales para producir una tonelada de grano de maíz.

Nutriente	Requerimiento	Índice de cosecha	Extracción
	Kg t		Kg t
Nitrógeno	22	0.66	14.5
Fosforo	4	0.75	3.0
Potasio	19	0.21	4.0
Calcio	3	0.07	0.2
Magnesio	3	0.28	0.8
Azufre	4	0.45	1.8
	g/ton		g/ton
Boro	0.020	0.25	0.005
Cloro	0.444	0.06	0.027
Cobre	0.013	0.29	0.004
Hierro	0.125	0.36	0.045
Manganeso	0.189	0.17	0.032
Molibdeno	0.001	0.63	0.001
Zinc	0.053	0.50	0.027

## 2.3 Establecimiento del cultivo

### 2.3.1 Preparación del terreno

Para obtener el máximo rendimiento el grano de maíz, el primer paso es realizar una preparación adecuada del terreno. Al hacerlo se facilita la siembra, la humedad y el fertilizante se distribuyen adecuadamente, se obtiene una emergencia uniforme de las plantas, el desarrollo de estos es bueno y por consecuencia el rendimiento es exitoso. Asimismo, la calidad comercial del grano reunirá las condiciones requeridas por la industria. Se sugiere efectuar la preparación del terreno para el cultivo de maíz con anticipación a la siembra, para incorporar residuos de la cosecha anterior y permitir su descomposición; además, para que las plagas existentes en el suelo se expongan a las inclemencias del tiempo y disminuya su población, así mismo las plántulas de las malas hierbas podrán emerger y se eliminen. Las labores de preparación del terreno sugeridas para el cultivo de maíz de riego son las siguientes:

Barbecho. Esta práctica se realiza con la finalidad de: incorporar los residuos de la cosecha anterior, destruir las plagas que invernan en el suelo, aflojar la tierra para que las raíces se desarrollen y permitir que la humedad penetre en el suelo. Esta labor se sugiere efectuar por lo menos un mes antes de la siembra y a una profundidad de 25 a 30 centímetros (Pérez et al., 2006).

Subsuelo. Esta labor solo debe realizarse cuando el terreno se labore intensa y continuamente y, se llega a formar el llamado “piso de arado”, que es un estrato o capa de suelo que no permite el desarrollo adecuado de las raíces y de la infiltración del agua. También se sugiere hacerlo cuando se tiene una capa de “tepetate” que pueda romperse con este implemento. Esta labor permite, cuando se tienen estas condiciones, una mayor capacidad de almacenamiento de agua en el suelo. Se realiza con maquinaria pesada, antes o en sustitución del barbecho. Esta operación también es recomendable después de haber establecido un pastizal o un sembradío de alfalfa, toda vez que el suelo tiende a compactarse (Pérez et al., 2006).

Rastreo. Esta labor se realiza para desmenuzar los “terrones” o “terremotes” que haya dejado el barbecho, elimina malezas que hayan emergido. Cuando después del rastreo aún quedan terrones grandes; se sugiere realizar un segundo rastreo en forma perpendicular al primero, para dejar una buena “cama” para la siembra (Pérez et al., 2006).

Nivelación. La nivelación del terreno es una actividad muy importante ya que cuando se realiza, permite que el agua de riego y los fertilizantes se distribuyan uniformemente. Si en el terreno existen algunos “bajos” en donde se encharca el agua o algunos “altos” donde no llega el agua a humedecer el terreno, se sugiere emparejarlo con un cuadro de madera o

con un riel o tablón pesado, llevando el suelo de las partes altas a las partes bajas (Pérez et al, 2006).

Surcado y trazo de riego. El surco se realiza con tractor. Los surcos deben formarse con una separación de 80 centímetros entre ellos. La orientación del surcado (trazo de riego) es una de las acciones de importancia para alcanzar altos rendimientos de maíz, ya que la orientación adecuada permitirá una mayor eficiencia de aplicación y distribución del agua, que tienen relación con un buen desarrollo del cultivo. El surcado debe trazarse con una caída ligera ya que, si se traza con pendiente altas, se corre el riego que al inicio no se infiltre bien el agua y se acumule en la parte final del surcado, como consecuencia de esto, se tendrá un desarrollo irregular del cultivo. En términos generales, se sugiere en suelos de “barrial”, “pesado” o arcillosos hasta cuatro centímetros de pendiente por cada 100 metros; en suelos francos hasta ocho centímetros y en los arenosos hasta 10 centímetros por cada 100 metros de longitud. Con estas recomendaciones el agua moja bien el suelo y corre de tal manera que no lo arrastra, distribuyéndose mejor en el perfil del mismo (Pérez et al., 2006).

### **2.3.2 Siembra**

Se sugiere la siembra mecanizada con sembradora de precisión a una sola hilera. Ajustar el ancho de hileras entre 75 y 80 cm. En suelos profundos, sembrar una semilla cada 13.4 cm y, en suelos delgados, sembrar una semilla cada 17.8 cm (INIFAP, 2017).

### **2.3.3 Periodo y densidad de siembra**

Para el establecimiento de híbridos tardíos, sembrar del 15 de marzo al 20 de abril; para la siembra de híbridos de ciclo intermedio, del 20 de abril al 15 mayo; para el establecimiento de híbridos precoces, del 15 mayo al 15 de junio (INIFAP, 2017). En suelos

profundos, se recomienda una densidad de siembra de 90,000 semillas por ha y, para suelos delgados, 72,500 semillas por ha.

La fecha optima de siembra fluctúa del 15 de marzo al 30 de abril, pudiéndose establecer híbridos precoces no más allá del 15 de mayo. Se recomienda utilizar de 20 a 30 kilogramos de semilla por hectárea en función de la variación del tamaño de la misma y del método de siembra; con ello es factible establecer de 65,000 a 75,000 semillas por hectárea. Densidades más altas no son convenientes debido a la competencia que se genera entre las plantas y, porque se incrementa el riesgo de ataque de alguna especie de *Fusarium* que conlleva a la pudrición de tallo y/o grano (Pérez et al, 2006).

#### **2.3.4 Control de maleza y escarda**

Aplicar 4 L de Primagram Gold en preemergencia para prevenir maleza de hoja ancha y angosta. Para controlar Chayotillo, aplicar 2 L de Marvel. En caso de persistir pasto, aplicar 0.5 L de Sansón. Para el control de Coquillo, aplicar 1 L. Todas las aplicaciones realizarlas en 200 L de agua por ha (INIFAP, 2017).

La maleza o jegüite, es perjudicial por que quita agua, luz, nutrimentos y espacio al cultivo. De manera que si las malas hierbas no se combaten a tiempo pueden reducir los rendimientos del maíz. Para evitar dichas pérdidas es necesario mantener al maíz limpio de maleza durante 50 días después de la siembra. En la tabla 7 se puede apreciar los diferentes ingredientes activos de herbicidas para su control. Realizar a tiempo las labores de cultivo o las escardas y deshierbes necesario; las hierbas que nazcan posteriormente no reducirán demasiado el rendimiento del cultivo. Las trepadoras como la calabacilla silvestre o el chayotillo, dificultan la cosecha y sus semillas representan una impureza en la

comercialización del grano, por lo cual es necesario llevar a cabo el deshierbe o control químico. La primera escarda se debe realizar entre los 30 o 35 días después de la siembra y la segunda escarda de 15 a 20 días después de la primera (Pérez et al., 2006).

Tabla 7. Diferentes ingredientes activos de herbicidas para el control de maleza.

Ingrediente activo	Dosis	Tipo de maleza que controla	Época de aplicación
Atrazina	1 kg/ ha	Hoja ancha, hoja angosta	Pre-emergente
Dicamba+Atrazina	2 L/ha	Hoja ancha (chayotillo)	Post-emergente
Acetoclor	4 L/ha	Hoja ancha, hoja angosta	Pre-emergente
Halosulfuron	150 g/ha	Coquillo	Post-emergente
Nicosulfuron	1 L/ha	Hoja angosta (pasto)	Post-emergente
Rimsulfuron	100 g/ha	Hoja ancha, hoja angosta	Post-emergente
Glifosato	4 L/ha	Hoja ancha, hoja angosta	Pre-emergente

La escarda se realiza 50 días después de la siembra para arrimar suelo a la planta y que la sostenga y también para conservar la humedad del suelo. La escarda permite el anclaje de las raíces de la planta al suelo, dando a la vez forma al surco, que tendrá su forma final con la realización de la segunda escarda que se presenta quince días o veinte después de realizada la primera. La primera y segunda escarda se hace con yunta o tractor, y está encaminada a dar soporte y cierta resistencia al embate de las lluvias y vientos, tratando de aminorar el acame (Castillo, 2015).

### **2.3.5 Fertilización**

La fertilización es otra de las prácticas importantes en el cultivo de maíz de riego. Es necesario aplicar la cantidad de fertilizante para que el maíz produzca los máximos rendimientos económicamente rentables. De acuerdo con los trabajos de investigación realizados, se concluyen que no hay respuesta a la aplicación de fertilizante, si se utilizan

aguas residuales o negras en terrenos que han sido regados por mucho tiempo. Lo anterior se debe fundamentalmente a que el agua contiene una gran cantidad de sedimentos orgánicos y nutrientes que permiten al cultivo desarrollarse adecuadamente. Para áreas recién incorporadas al riego, que emplean aguas “negras” o aguas mezcladas, se sugiere aplicar la dosis 80-40-00 mezclando dos bultos de fosfato Diamónico (18-46-00) y dos de sulfato de amonio al momento de la siembra y cuatro bultos de sulfato de amonio a los 30-45 días después de la siembra. Si se utilizan aguas blancas o mezcladas muy diluidas, se aconseja la dosis 120-60-00, aplicada en dos partes para su mejor aprovechamiento: 60-60-00 al momento de siembra y 60-00-00 a los 30-45 días después de la siembra. Lo anterior equivale a utilizar una mezcla de tres bultos de 18-46-00 y cuatro bultos de sulfato de amonio, al momento de la siembra y seis bultos de sulfato de amonio a los 30-45 días después de la siembra (Pérez et al., 2006).

Aplicar en la siembra 130 kg de Fosfato Diamónico, mezclado con 200 kg de Sulfato de amonio. A los 30 días, aplicar 292 kg de Sulfato de Amonio en banda. A los 20 días, aplicar 0.5 L de Root Factor, mezclado con 2 litros (l) de Push, aplicados en la base de la plántula. Realizar tres aplicaciones de 0.5 L XP-Amino, mezclado con 2 kg de Triple 20 en 200 L de agua por ha (INIFAP, 2017).

### **2.3.6 Riego**

Según Pérez et al., (2006), el número de riegos y el intervalo de su aplicación dependen del suelo, clima y el híbrido o variedad de maíz utilizado. En términos generales se sugiere de cinco a siete riegos de auxilio a partir del riego de siembra o de remojo. Los resultados de investigación indican que el cultivo de maíz puede “castigarse” antes de la floración, con esto se logra que la raíz profundice, se ahorre agua y se aproveche más

eficientemente. Durante la floración o “jilote” y formación de la mazorca el cultivo no debe “castigarse”, si es que quieren obtener buenos rendimientos.

En suelos poco profundos, los riegos deben ser ligeros, pero más frecuentes debido a la baja capacidad de almacenamiento de agua, mientras, que en suelos más profundos se pueden dar menor riegos a intervalos un poco más largos. En la tabla 8 se presenta un programa de riego para suelos delgados como para suelos profundos.

Tabla 8. Programa de riego para el cultivo de maíz, en dos tipos de suelos.

No. de riegos	Suelos delgados		Suelos profundos	
	Intervalo de riego (días)	Lamina de riego (cm)	Intervalo de riego (días)	Lamina de riego (cm)
1	0	15	0	20
2	40	10	70	15
3	30	10	20	15
4	15	10	20	15
5	15	10	20	15
6	15	10		
7	15	10		
	130	75	130	80

### 2.3.7 Cosecha

Cuando la cosecha se hace manualmente, se realizan cuando el grano se puede quebrar fácilmente con los dientes, lo cual indica que tiene aproximadamente menos del 20 por ciento de humedad. Cuando se cosecha con trilladora, el grano debe tener cuando más 14 por ciento de humedad para eficientar la cosecha y evitar castigos en la comercialización. El maíz cosechado se almacena en un lugar apropiado, seco y que reciba aire de manera continua para reducir el daño provocado por las siguientes plagas: palomilla (*Sitotoga cerealella*), gorgojo (*Sitophilus oryzae*) y barrenador de los granos (*Prostephanus truncatus*); estos



insectos pueden causar pérdidas considerables. Para su control se sugiere utilizar de dos a tres tabletas de phostoxin (fosfuro de aluminio) por tonelada de maíz. Este producto es un fumigante eficiente en locales cerrados. Otra forma de tratar el grano es cubrirlo con un plástico y aplicar el mismo fumigante, ya sea en la tierra o en el cuarto donde esté almacenado. El tiempo de exposición del grano con el producto debe de ser de por lo menos 24 horas y como máximo hasta 72 horas. Posteriormente se deberá ventilar el grano para poder consumirlo a partir de los tres días siguientes (Pérez et al., 2006).

La cosecha para grano seco debe realizarse cuando el grano esté en madurez fisiológica (cuando en la base del grano se observa una capa negra). Entre las prácticas comúnmente usadas para la cosecha en grano seco se puede mencionar:

- Dejar las plantas enteras en pie tal como se desarrollaron.
- Cortar la parte superior de las plantas (espiga, flor masculina o panoja), para permitir una mayor exposición de las mazorcas al sol.
- Doblado o quebrado. Este procedimiento consiste en doblar la parte superior de la planta o solamente la mazorca, para que la punta quede hacia abajo. Con esta práctica se pretende evitar que el agua de lluvia penetre al interior de la mazorca para evitar que se pudran los granos por *Fusarium* y disminuir el daño de los pájaros. (INIAP 2011).

## **2.4 Principales plagas y enfermedades**

### **2.4.1 Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)**

*Spodoptera frugiperda* es una de las principales plagas del maíz en México; las larvas de este insecto causan daños al alimentarse del follaje, que dependiendo de su densidad puede reducir el rendimiento del cultivo hasta en un 20 %. El ciclo de vida lo completa en

aproximadamente 30 días. El número de huevecillos por masa varía considerablemente, pero es común encontrar de 100 a 200 y la producción total por hembra promedia cerca de 1,500. La larva usualmente pasa por seis instares. Las palomillas tienen una expansión alar de 32-40 mm. Los adultos son de hábitos nocturnos y son más activos durante las noches cálidas y húmedas. (Capinera, 2014).

Gusano cogollero, esta larva se alimenta de las hojas tiernas que se encuentran en el cogollo del maíz, causando los mayores daños cuando las plantas miden de 10 a 80 centímetros de altura; también ataca a los elotes causando deformación y barrenaciones, por lo que se confunde muchas veces con el gusano elotero. Estos gusanos llegan a medir hasta 3.5 cm de longitud y son de color café grisáceo, con tres líneas de color claro en el dorso (Pérez et al., 2006).

#### **2.4.2 Gusano alambre (*Agriotes spp.*)**

Las larvas de gusano de alambre tienen dos periodos de actividad, uno de marzo a mayo y otro de septiembre a octubre. En primavera después de la siembra, el ataque se dirige a plantas jóvenes, al alimentarse del endospermo de las semillas en germinación, el resultado son plántulas débiles o semillas abortadas, reduciendo, así, la densidad poblacional y en consecuencia el rendimiento del cultivo. En verano y principios de otoño, los daños afectan a las raíces, en este caso el resultado afecta a la calidad del producto. Los ataques a cereales son reconocidos por el amarillamiento de las extremidades de las hojas y de la hoja central. En la parte enterrada, cerca del grano, se distingue una zona desgarrada o completamente seccionada, una sola larva puede destruir varias plantas sucesivamente. El daño es producido por larvas de todos los estadios. Los cereales de primavera son los que más daños causados

por estas larvas. En las plántulas de maíz recién germinado los daños se reconocen por el marchitamiento debido al daño provocado por la mordedura de la larva a la altura de la base del tallo. En el cultivo de maíz las larvas causan tres tipos de daño; vaciando las semillas al alimentarse en el germen, mordiendo el coleóptilo emergente o alimentándose de las raíces adventicias. (Agronomía para todo el mundo, 2013).

Gusano de alambre, son gusanos delgados, cilíndricos y segmentados que son pequeños suaves y blancos al nacer, cuando están completamente desarrollados son brillantes, lisos, duros pero flexibles, de movimientos lentos, color amarillo o café, miden hasta 40 mm. Las señales de daño provocado por el gusano de alambre son áreas sin plántula o plántulas marchitas y con macollos y acame en las plantas más desarrolladas (Pérez et al., 2006).

#### **2.4.3 Gusano alfilerillo (*Diabrotica virgifera zea* Krysan y Smith)**

Las larvas son de color blancuzco recién emergidas de los huevos y adoptan una coloración parda con el transcurso del tiempo. Completamente desarrolladas miden 5.7 mm de longitud. El estado larval transcurre entre 37 y 41 días en condiciones de campo (Méndez, 2007).

El ciclo biológico de *D. balteata*, desde la eclosión de los huevos hasta la emergencia de los adultos, transcurre entre 56 y 65 días. Presentan varias generaciones al año, a veces superpuestas dependiendo del clima y de la disponibilidad de alimento (García, 1999). Los primeros huevecillos son depositados cuatro a cinco días después de la cópula, en un promedio de 99 por cada hembra, y por un periodo de 3 a 18 días. La muerte de las hembras ocurre dos a tres días después de que la oviposición ha terminado; un adulto puede vivir de

43 a 45 días. Se puede presentar de seis a ocho generaciones durante el año (González et al., 1992).

Las mayores consecuencias negativas de las infestaciones de este crisomélido se producen por los daños ocasionados por los adultos en el follaje, y en muy pocas ocasiones se observan y relacionan las lesiones que producen las larvas en el sistema radical de las plantas, que muchas veces llegan a producir la muerte (Méndez, 2007). Los estadios larvarios se alimentan de la raíz, disminuyendo la capacidad de anclaje de la planta en el suelo, ocasionando que el tallo se desarrolle de manera deforme (Martínez-Jaime et al., 2020). Los adultos de *D. balteata* se alimentan de las hojas, y en ocasiones inflorescencias, de las plantas hospedantes, realizando agujeros redondeados de contornos irregulares, que en la mayoría de los casos no llegan al borde de las hojas y permiten identificar, por esas lesiones, la incidencia de la plaga. Cuando el ataque es intenso, los orificios se juntan y provocan la pérdida de mayor área foliar. Por otra parte, otras especies de la misma familia poseen un patrón conductual muy similar (Méndez, 2007).

#### **2.4.4 Frailecillo (*Macrodactylus nigripes*)**

*Macrodactylus nigripes* se encuentra en ambientes templados a fríos, húmedos subhúmedos, situados entre los 1000 y 2500 m de altitud, distribuyéndose en los estados de Chiapas, Coahuila, Ciudad de México, Hidalgo, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y Veracruz. Situándose en ambientes templados a fríos y húmedos subhúmedos. Los integrantes de esta especie son holometábolos con huevo, tres estadios larvales, pupa y adulto. El ciclo de vida es usualmente anual y el periodo de actividad

comienza cuando los adultos vuelan y muestran comportamiento reproductivo durante la época de lluvias (junio-agosto) (Arce-Pérez y Morón, 2000).

Existen 27 especies de *Macrodactylus* distribuidas en México, la mayoría de ellas consideradas plagas agrícolas, son comúnmente llamados “frailecillos”. Dentro de este género se encuentra *M. nigripes*, la cual es una especie generalista, que desde su fase larvaria se alimenta de la raíz y como adulto provoca daños en hojas, yemas, flores y frutos de importancia económica, reportándose que puede reducir el rendimiento de cultivos hasta un 77% de la producción total (Arce-Pérez y Morón 2000; Caselín-Castro et al., 2003).

#### **2.4.5 Gusano trozador (*Agrotis ípsilon*)**

Las larvas muerden los tallos y destruyen las plantas en secciones de surco, consumen las raíces, cortan el cuello de la planta y consumen hojas tiernas, especialmente perjudiciales en plantas jóvenes. Al terminar de comer una planta se trasladan a la planta más cercana. Tienen hábitos alimenticios nocturnos; durante el día se les encuentra enterrados en el suelo cerca de las plantas. Esta plaga tiene hábitos solitarios, comúnmente se alimentan de plantas de semillero a nivel del suelo, cortan el tallo. Las larvas en ocasiones se alimentan de las raíces. Esta plaga puede hacer daño en los campos recién sembrados (García, González y Cortez, 2012).

Para que la infestación no alcance altos niveles, es recomendable la preparación del terreno con varias semanas de anticipación a la siembra o trasplante, expone larvas maduras y pupas al sol y depredadores, al mismo tiempo se eliminan las malezas que les sirven de protección y alimento (Secretaría de Agricultura, 2012).

#### **2.4.6 Gusano Elotero (*Helioverpa zea*)**

Las hembras adultas depositan sus huevos de forma aislada, preferentemente sobre los estigmas turgentes. Los huevos son semiesféricos, acanalados, de 1 mm de diámetro. Recién puestos son de color blanco cremoso, posteriormente cambian a amarillo claro y finalmente a negro. El estado larval varía de cinco a siete mudas. Presentan en el dorso una franja oscura con microespinas, dividida por una línea clara. La pupa es de color marrón claro a oscuro y de aproximadamente 20 mm de largo, con dos espinas terminales distintas. Las pupas se encuentran de 5 a 15 cm de profundidad de la superficie del suelo (CABI, 2020). *H. zea* pasa el invierno como una pupa en diapausa en el suelo. Las palomillas tienen una expansión alar de 3.8 cm. Varían de color, pero el promedio tiene las alas anteriores de un color marrón grisáceo brillante, con líneas irregulares de color negro grisáceo y con una mancha oscura casi circular entre el centro y la punta del ala. Las alas posteriores son más claras, con puntos oscuros o manchas oscuras irregulares. Las palomillas vuelan durante los días calurosos nublados, pero principalmente al anochecer (SENASICA, 2014).

Las plantas jóvenes de maíz tienen agujeros seriados en las hojas después que *H. zea* se alimenta de la hoja apical. En las plantas más grandes, los huevos se encuentran en los estigmas, de los cuales se alimenta las larvas que emergen y avanzan hasta la mazorca, donde se alimentan de los estigmas internos y de los granos lechosos en la punta de la mazorca, generalmente solo se puede encontrar una larva grande por mazorca. El daño por lo general es en la punta de la mazorca, pero puede incrementarse al resto de la misma (SENASICA, 2014).

#### **2.4.7 Gallina ciega (*Phyllophaga* spp. *Harris 1827*)**

Los huevecillos son de conformación ovoide, opacos y de color blanco, con una longitud inicial de unos 2 mm y 1 mm de ancho, y pasando unas 24 horas a 2.5 mm de longitud y 1.25 mm de anchura. Se encuentran en el suelo, a 5-15 cm de profundidad y en grupos de 10 a 20. Las larvas son del tipo escarabaeiforme, tipo C, con cuerpo robusto y tres pares de patas bien desarrolladas, se distinguen por presentar la gálea y la lacinia maxilar completamente fusionada entre sí, las mandíbulas son robustas, se proyectan hacia abajo (hipognata), palpos maxilares y antenas formadas por 4 artejos. Una vez alimentadas las larvas del tercer instar, expulsan su contenido intestinal y producen una celda en el suelo, en donde pasan una etapa de descanso preclisálida (diapausa) entre 5 y 6 meses, antes de transformarse en pupa o crisálida. Las pupas son de tipo exarata, de color variable a café pálido. Los adultos son escarabajos de forma ovalada, alargada, que miden de 15 a 18 mm de longitud; son de color café rojizo a café oscuro; antenas de tipo lamelado, los últimos tres segmentos aplanados y alargados hacia un lado. Pronoto más ancho, patas moderadamente largas, con pocas espinas o sin ellas, se caracterizan por poseer todas sus uñas tarsales de la misma forma, bífidas. Dorso en ocasiones con setas largas, pigidio masculino ovalado o casi triangular (SENASICA, 2012).

Los daños se deben a las larvas de tercer estadio, que se alimentan de las raíces de los cultivos, con síntomas muy característicos, en plantas jóvenes y plántulas, el ataque de la gallina ciega causa marchitez que se caracteriza por un primer engarce de las hojas, seguido por la muerte de las plantas pequeñas y la reducción del vigor de las más grandes. En un cultivo de maíz la relación entre la densidad de las larvas de tercer estadio y las plantas jóvenes perdidas, indica que la presencia de cuatro gusanos por metro cuadrado es un factor

crítico, una situación asimismo mostrada en relación con el rendimiento de grano. En plantas de mayor envergadura, el nivel umbral será superior, y plantas maduras vigorosas pueden compensarse por el daño (SENASICA,2012).

#### **2.4.8 Gusano Soldado (*Spodoptera exigua*)**

En climas calurosos la etapa de huevo dura dos a tres días, son puestos en grupos, de color blanco cremoso a verde olivo, cubiertos con escamas dando un aspecto algodonoso. La etapa larval dura de 18 a 20 días, la cabeza es de color verde a negro. Los últimos instares miden de 25 a 30 mm de longitud. Tiene un dorso oscuro marcado ya sea con guiones o manchas rectangulares, pero nunca con una serie de marcas triangulares. Cerca de los espiráculos se encuentran manchas blancas o amarillo brillantes. La parte ventral es de color verde brillante y moteado, con líneas blancas irregulares. La pupa dura 6 a 7 días, es de color marrón, mide 15 a 22 mm de longitud, cremaster con dos espinas de 0.5 mm de longitud y un par adicional de espinas más cortas, en posición dorsal. Las palomillas tienen extensión alar de 25 a 30 mm. Alas anteriores de color café grisáceo con un patrón de bandas irregulares transversales en forma de zigzag, con una mancha clara semicircular al centro del ala y cerca del margen costal. Las alas posteriores de color gris o blanco uniforme, con una línea oscura en el margen, dura aproximadamente de 4 a 10 días (SENASICA, 2009).

Las larvas ocasionan el daño en el follaje al mordisquear los frutos. En algunas plantas las larvas defolian las plantas al alimentarse del follaje. Las larvas se alimentan por la noche y se ocultan bajo escombros de cultivo durante el día. Las larvas de todos los instares causan daños, se alimentan del follaje, inflorescencias y frutos. Las larvas jóvenes se alimentan de forma gregaria y dejan únicamente las nervaduras de las hojas; las larvas más desarrolladas



hacen perforaciones irregulares en las hojas, regularmente se alimentan en el envés de las hojas, dejando atrás pequeñas telas de seda (Capinera, 2014). Cuando se alimentan de frutos, las larvas hacen agujeros circulares o irregulares, superficiales poco profundos (Natwick et al., 2012).

#### **2.4.9 Roya (*Puccinia sorghi*)**

La roya común de maíz (*Puccinia sorghi*) es una de las enfermedades más importantes del cultivo de maíz. Esta enfermedad es endémica en la zona maicera Argentina y en áreas productoras de México (González, 2006).

La roya común es causada por el hongo *Puccinia sorghi*, esta enfermedad está ampliamente distribuida por el mundo, en climas subtropicales y templados y en tierras altas donde hay bastante humedad. La roya común es más conspicua cuando las plantas se acercan a la floración. Se le puede reconocer por las pústulas pequeñas y pulverulentas, tanto en el haz como en el envés de las hojas. Las pústulas son de color café claro en las etapas iniciales es de la infección; más adelante la epidermis se rompe y las lesiones se vuelven negras a medida que la planta madura. Las plantas del hospedantes alterno *Oxalis* spp. son infectadas frecuentemente con pústulas color anaranjado claro. Esta es simplemente otra fase del mismo hongo. La roya común del maíz es una enfermedad endémica de la zona maicera núcleo argentino que se presenta anualmente con diferentes niveles de severidad dependiendo del híbrido, de los biotipos del patógeno presente y de las condiciones ambientales durante el ciclo del cultivo. Los síntomas diagnósticos en cualquier tejido verde de la planta son las pústulas urediosporicas en el haz y envés de las hojas, alargadas, de color herrumbroso oscuro con restos de tejidos epidérmicos, ubicadas

en bandas en el centro de las hojas. Los teliosoros con teliosporas oscuras, casi negras se observan al final del ciclo del cultivo (González, 2005).

*P. sorghi* solo ataca al maíz, aun cuando su nombre específico refiere confusamente a sorgo. Es un parásito absoluto y tiene como hospedante alternativo a diferentes especies del género *Oxalis*. Las ecidiosporas procedentes de *Oxalis* spp., llevadas por el viento son depositadas sobre las hojas de maíz, se inicia el proceso de infección y forman uredinios cuando ocurren temperaturas cálidas (16 °C - 23°C) con una óptima de 17°C y humedad relativa del 100% (Carmona *et al.*, 2008).

Los primeros síntomas en manifestarse son pequeños puntos cloróticos en la superficie de la hoja, posteriormente se desarrollarán pústulas grandes, circulares a oblongas, pulverulentas; las mismas presentan en su interior una coloración pardocanela, luego de romper la hoja. Estas pústulas se manifiestan en todos los tejidos verdes de la planta. Cuando las uredosporas son sustituidas por teliosporas hacia el final del ciclo del cultivo, las pústulas se vuelven negras (Sillón, 2008). Pequeñas pústulas ovales de color anaranjado a rojo, distribuidas de manera irregular sobre el haz de la hoja y en cuyo interior se concentran las masas de uredosporas. Las pústulas aumentarán su tamaño, dependiendo del nivel de susceptibilidad del tejido. No afecta tallos ni espigas. Rara vez se detecta en glumas y aristas (INIA, 2017).

#### **2.4.10 Pudrición del tallo y mazorca (*Fusarium* spp.)**

Dos especies de *Fusarium* causan pudriciones del tallo en el maíz: *Fusarium moniliforme* es más común en climas secos y cálidos. Es particularmente dañina si comienza antes de la floración. *Gibberella zeae* es más común en regiones frías. Es uno de los agentes causantes de pudrición del tallo más perjudiciales. Los síntomas producidos por estos

patógenos semejan aquellos causados por *Stenocarpella* o *Cephalosporium*, y no se les puede distinguir hasta que son visibles las estructuras que producen las esporas. Las plantas marchitas permanecen erectas cuando se secan y aparecen lesiones pequeñas de color café oscuro en los entrenudos inferiores. Al partirlos verticalmente, se observa que el floema de los tallos infectados es café oscuro y que hay un oscurecimiento conspicuo general de los tejidos. En las etapas finales de la infección, la médula es destruida y los tejidos adyacentes pierden su color (CIMMYT, 2004).

*Fusarium verticillioides* (Sacc.) Nirenberg. (Sinónimo: *F. moniliforme* Sheldon; teleomorfo: *Gibberella fujikuroi*, población de apareamiento A, se encuentra asociado con maíz y bajo condiciones favorables, es capaz de causar enfermedades en plántulas, podredumbre del tallo, raíz y mazorca (Nelson 1992). La podredumbre de la mazorca constituye un problema en todo el mundo, lo que ocasiona reducción en los rendimientos y acumulación de diferentes metabolitos tóxicos, como las fumonisinas, que convierten a los granos en inadecuados para el consumo humano y animal (Perkowski *et al.* 1991).

La pudrición por *Fusarium moniliforme* es probablemente el patógeno más común de la mazorca de maíz en todo el mundo. A diferencia de *G. zae*, el daño que causa *F. moniliforme* se manifiesta principalmente en granos individuales o en ciertas áreas de la mazorca. Los granos infectados desarrollan un moho algodonoso o rayas blancas en el pericarpio y germinan estando aún en el olote. Por lo general, las mazorcas invadidas por barrenadores del tallo son infectadas por *F. moniliforme*. El hongo produce micotoxinas conocidas como fumonisinas, que son tóxicas para algunas especies animales (CIMMYT 2004).

En infecciones por *F. moniliforme* en estados iniciales las mazorcas presentan granos con una coloración blanca a rosada sobre la superficie, posteriormente el hongo se desarrolla y forma un micelio de color blanco o rosado, que puede ser fácilmente observado sobre o entre los granos. En estados avanzados se presenta germinación de granos. *F. moniliforme* puede ser transmitido por semilla. Su infección es favorecida por alta humedad relativa, insectos barrenadores, deficiencias nutricionales, por problemas de punta descubierta y por daño de pájaros. Otros factores que pueden incidir en la presencia de la enfermedad son la cosecha tardía y el volcamiento (ICA 2007).

## **2.5 Híbridos de Maíz**

### ***2.5.1 Clasificación de los híbridos***

Híbridos de cruce simple o cruces simples. Se producen por el cruzamiento entre dos líneas endocriadas (hembra y macho), lo cual incrementa los costos de producción de semilla por el bajo rendimiento de sus progenitores, especialmente el femenino. Los híbridos simples tienen mayor potencial de rendimiento de grano y la máxima uniformidad; son los más recomendables para condiciones de producción muy favorables (suelos sin problemas de salinidad ni drenaje; aplicación de insumos y alta tecnología en calidad y oportunidad) (NIFAP, 2013).

Híbridos de cruce Doble o cruce Dobles. Se obtienen al combinar dos cruces simples. Por intervenir en su formación cuatro líneas, su variabilidad y adaptabilidad es mayor que la de los híbridos anteriores, por lo que son recomendables para condiciones de producción intermedias a favorables (suelos con moderados problemas de salinidad, encharcamientos y en la aplicación de insumos) (INIFAP, 2013).

Híbridos de tres líneas o trilineales. Son el producto de la combinación de un híbrido de cruza simple con una línea pura; primero se forma la cruza simple, que en el segundo ciclo se cruza con la línea. Por el hecho de intervenir tres líneas para su formación, en general tienen menor potencial de rendimiento de grano que las cruza simples, son menos uniformes, pero con mayor capacidad adaptativa. Por sus características distintivas son recomendadas para sembrarse en condiciones favorables a muy favorables (suelos con ligeros problemas de salinidad y encharcamientos; algunas limitaciones en la aplicación de insumos) (INIFAP, 2013).

CIMMYT (2015), muestra en la tabla 9 los tipos de híbridos y sus características generales.

Tabla 9. Tipos de híbridos de maíz y sus características generales.

<b>Tipo de híbrido</b>	<b>Progenitor hembra</b>	<b>Progenitor macho</b>	<b>Rendimiento de semilla</b>	<b>Precio de la semilla</b>	<b>Características de los híbridos</b>	<b>Rendimiento del grano</b>
<b>Simple</b>	Línea endogámica	Línea endogámica	Es más Bajo	Alto	Uniforme	El más alto
<b>Doble</b>	Hibrido simple	Línea endogámica	Alto	Moderado	Apenas variable	Alto
<b>Triple</b>	Hibrido simple	Hibrido simple	El más alto	Bajo	Muy variable	De moderado a alto
<b>Mestizo</b>	VPL	Línea endogámica	Moderado	Bajo	Muy variable	Moderado
<b>Intervarietal</b>	VPL	VPL	De moderado a alto	Bajo	Muy variable	De moderado a bajo

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 intervariales. 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 cruce de dos variedades de polinización libre no emparentadas (CIMMYT, 2015).

### **2.5.2 Ventajas del uso de híbridos**

Entre las ventajas de los híbridos, en relación con las variedades criollas y las sintéticas, se pueden citar las siguientes: mayor producción de grano, uniformidad en floración, altura de planta y maduración, plantas más cortas pero vigorosas, que resisten el acame y rotura, mayor sanidad de mazorca y grano; en general, mayor precocidad y desarrollo inicial (Reyes, 1990).

## **2.6. Evaluaciones realizadas sobre híbridos de maíz**

Gómez (2021), El establecimiento de la parcela experimental, se realizó durante el ciclo agrícola primavera - verano del año 2021, la siembra se hizo el 20 de abril en la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero (UPFIM), ubicada en la localidad de Tepatepec, municipio de Francisco I. Madero, Hgo. Para el establecimiento y análisis del ensayo, se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar en parcelas divididas con tres repeticiones la cual se utilizaron 17 híbridos, la parcela experimental comprende cuatro surcos de 5 m de largo a una distancia de 80 cm entre surcos. El ensayo se estableció bajo labranza mínima y siembra manual, la preparación del terreno se hizo mediante un barbecho y un paso de rastra en forma cruzada a la dirección del barbecho y del surcado anterior. La siembra se realiza en seco, para lo cual se colocan dos semillas por punto de siembra, con una distancia de 15.6 cm entre planta y planta, esto se realizó con la ayuda de una cadena marcada manualmente con moños, para señalar los puntos de siembra, para cada siembra se inoculó con espora de *Sporisorium reilianum* como fuente de infección de la enfermedad, misma que se inocula un mes antes de la siembra, preparando 12.5 kg de suelo e

incorporándole 104 g de esporas de carbón de espiga (*Sphacelotheca reiliana*). Al momento de la siembra, se fertilizó en banda con la fórmula 120-60-30, aplicando 50 % de nitrógeno más el 100 % de fósforo y potasio; como fuente de nitrógeno se utilizó sulfato de amonio (20.5 % N) y el fosfato diamónico (11-46-00), mientras que como fuente de potasio, se utilizó el cloruro de potasio. A los 43 días, se realizó una segunda aplicación donde se aplicó 50 % restante de N. Se protegió la semilla del ataque de plaga de suelos con insecticida granulado al momento de la siembra y se realizó la aplicación de herbicida como sellador, para el control de malezas. El aclareo de planta se realizó a los 40 días después de la siembra, dejando una sola planta a 16 cm entre planta en los surcos de 5 m con un total de 32 plantas por surco, con una densidad de población aproximada de 80 000 plantas por hectárea. Posteriormente se realizó aplicación de herbicidas post emergente selectivos para el control de malezas. Se dieron un total de cinco riegos, incluyendo el de remoje, los riegos fueron por gravedad y mediante el uso de aguas residuales conforme a las prácticas utilizadas por los productores, que son por aniego. La frecuencia de los riegos fue de acuerdo a la fenología del cultivo, realizándose el de remoje, dos entre el encañe y hoja bandera, dos durante la floración y uno más durante el llenado de grano. No se realizó ninguna aplicación de producto químico, para prevención o control de enfermedades y en el ensayo se presentaron leves brotes de roya y gusano cogollero. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: para las variables de altura de planta, porcentaje de plantas cuatas y rendimiento el híbrido sobresaliente fue P3230W con 3.47 metros, 12.33% y 18.673 ton/ha, para la variable de altura de planta el híbrido H-155 obtuvo el mejor promedio con 1.68 metros, en cuantos a días de floración masculina y femenina los híbridos Kepler, Galileo y EX3512W, obtuvieron 85-88 días, 84-88 días y 85-88 días clasificándolos con el ciclo de precoz-intermedio, y en cuanto a la variable de porcentaje de pudrición de mazorca el híbrido con mayor incidencia fue EX 3512W.

Gómez (2020) el establecimiento de la parcela experimental se realizó durante el ciclo agrícola primavera-verano del año 2020, la siembra se hizo el 16 de Abril en la localidad El Llano, sitio experimental INIFAP-Hidalgo, ubicado Municipio de Tula de Allende, Hgo., Para el establecimiento y análisis del ensayo se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar en parcelas divididas con tres repeticiones, la parcela experimental comprende cuatro surcos de 5 m de largo a una distancia de 80 cm entre surcos. El ensayo se estableció bajo labranza mínima y siembra manual, la preparación del terreno se hizo mediante un barbecho y un paso de rastra en forma cruzada a la dirección del barbecho y del surcado anterior. La siembra se realiza en seco, para lo cual se colocan dos semillas por punto de siembra, con una distancia de 13 cm entre planta y planta, esto se realizó con la ayuda de una cadena marcada manualmente con moños, para señalar los puntos de siembra. La fórmula de fertilización fue 120-60- 30, aplicando 50 % de nitrógeno más el 100 % de fósforo y potasio como fuente de nitrógeno se utilizó sulfato de amonio (20.5 % N) y el fosfato diamónico (11-46-00), y como fuente de potasio se utilizó el cloruro de potasio, a los 43 días se realizó una segunda aplicación donde se aplicó 50 % restante de N. Se protegió la semilla del ataque de plaga de suelos con insecticida granulado al momento de la siembra. Se realizó la aplicación de herbicida como sellador, para el control de malezas. El aclareo de planta se realizó a los 30 días después de la siembra, dejando una sola planta a 13 cm entre planta en los surcos de 5 metros con un total de 37 plantas por surco con una densidad de población aproximada de 90,000 plantas por hectárea. Posteriormente se realizó aplicación de herbicidas post emergente selectivos para el control de malezas. Se dieron un total de seis riegos incluyendo el de remoje, los riegos fueron por gravedad y mediante el uso de aguas residuales, conforme a las prácticas utilizadas por los productores, que son por aniego. La frecuencia de los riegos fue de acuerdo a la fenología del cultivo, realizándose el de remoje,



dos entre el encañe y hoja bandera, dos durante la floración y uno más durante el llenado de grano. No se realizó ninguna aplicación de producto químico, para prevención o control de enfermedades. En el ensayo se presentaron leves brotes de roya y gusano cogollero. La cosecha se realizó de forma manual el 03 Y 04 de noviembre de 2020, se recolectaron las mazorcas de 3 metros de los dos surcos centrales, las cuales se pesaron, se determinó el porcentaje de humedad y la relación grano-olote con la finalidad de obtener el rendimiento de los diferentes genotipos. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: el híbrido P3270W, obtuvo mejor promedio en la variable de altura de planta con 3.37 m, fue tolerante al *Fusarium*, y en cuanto al porcentaje de plantas cuatas obtuvo 14.00%, el híbrido Samuraí obtuvo el mejor promedio en cuanto a altura de mazorca con 1.77 metros, el cuanto a la variable de días de floración masculina y femenina el híbrido 202w fue el sobresaliente con 84-88 días clasificándolo así con el ciclo de precoz-intermedio, el híbrido AZ-475 fue el que mostro susceptibilidad al *Fusarium*, en cuanto la variable de pudrición de mazorca el híbrido con mayor afectación fue CRM-77 con 13% y el híbrido que obtuvo mayor rendimiento fue P3230W con 17.607 ton/ha.

Gómez (2020), el establecimiento de la parcela experimental se realizó durante el ciclo agrícola primavera - verano del año 2020, la siembra se hizo el 24 de abril en la localidad de Tepatepec, propiedad de la Universidad Politécnica de Francisco I. Madero, ubicada en el municipio de Francisco I. Madero, Hgo. Para el establecimiento y análisis del ensayo, se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar en parcelas divididas con tres repeticiones, la parcela experimental comprende cuatro surcos de 5 m de largo a una distancia de 80 cm entre surcos. El ensayo se estableció bajo labranza mínima y siembra manual, la preparación del terreno se hizo mediante un barbecho y un paso de rastra en forma cruzada a

la dirección del barbecho y del surcado anterior. La siembra se realiza en seco, para lo cual se colocan dos semillas por punto de siembra, con una distancia de 15.6 cm entre planta y planta, esto se realizó con la ayuda de una cadena marcada manualmente con moños, para señalar los puntos de siembra, para cada siembra se inoculó con espora de *Sporisorium reilianum* como fuente de infección de la enfermedad, misma que se inocula un mes antes de la siembra, preparando 12.5 kg de suelo e incorporándole 104 g de esporas de Carbón de Espiga (*Sphacelotheca reiliana*). Al momento de la siembra, se fertilizó en banda con la fórmula 120-60-30, aplicando 50 % de nitrógeno más el 100 % de fósforo y potasio; como fuente de nitrógeno se utilizó sulfato de amonio (20.5 % N) y el fosfato diamónico (11-46-00), y como fuente de potasio se utilizó el cloruro de potasio. A los 43 días, se realizó una segunda aplicación donde se aplicó 50 % restante de N. Se protegió la semilla del ataque de plaga de suelos con insecticida granulado al momento de la siembra y se realizó la aplicación de herbicida como sellador, para el control de malezas. El aclareo de planta se realizó a los 30 días después de la siembra, dejando una sola planta a 16 cm entre planta en los surcos de 5 m con un total de 32 plantas por surco con una densidad de población aproximada de 80,000 plantas por hectárea. Posteriormente se realizó aplicación de herbicidas post emergente selectivos, para el control de malezas. Se dieron un total de seis riegos, incluyendo el de remoje, los riegos fueron por gravedad y mediante el uso de aguas residuales, conforme a las prácticas utilizadas por los productores, que son por aniego. La frecuencia de los riegos fue de acuerdo a la fenología del cultivo, realizándose el de remoje, dos entre el encañe y hoja bandera, dos durante la floración y uno más durante el llenado de grano. No se realizó ninguna aplicación de producto químico, para prevención o control de enfermedades. En el ensayo se presentaron leves brotes de roya y gusano cogollero. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: Para las variables de altura de planta, porcentaje de plantas cuatas y

porcentaje de pudrición de mazorca el híbrido obtuvo 3.30 m, 12.33% y 3.68% mostrando mayor incidencia por pudrición de mazorca, en cuanto a la variable de altura de mazorca el híbrido sobresaliente fue CB-100 con 1.82 m, en cuanto a la variable de floración masculina y femenina el híbrido Hércules obtuvo 84-87 días clasificándolo así con el ciclo precoz-intermedio y para la variable de rendimiento el híbrido sobresaliente fue Salamandra con 19.267 ton/ha, seguido del híbrido P3270W con 18.834.

## CAPÍTULO III

### PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES

#### 3.1 Caracterización del área de estudio

##### 3.1.1 Localización geográfica

Tula de Allende se localiza entre los paralelos 19° 55' y 20° 11' de latitud norte; los meridianos 99° 15' y 99° 32' de longitud oeste; altitud entre 2 100 y 2 700 m. Colinda al norte con los municipios de Chapantongo, Tepetitlán y Tezontepec de Aldama; al este con Tezontepec de Aldama, Tlaxcoapan, Atitalaquia y Atotonilco de Tula; al sur con el municipio de Tepeji del Río de Ocampo y al oeste con el estado de México (INEGI,2009).

##### 3.1.2 Clima

Templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (51.0%), semiseco templado (48.0%) y templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (1.0%). Tula tiene un clima templado y frío, registrando una temperatura anual de 17.6° C, una precipitación pluvial de 699 mm. Por año y su periodo de lluvias es de mayo a septiembre (INEGI, 2009).

Los climas que dominan en Tula de Allende son los siguientes:

BS1Kw: semiárido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual (UMAFOR, 2010).

C(w1): templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del 3exmes más caliente menor de 22°C. precipitación en el mes más seco menor de 40 milímetros, lluvias de verano con índice P/T

entre 43.2 y 55 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual (UMAFOR, 2010).

C(wo): templado, subhúmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C, temperatura del mes más caliente menor de 22°C. precipitación del mes más seco menor de 40 milímetros; lluvias de verano con índice P/T menor de 43.2 y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual (UMAFOR, 2010).

### **3.1.3 Suelo**

INEGI (2009), los suelos dominantes de Tula de Allende son:

Phaeozem (60.18%): suelos que presentan una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes (horizonte A molico). Estos suelos no presentan problema de sodicidad, aunque pueden ser poco salinos.

Vertisol (20.0%): son suelos minerales de color oscuro con alto contenido de arcilla expansivas que forman profundas y anchas grietas verticales en la época seca.

Leptosol (7.0%): son suelos someros y pedregosos que pueden tener roca continua en o muy cerca de la superficie. Se encuentra en todos los tipos de clima y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales.

### **3.1.4 Agricultura y ganadería**

Los principales cultivos que se producen son: maíz con una superficie sembrada de 4,086 ha, frijol con 1,130 ha, avena con 504 ha, trigo 220 ha, y algunas hortalizas como calabaza con 103 ha, tomate verde 12 ha, chile verde con 11 ha y algunos cultivos de alfalfa.

En aspectos de la fruticultura, se produce el nopal, la tuna, el durazno y el aguacate (SPDRYM, 2011).

En la tabla 10, se puede observar los principales cultivos anuales y perenes que se establecen en la localidad de Tula de Allende Hidalgo, el cual el cultivo que más superficie sembrada es el maíz grano (SIACON y SIAP, 2020).

Tabla 10. Cultivos agrícolas establecidos en Tula de Allende Hgo.

Cultivo	Superficie (Ha)			producción (Ton)
	Sembradas	cosechadas	siniestrada	
Alfalfa verde	2,160.00	2,160.00	0	231,120.00
Avena forrajera en verde	479	479	0	15,505.50
Calabacita	34	34	0	561
Coliflor	4	4	0	104
Frijol	923	686	237	374.74
Maguey pulquero (miles de lts.)	1.5	1	0	81
Maíz grano	5,166.00	4,304.00	862	33,886.40
Trigo grano	5	5	0	27
Tuna	1	1	0	6.2
Zempoalxochitl	54	54	0	620.46

Fuente: SIACON y SIAP, 2020.

Se caracteriza por la producción de los siguientes aspectos: la población ganadera en el municipio se compone de 4,767 cabezas de ganada bovino, 3,017 cabezas de ganado porcino, 17,525 cabezas de ganado ovino y 2,441 cabezas de ganado caprino. En la avicultura, se crían aves de postura y engorda, con una población 162,692 aves y pavos. En la apicultura existe una población de 15 colmenas, de las cuales se exporta la miel y ceras de las abejas. Por último, en la cunicultura se cría el conejo (SPDRYM, 2011).

En la tabla 11, se observa las actividades pecuarias realizadas en el municipio de Tula de Allende Hidalgo (SIACON y SIAP,2020).

Tabla 11. Principales actividades pecuarias realizadas en Tula de Allende Hgo.

especie- producto	Producción (Ton o Miles de litros)	Producción en pie (Ton)	Precio promedio (\$/kg)	Precio promedio en pie (\$/kg)
Bovino-Carne	1,087.92	2,074.09	66.16	33.65
Bovino-Leche	14,332.63	0	6.25	0
Porcino-Carne	238.04	324.61	40.93	25.88
Ovino-Carne	146.07	295.6	77.12	37.01
Caprino-Carne	19.14	37.57	61.39	28.47
Ave-Carne	291.35	419.96	33.8	20.97
Guajolote-Carne	19.73	28.96	61.58	37.73
Ave-Huevo plato	596.44	0	29.83	0
Abeja-Miel	0.5	0	43.51	0
Abeja-Cera	0.02	0	79	0
Ovino-Lana	43.15	0	2	0

Fuente: SIACON y SIAP, 2020.

### 3.2 Ubicación del experimento

El experimento se estableció en la localidad El Llano, sitio experimental INIFAP-Hidalgo, ubicado en el municipio de Tula de Allende Hgo.

### 3.3 Diseño de tratamientos

En este trabajo de investigación se estudiaron 17 tratamientos, las cuales se aplicaron de forma aleatoria, fueron los siguientes: B3715, B3706 maíces híbridos de la empresa Brevant, Hércules, Supremo maíces híbridos de la empresa Aspros, P3270W, P3274W, P3230W maíces híbridos de la empresa Pioneer, NK858W, NK880W, NK921W maíces híbridos de la empresa NK, Galileo, Kepler maíces híbridos de la empresa Ceres, Titanio maíz híbrido de la empresa Productora de semilla de Azteca, H-155 maíz híbrido generado por el INIFAP y EX 8512W , EX 9012W, EX 3512W maíces híbridos de la empresa Lobo.

### 3.4 Croquis del experimento

En la figura 1, se puede observar la distribución de los materiales experimentales en campo.

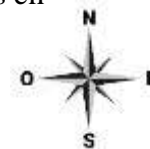


Figura 1. Croquis del experimento.

	NK858W R3 P41	H-155 R3 P42		
	GALILEO R3 P40	P3274W R3 P39	SUPREMO R3 P38	NK880W R3 P37
EX 3512W R3 P51	P3230W R3 P33	KEPLER R3 P34	HERCULES R3 P35	B3715 R3 P36
EX 9012W R3 P50	B3706 R3 P32	TITANIO R3 P31	NK 921W R3 P30	P3270W R3 P29
EX 8512W R3 P49	P3270W R2 P25	NK858W R2 P26	P3274W R2 P27	H-155 R2 P28
EX 3512W R2 P48	GALILEO R2 P24	B3706 R2 P23	NK880W R2 P22	KEPLER R2 P21
EX 9012W R2 P47	B3715 R2 P17	NK921W R2 P18	TITANIO R2 P19	SUPREMO R2 P20
EX 8512 W R2 P46	HERCULES R2 P16	P3230W R2 P15	H-155 R1 P14	TITANIO R1 P13
EX 3512W R1 P45	NK880W R1 P9	NK921W R1 P10	GALILEO R1 P11	KEPLER R1 P12
EX 9012 W R1 P44	NK858W R1 P8	P3230W R1 P7	P3274W R1 P6	P3270W R1 P5
EX 8512 W R1 43	B3715 R1 P1	B3706 R1 P2	HERCULES R1 P3	SUPREMO R1 P4



### **3.5 Diseño experimental y modelo estadístico**

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (BCA), con 17 tratamientos y tres repeticiones (bloques), utilizando en siguiente modelo estadístico:

$$\text{Modelo estadístico: } Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \xi_{ijk}$$

Dónde:

$Y_{ijk}$  = La k-ésima observación del i-ésimo tratamiento y el j-ésimo bloque.

$\mu$  = Media general

$\alpha_i$  = Efecto de i-ésimo tratamiento sobre la k-ésima observación

$\beta_j$  = Efecto de la j-ésimo bloque sobre la k-ésima observación.

$\xi_{ijk}$  = Efecto del error experimental

### **3.6 Descripción de las actividades**

#### ***3.6.1 Preparación del material experimental***

Se prepararon 12 sobres de las diferentes variedades de híbridos que se evaluaron, cada sobre contenía 80 semillas por variedad, cada parcela tuvo cuatro sobres con sus tres repeticiones.

#### ***3.6.2 Preparación del terreno***

El ensayo se estableció bajo labranza mínima y siembra manual, la preparación del terreno se hizo mediante un barbecho y un paso de rastra en forma cruzada a la dirección del barbecho y del surcado anterior, con una profundidad de 10 cm.

#### ***3.6.3 Trazos de parcelas***

En los trazos de parcelas se utilizó una cinta métrica, lazo, cal y calero. Cada parcela se trazó de 5 metros de largo a una distancia de 80 cm entre surco, en total fueron 51 parcelas.

### **3.6.4 Siembra**

La siembra se realizó en seco, colocando las 80 semillas que contenía el sobre por surco con una distancia de 13 cm. aproximadamente colocando de 2 a 3 semillas por punto.

### **3.6.5 Aclareo**

El aclareo de planta se realizó a los 45 días después de la siembra, dejando una sola planta a 13 cm entre planta en los surcos de 5 metros con un total de 37 plantas por surco con una densidad de población aproximada de 90,000 plantas por hectárea.

### **3.6.6 Control de maleza**

Se aplicó herbicida pre-emergente atrazina 1 kg + acetaclor 1 l/ha, al igual que se aplicó un herbicida post-emergente nicosulfuron 1 l/ha + Dicamba 2 l/ha.

### **3.6.7 Control de plagas**

Se aplicó insecticida foliar con ingrediente activo el Metomilo 300 gr/ha y se aplicó un insecticida al suelo, carbofuradan granulado 5g

### **3.6.8 Fertilización**

La fórmula de fertilización fue 120-60-30, aplicando 50 % de nitrógeno mas el 100% de fósforo y potasio al momento de la siembra, como fuente de nitrógeno se utilizó sulfato de amonio (20.5 % N) y el fosfato diamónico (11-46-00), y como fuente de potasio se utilizó el cloruro de potasio, a los 46 días se realizó una segunda aplicación donde se aplicó 50 % restante de N. También se realizaron 3 aplicaciones de fertilizante foliar, 2 aplicaciones de Biozyme 0.5 l/ha + Byfolan 2 l/ha y una con Optifert 2 kg/ha.

### ***3.6.9 Riego***

Por lo general se aplican siete riegos incluyendo el de remoje, los riegos son por gravedad y mediante el uso de aguas residuales, conforme a las prácticas utilizadas por los productores, que son por aniego. La frecuencia de los riegos es de acuerdo con la fenología del cultivo, realizándose el de remoje, dos entre el encañe y hoja bandera, dos durante la floración y uno más durante el llenado de grano. En este año se aplicaron cinco riegos debido a las condiciones climáticas, el de remojo, uno de encañe y hoja bandera y dos de floración.

### ***3.6.10 Limpiezas de calles del experimento***

Esta actividad se realizó mediante azadón cuando las calles se encontraban en mal estado, esto con el propósito de que las plantas puedan retener la humedad y puedan nutrirse adecuadamente y para poder transitar en las parcelas experimentales.

### ***3.6.11 Colocación de etiquetas de identificación de híbridos.***

Se elaboraron etiquetas de identificación de los híbridos con su respectivo número de parcela, repetición, nombre de híbrido y casa comercial, que se le colocaron en la primera planta de cada parcela experimental esto con el propósito de poder identificarlas.

## **3.7 Toma de datos**

### ***3.7.1 Altura de planta***

Se midió con un estadal desde el suelo hasta la espiga de la planta del maíz, se tomaron la altura de una planta por parcela experimental, ya que la mayoría se encontraron de forma homogénea.

### **3.7.2 *Altura de mazorca***

Se midió con un estadal desde el suelo hasta donde se encontraba la primera mazorca, se tomaron la altura de mazorca de una planta por parcela experimental, ya que la mayoría se encontraron de forma homogénea.

### **3.7.3 *Porcentaje de plantas cuatas***

Se contaron el número de plantas que tenían doble mazorca, de los dos surcos centrales de cada parcela experimental.

### **3.7.4 *Porcentaje de plantas estériles***

Se contaron el número de plantas que mostraron infertilidad, de los dos surcos centrales de cada parcela experimental.

### **3.7.5 *Días de floración masculina y femenina***

Se contaron los días desde la siembra hasta que la mayoría de las plantas de las parcelas experimentales contaran con la mayor cantidad de espigas desarrolladas (floración masculina) y con la mayoría de los jilotes desarrollados (floración femenina), con estos datos se determina los días a floración y ciclo de los híbridos evaluados, para clasificarlos se tomaron los siguientes criterios:

Tabla 12. Criterios para determinar los días de floración masculina y femenina y el ciclo de los híbridos de maíz evaluados.

	Criterios	
FM	FF	Ciclo
Días	Días	
77-83	77-83	Precoz
84-88	84-88	Precoz-intermedio
89-93	89-93	Intermedio
94-97	94-97	Intermedio-tardío
98-101	98-101	Tardío

### 3.7.6 Pudrición de tallo por *Fusarium*

Se evaluó al muestrear 10 tallos al azar en cada parcela experimental, los cuales se abrieron haciendo un corte longitudinal, dependiendo de la severidad se les asignó una clasificación, se tomó en cuenta los siguientes criterios:

Tabla 13. Criterios para clasificar la pudrición de tallo por *Fusarium*

Criterios	
Clasificación	Parámetros
Tolerante	1-2 plantas
Moderadamente tolerante	3-4 plantas
Moderadamente susceptible	5-7 plantas
Susceptible	8-10 plantas

### 3.7.7 Pudrición de mazorca por *Fusarium*

Se evaluó al contabilizar el número de granos podridos en 22 mazorcas de los dos surcos centrales de cada parcela experimental, para obtener el porcentaje de severidad del daño se utilizó la siguiente formula:

% de severidad = el promedio de los granos podridos de las 22 mazorcas.

### 3.7.8 Rendimiento

Para determinar el rendimiento en cada unidad experimental, se midieron tres metros de los dos surcos centrales, los cuales se cosecharon manualmente, el rendimiento se calculó con la siguiente fórmula:

$$R = PMC * (100 - PHG) / 86.5 * (PG5MZ / P5MZ) * FC$$

R= Rendimiento del grano en Kg/ha 14% humedad

PMC= Peso de la muestra de campo en Kg.

PHG= % de humedad del grano

PG5MZ= peso de grano de 5 mazorcas en kg

P5MZ= peso de 5 mazorcas en kg

FC= Factor de conversión a Ha (10,000/área muestreada)

$A = (0.8 \times 2) * (3) = 4.8 \text{ m}^2$

A= área muestreada

0.8 m= ancho de surco

3 m= largo de surco

86.5= factor para estandarizar el rendimiento al 14% de humedad.

### **3.8 Análisis estadístico de datos**

Los datos obtenidos fueron analizados por el procedimiento ANOVA del paquete estadístico SAS para un diseño en bloques completamente al azar y para las variables significativas se realizó una prueba de Duncan.

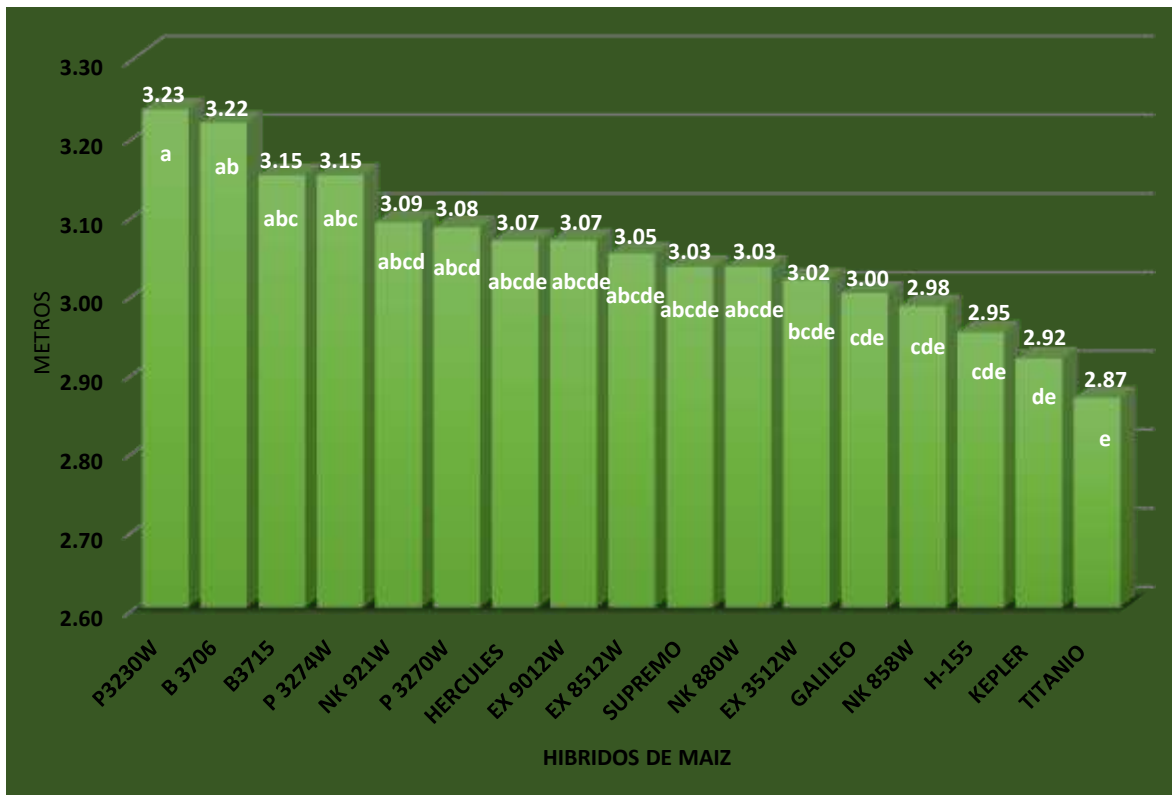
## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el estudio del comportamiento agronómico y productivo de los 17 híbridos de maíz evaluados en el ciclo Primavera-Verano 2021, en la localidad El Llano, sitio experimental INIFAP-Hidalgo, ubicado en el municipio de Tula de Allende Hgo, los resultados obtenidos muestran que las variables de altura de planta, porcentaje de plantas cuatas, porcentaje de pudrición de mazorca por *Fusarium* y Rendimiento obtuvieron una diferencia altamente significativa, en cuanto la variable de altura de mazorca mostró una diferencia significativa y por último la variable porcentaje de plantas estériles no tuvo diferencia significativa que se puede observar en los anexos (A1 a A6).

#### 4.1 Altura de planta

En la figura 2 se muestra los resultados para la variable de la altura de los híbridos de maíz evaluados donde se puede observar que el híbrido P3230W de la empresa Pioneer, sobresalió con un promedio de 3.23 metros, estos datos son diferente de lo reportado por Gómez (2021) el cual estableció experimentos en la localidad de Tepatepec Hgo., lo cual obtuvo para el mismo híbrido promedio de 3.47 metros. Evaluaciones realizadas en el sitio experimental El Llano, INIFAP- Hidalgo por Gómez (2020), presentó resultados superiores al presente trabajo con una altura promedio de 3.33 metros. Trabajos realizados en la localidad de Tepatepec, Hgo., por Gómez (2020), presentó una altura de 3.28 metros, siendo este resultado superior a lo obtenido en este trabajo.

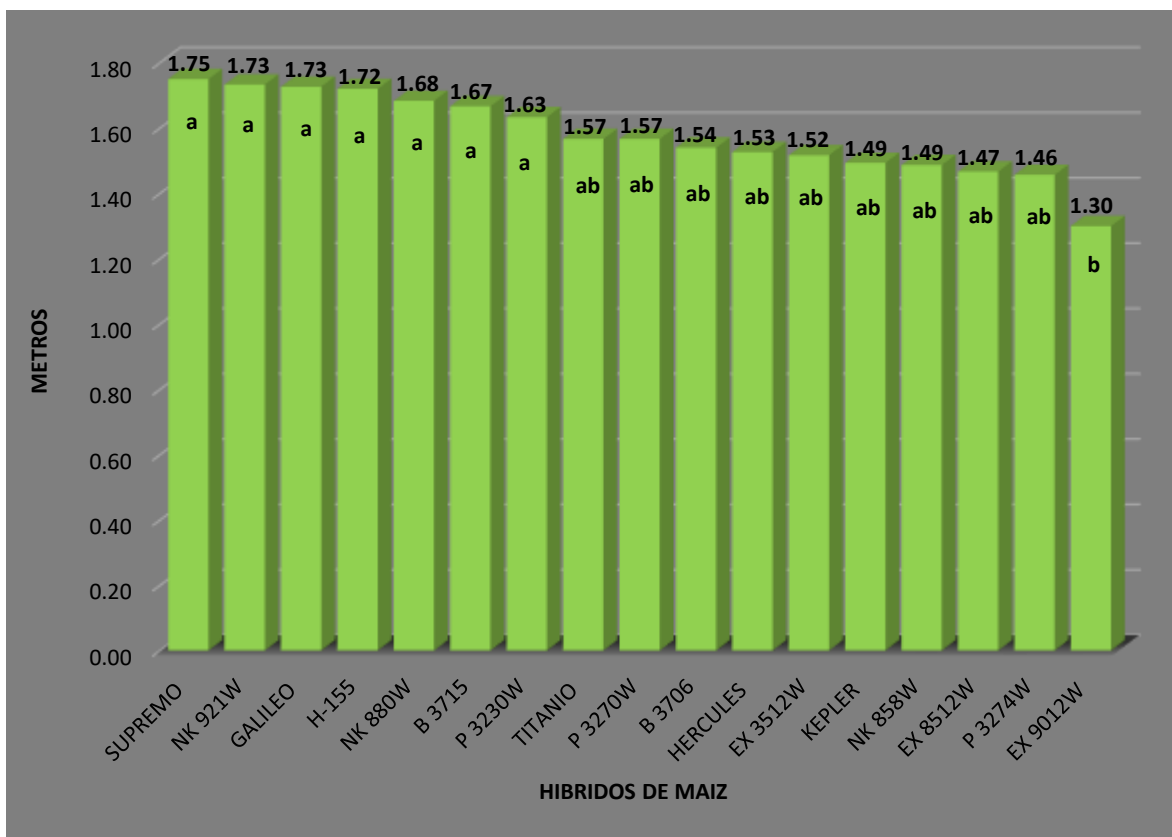


**Figura 2.** Grafica de Resultados para la variable de altura de planta y literales de pruebas de comparación de medias en Evaluación de Híbridos de Maíz, en El Llano, Mpio. de Tula de Allende, Hgo. Ciclo Agrícola P.V. 2021.

#### 4.2 Altura de mazorca

En la figura 3 se muestra el comportamiento de los híbridos que fueron sometidos a evaluación en la variable de altura de mazorca, en donde los híbridos Supremo, NK 921W, Galileo, H-155, NK 880W, B 3715 y P3230W son estadísticamente iguales clasificación “a”, con valores de 1.75 m, 1.73 m, 1.73 m, 1.72m, 1.68 m, 1.67 m y 1.63 m respectivamente, mientras los híbridos Titanio, P 3270W, B3706, Hércules, EX 3512W, Kepler, NK 858W, EX 8512W y P 3274W, son estadísticamente iguales clasificación “ab” pero diferente a los híbridos antes mencionados.



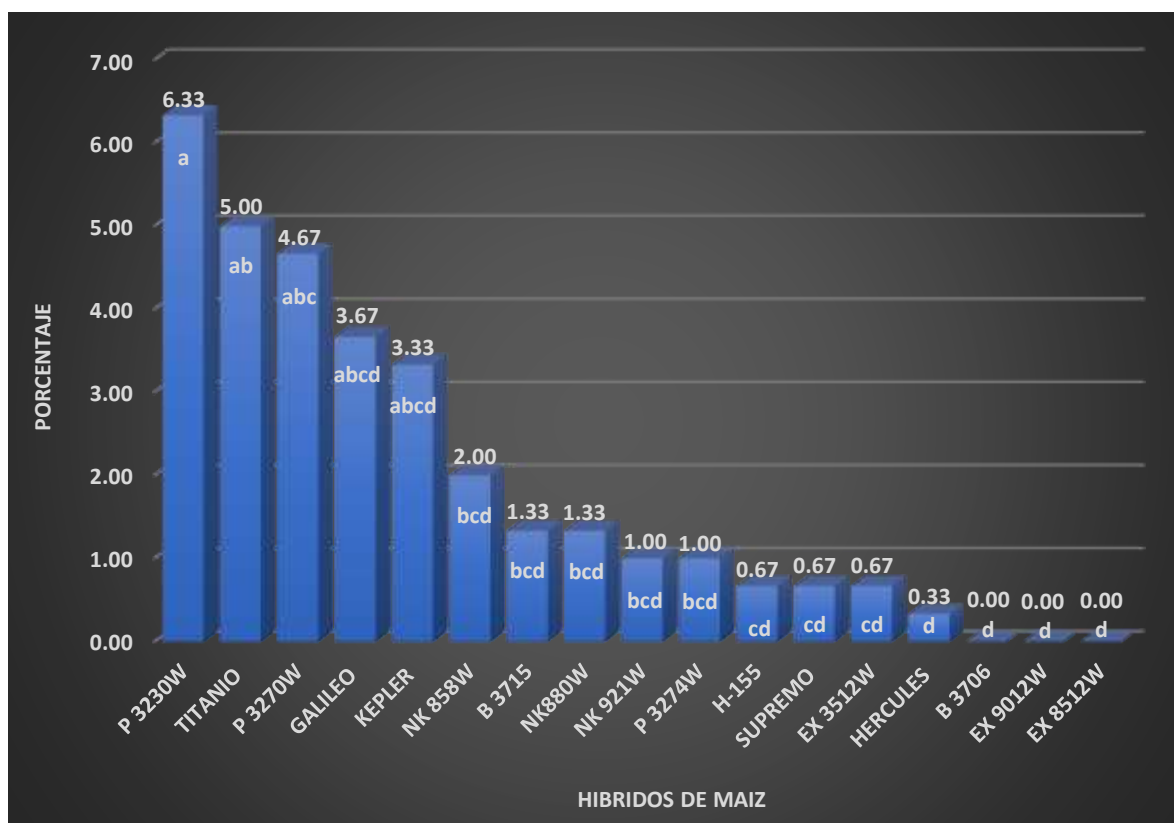


**Figura 3.** Grafica de Resultados para la variable de altura de mazorca y literales de pruebas de comparación de medias en Evaluación de Híbridos de Maíz, en El Llano, Mpio. de Tula de Allende, Hgo. Ciclo Agrícola P.V. 2021.

Evaluaciones realizadas en la localidad de Tepatepec Hgo., por Gómez (2021), reportó que el híbrido P 3230W obtuvo el mejor resultado con una altura de mazorca de 1.83 metros este resultado es superior al mostrado en el presente trabajo, mientras que el híbrido Supremo obtuvo un promedio de 1.56 metros este resultado es inferior al obtenido en el presente trabajo. En los estudios realizados en el sitio experimental El Llano, INIFAP-Hidalgo por Gómez (2020) para el híbrido NK-921W presentó un promedio de 1.72 metros siendo este valor inferior reportado en el presente trabajo. De la misma manera estudio realizado en la localidad de Tepatepec, Hgo., por Gómez (2020), obtuvo resultado de 1.64 metros siendo el resultado presentado en este trabajo superior.

### 4.3 Porcentaje de plantas cuatas

El resultado para la variable de porcentaje de plantas cuatas se observa en la figura 4, mostrando que el híbrido P3230W de la empresa Pioneer muestra el mejor valor con 6.33% de plantas cuatas, seguido del híbrido Titanio de la empresa Productora de semilla de Azteca con 5.00% de plantas cuatas, mientras que los híbridos Hércules, B 3715, EX 9012W y EX 8512W no mostraron plantas cuatas lo cual son estadísticamente iguales.



**Figura 4.** Grafica de Resultados para la variable de porcentaje de plantas cuatas y literales de pruebas de comparación de medias en Evaluación de Híbridos de Maíz, en El Llano, Mpio. de Tula de Allende, Hgo. Ciclo Agrícola P.V. 2021.

Los resultados de esta investigación difieren a lo presentado en la evaluación realizada por Gómez (2021), donde se mostró que el híbrido P 3270W como el de mayor porcentaje de plantas cuatas con 18.00 %, seguido por el híbrido P 3230W con 12.33%, siendo superiores a lo presentado. Los resultados observados en esta investigación difieren a lo reportado por

Gómez (2020), realizado en el sitio experimental El Llano, INIFAP-Hidalgo, donde el híbrido P 3270W alcanzó los 14.00% de plantas cuatas, seguido del híbrido P 3230W con 7.67% siendo estos resultados superiores a los obtenidos en este trabajo. Así mismo Gómez (2020) realizó la investigación en la localidad de Tepatepec Hgo., observaron un valor superior en el híbrido P 3230W con 11.67%.

#### 4.5 Días de floración masculina y femenina

En la tabla 14, se puede observar los resultados de la variable de floración masculina y femenina, donde se observaron los mismos valores en general en cuanto a los días de floración masculina y femenina al igual que el ciclo.

Tabla 14. Tabla de Resultados para la variable de días de floración masculina y femenina y ciclo en Evaluación de Híbridos de Maíz, en El Llano, Mpio. de Tula de Allende, Hgo. Ciclo Agrícola P.V. 2021.

Empresa	Híbrido	FM (Días)	FF (Días)	Ciclo
	Hércules	89-93	89-93	Intermedio
Aspros	Supremo	90-93	90-93	Intermedio
	B3715	90-93	90-93	Intermedio
Brevant	B3706	91-93	91-93	Intermedio
	Galileo	89-92	89-92	Intermedio
Ceres	Kepler	89-93	89-93	Intermedio
	EX 8512W	89-92	89-92	Intermedio
Lobo	EX 9012W	91-92	91-92	Intermedio
	EX 3512W	89-92	89-92	Intermedio
	NK 921W	89-92	89-92	Intermedio
NK	NK 880W	91-93	91-93	Intermedio
	NK 858W	89-92	89-92	Intermedio
	P 3230W	89-92	89-92	Intermedio
Pioneer	P 3274W	89-93	89-93	Intermedio
	P 3270W	89-93	89-93	Intermedio
INIFAP	H-155	90-93	90-93	Intermedio
Azteca	Titanio	90-93	90-93	Intermedio

Gómez (2021), realizó una investigación en la localidad de Tepatepec Hgo., donde reportó que los híbridos Kepler, Galileo y EX-3512W obtuvieron en días de floración masculina y femenina 85-88 días, 84-88 días y 85-88 días, clasificándolos con el ciclo de precoz-intermedio, siendo estos resultados diferente a los presentados en el presente trabajo. Evaluaciones realizadas por Gómez (2020), en el sitio experimental INIFAP-Hidalgo reportó que el híbrido P3230W obtuvo en días de floración masculina y femenina 89-92 días clasificándolo con el ciclo precoz- intermedio siendo este resultado diferente al presentado en el presente trabajo

#### **4.6 Pudrición de tallo por *Fusarium***

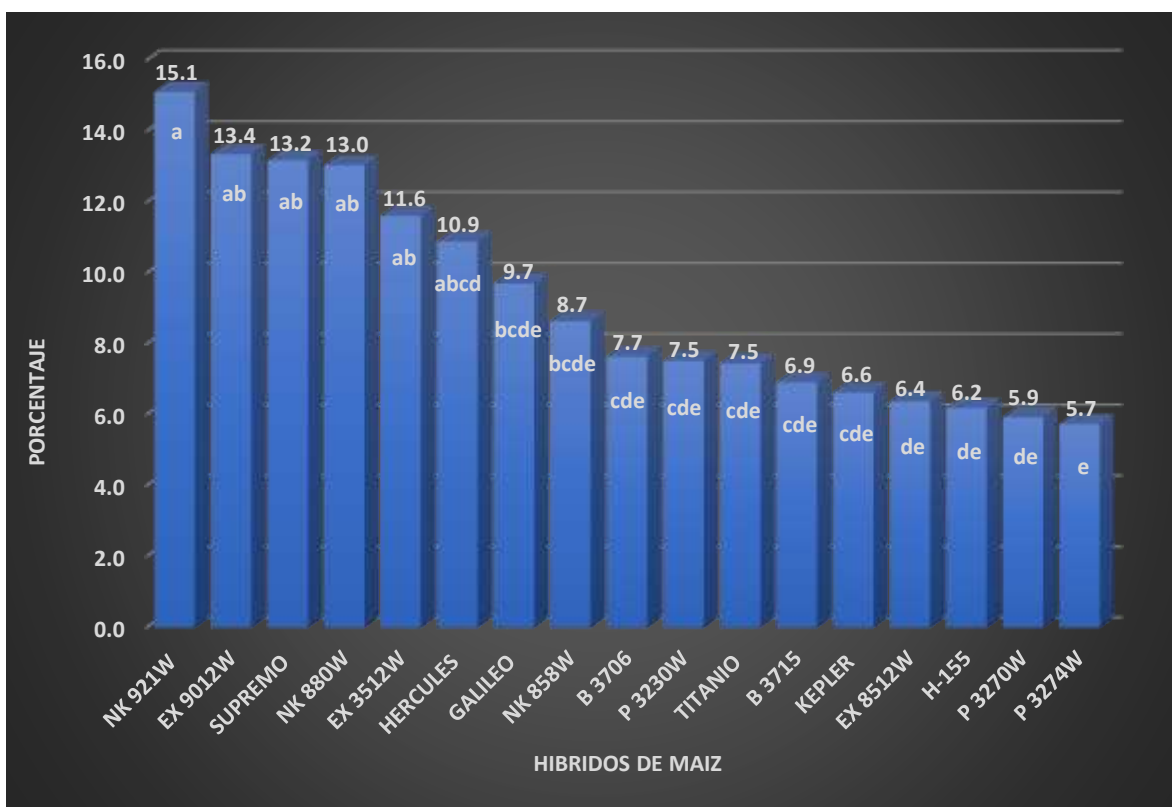
En la tabla 15 se puede observar los resultados de la clasificación que recibieron los híbridos sometidos a evaluación en la variable pudrición de tallo por *Fusarium*, en donde la mayoría de los híbridos son clasificados como moderadamente tolerantes, mientras que los híbridos P3230W, P3270W, P3274W de la empresa Pioneer, recibieron la clasificación de tolerantes a *Fusarium*. Evaluación realizada por Gómez (2020), menciona que los híbridos P3270W y P3230W recibieron la clasificación de tolerante a pudrición de tallo por *Fusarium*, estos datos son similares a lo presentado en el presente trabajo.

Tabla 15. Tabla de Resultados para la variable de Pudrición de tallo por *Fusarium* en Evaluación de Híbridos de Maíz, en El Llano, Mpio. de Tula de Allende, Hgo. Ciclo Agrícola P.V. 2021.

Empresa	Híbrido	Clasificación
Aspros	Hércules	Moderadamente tolerante
	Supremo	Moderadamente tolerante
Brevant	B3706	Moderadamente tolerante
	B3706	Moderadamente tolerante
Ceres	Galileo	Moderadamente tolerante
	Kepler	Moderadamente tolerante
Lobo	EX 8521W	Moderadamente tolerante
	EX 9012W	Moderadamente tolerante
NK	EX 3512W	Moderadamente tolerante
	NK 921W	Moderadamente tolerante
	NK 880W	Moderadamente tolerante
	NK 858W	Moderadamente tolerante
Pioneer	P3230W	Tolerante
	P3270W	Tolerante
	P3274W	Tolerante
INIFAP	H-155	Moderadamente tolerante
Águila	Titanio	Moderadamente tolerante

#### 4.7 Pudrición de mazorca por *Fusarium*

En la figura 5, se puede observar los resultados obtenidos en la evaluación de los híbridos de la variable pudrición de mazorca por *Fusarium*, en el cual el híbrido con afectación fue NK 921W, de la empresa NK con 15.1%, lo que redundó sensiblemente su rendimiento, mientras que el híbrido P3274W de la empresa Pioneer, fue el que registró una menor afectación con valor 5.7%.

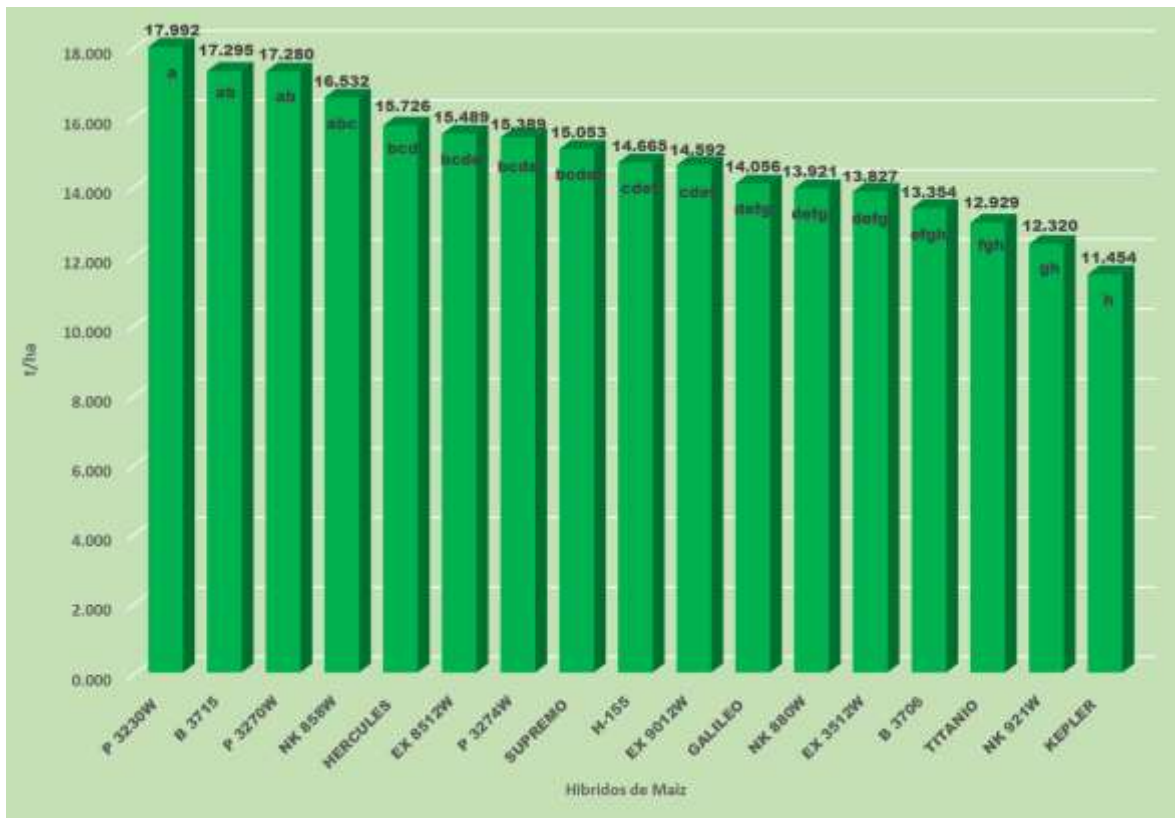


**Figura 5.** Grafica de Resultados para la variable pudrición de mazorca por *Fusarium* y literales de pruebas de comparación de medias en Evaluación de Híbridos de Maíz, en El Llano, Mpio. de Tula de Allende, Hgo. Ciclo Agrícola P.V. 2021.

Evaluación realizada por Gómez (2021) en la localidad de Tepatepec Hgo., menciona que el híbrido EX 3512W presentó mayor incidencia de pudrición de mazorca con 13.0%, seguido del híbrido B 3715 con 9.7% siendo estos resultados diferentes a lo obtenido en el presente trabajo. Gómez (2020), estableció experimentos en el sitio experimental INIFAP-Hidalgo, donde menciona que el híbrido NK 921W presentó mayor afectación de pudrición de mazorca con 11.4%, seguido del híbrido P3270W con 6.3% siendo estos resultados diferentes a los obtenidos en el presente trabajo.

#### **4.8 Rendimiento**

En la tabla 6, se muestra los resultados de la variable de rendimiento de grano en donde el híbrido sobresaliente fue P3230W de la empresa Pioneer con un rendimiento de 17.992 t/Ha, seguido de los híbrido B3715 y P 3270W lo cual son estadísticamente iguales con rendimientos de 17.295 t/Ha y 17.280 t/Ha respectivamente, el híbrido con menor rendimiento fue Kepler de la empresa Ceres con un rendimiento de 11.454 t/Ha. Gómez (2021), menciona en su informe que estableció experimentos en la localidad de Tepatepec, Hgo., en donde menciona que el híbrido P3230W obtuvo el mejor promedio con 18.673 t/Ha, seguido del híbrido P3270W con 18.079 t/Ha, estos resultados muestran que son superiores a los obtenidos en el presente trabajo. Evaluación realizada en el sitio Experimental INIFAP-Hidalgo por Gómez (2020), menciona que el híbrido P3230W sobresalió con 17.607 t/Ha, seguido por el híbrido P3270W con 17.603 t/ha. Por otra parte, Gómez (2020) realizó evaluaciones en la localidad de Tepatepec Hgo., en donde mencionó que el híbrido P3270W obtuvo el mayor promedio con 18.834 t/ha, seguido del híbrido Hércules con 18.655 t/ha siendo estos resultados diferente al presentado en el presente trabajo.



**Figura 6.** Grafica de Resultados para la variable de Rendimiento y literales de pruebas de comparación de medias en Evaluación de Híbridos de Maíz, en El Llano, Mpio. de Tula de Allende, Hgo. Ciclo Agrícola P.V. 2021



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

En lo referente a la adaptación agronómica de los híbridos a las condiciones ecológicas del Valle del Mezquital, Hgo, observando que para la variable altura de planta el mejor promedio fue P3230W con 3.23 metros. En la altura de mazorca se mostraron sobresalientes a a los híbridos Supremo, NK 921W, Galileo, H-155, NK 880W, B 3715 y P3230W con valores de 1.75 m, 1.73 m, 1.73 m, 1.72m, 1.68 m, 1.67 m y 1.63 m respectivamente ( $p < 0.05$ ). En el porcentaje de plantas cuatas el híbrido que mostro mejor promedio fue P3230W ( $p < 0.01$ ). No se observaron diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) para porcentaje de plantas estériles y días de floración masculina y femenina.

En lo referente al rendimiento, el híbrido con mayor promedio fue P3230W con 17.992 t/Ha ( $p < 0.01$ ), superando así al testigo (H-155) con 14.665 t/Ha, en lo referente a esta variable los promedios de los híbridos evaluados mostraron valores superiores a la producción promedio del estado de Hidalgo por los que puede concluir que los híbridos sometidos a evaluación tienen buen potencial productivo.

En el comportamiento de los híbridos a la susceptibilidad a la de pudrición de tallo por *Fusarium*, la mayoría de los híbridos obtuvieron una clasificación de moderadamente tolerante, mientras que los híbridos P3230W, P3270W y P3274W, fueron clasificados como tolerantes, estos resultados difieren a los presentados en años anteriores lo cual se debió a las condiciones climáticas ya que el periodo de estudio se presentó una alta precipitación, en cuanto la variable de pudrición de mazorca se observó al híbrido con mayor afectación

fue del híbrido NK 921W( $p < 0.01$ ) lo que redujo su rendimiento. Cabe hacer mención que para poder recomendar un híbrido el INIFAP toma como parámetro el 0-8% para su recomendación y de 8% en adelante sugiere seguir con la evaluación de los híbridos, comparando el comportamiento de los híbridos de maíz en diferentes condiciones climáticas.

## **5.2 Recomendaciones**

- Evaluar por lo menos tres años a los híbridos de maíz, para saber su adaptación a la zona del Valle del Mezquital.
- Evaluar los híbridos, en diferentes tipos de suelos diferente dosis y fertilizantes ya sea foliar, granulado o fertilizante orgánico.
- Evaluar híbridos en parcelas de temporal, para ver su adaptación.
- Establecer parcelas experimentales con diferentes labranzas.
- Evaluar los híbridos en diferente densidad de población.
- Establecer parcelas en diferentes localidades de la región del Valle del Mezquital.

## CAPITULO VII

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

- Acosta R. (2009). El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba cultivos tropicales, vol. 30, núm. 2, pp 113-120, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba.
- Agronomía para todo el mundo (2013). Gusano de Alambre (*Agriotes spp*). En línea: <https://agronomoglobal.blogspot.com/2013/06/gusano-de-alambre-agriotes-spp.html>.
- Andrade F.H., Echeverria H.E., González N.S., y Uhart S.A. (2000). Requerimientos de nutrientes minerales. Pp 207-234. En: F.H Andrade y V.O Sadras (Eds). Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. INTA Balcarce-FCA UNMdP.
- Arce Pérez R. y Morón M.A. (2000). Taxonomía y distribución de las especies de *Macrodactylus latreille* (Coleoptera: Melolonthidae) en México y Estados Unidos de América. Acta zoológica mexicana, 79; 123-239.
- Arquaah G. (2007). "Breeding corn". En: Principles of plant genetics and breeding edit. Blackwell Publishing. Pp. 485-497.
- Bautista MN, Morales GO. (2016). El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*). Una plaga de importancia. Agrosíntesis. En línea: <http://agrosintesis.com/una-plaga-de-granimportancia/>
- Bonilla M.n. (2009). Manual de recomendaciones técnicas cultivo de maíz. Instituto Nacional de Innovación y transferencia en tecnología Agropecuaria San José C.R: INTA. P 72.
- CABI. (2020). *Helicoverpa zea* (American cotton bollworm). Invasive Species Compendium. En línea: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/26776#totalTaxonomicTree>.
- Capinera J.L. (2014). Fall Armyworm, *Spodoptera Frugiperda* (J.E. Smith) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/in255>
- Capinera JL. 2014. Beet Armyworm, *Spodoptera exigua* (Hübner) (Insecta: Lepidoptera: Noctuidae). Eeny-105. U.S. Department of Agriculture, UF/IFAS Extension Service, University of Florida. En línea: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/IN/IN26200>.
- Carmona M., Quiroga M., Diaz C., y Fernández P. (2008). Gradiente de la roya común de maíz (*Puccinia sorghi*): su utilidad para estimar daños y obtener el umbral de daño económico. Libro de resúmenes. Primer congreso Argentino de Fitopatología, P: 162.
- Caselin Castro S., Carillo Sánchez J.L., Llanderal Cazares C., y Bravo Mojica H. (2003). Incidencia de *Macrodactylos nigripes bates* (Coleoptera: Melolonthidae) en maíz y haba en Tlaxcala, México. Agrociencia, 37(3): 291-297.

- Castillo J. (2015). Conservación de la diversidad del maíz en dos comunidades de San Felipe del Progreso Estado de México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, vol.13, num.2, pp. 217-235.
- Castillo L., Velázquez E., Huitrón G., y Rosales V. (2008). Combinación de estrategias estadísticas para la selección de híbridos de maíz.
- CIMMYT. (2004). *Enfermedades del maíz. Una guía para su identificación en el campo*. Cuarta edición.
- CIMMYT. (2015). *Manual de producción de semillas de maíz híbrido*.
- Deras F.H. (2014). *Guía técnica el cultivo de maíz*.
- García C., González M., y Cortez E. (2012). Usos de enemigos naturales y biorracionales para el control de plagas de maíz. *Ra ximhai*, 8(3), pág. 57-70.
- García F.O (2005). Criterios para el manejo de la fertilización del cultivo de maíz. Presentado en la jornada “Maíz 2005” organizada por capacitación agropecuaria. Córdoba, 1 de julio de 2005.
- García F.O y Correndo A (2013). Cálculos de requerimientos nutricionales. Versión 2013. Disponible en: <http://lacs.ipni.net/article/LACS-1024>
- García LML. (1999). Condiciones para incubación del huevecillo de *Diabrotica virgifera zea* Kryan and Smith. *Memorias XXXIV Congreso Nacional de Entomología*. Sociedad Mexicana de Entomología, A.C. Aguascalientes, Aguascalientes, México. Pp. 313.
- Gómez R. (2020). Informe de resultados: Evaluación de híbridos comerciales de maíz, en El Llano, Mpio. de Tula de Allende, Hgo. Ciclo agrícola P.V. 2020.
- Gómez R. (2020). Informe de resultados: Evaluación de híbridos comerciales de maíz UPFIM Mpio. de Francisco I. Madero, Hgo., ciclo P.V. 2020.
- Gómez R. (2021). Informe de resultados: Evaluación de híbridos comerciales de maíz UPFIM Mpio. de Francisco I. Madero, Hgo. Ciclo P.V. 2021.
- González G, Salguero V, Mancía JE. 1992. Manejo integrado de plagas en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT-BID-PRO- FRIJOL. Cali, Colombia. 186p.
- González M. (2005). Roya común del maíz: altos niveles de severidad en la zona maicera núcleo (campana 04/05). *Rev. Agromensajes* N°15 FCA.UNR.
- González M. (2006). Roya del maíz en Argentina Últimos avances. Para mejorar la producción INTA EEA oliveros 32: 114-115.
- Hardke JT, Lorenz GM, Leonard R. (2015). Fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) ecology in Southeastern cotton. *Journal of Integrated Pest Management*, 6(1): 10.

- INEGI (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Tula de Allende, Hidalgo.
- INIA (2017). Roya en la hoja. Obtenido de enfermedades en cultivos: <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/FichasTécnicasSanidadVegetal/Ficha%2076%20Roya%20de%20la%20hoja.pdf>.
- INIAP (2011). Módulo IV Manejo Integrado del cultivo de maíz suave.
- INIFAP (2013). Híbridos de maíz para el norte de centro de Tamaulipas. Centro de investigación Regional del Noreste. Campo experimental Rio Bravo. Folleto para productores No. Mx-310302-25-03-13-10-23 ISBN: 978-607-37-0057-3.
- INIFAP. (2017). Agenda Técnica Agrícola de Hidalgo.
- INTA (2012) “Fenología del maíz. Disponible en: <http://riap.inta.gov.ar>.
- INTA. (2015). El cultivo de maíz en San Luis.
- JICA (2019). Cultivo de maíz.
- Maroto J. (1998). “Horticultura herbácea especial”. 4ta. Edición. Ediciones Mundi Prensa. Madrid-España. Pp. 589-593.
- Martínez-Jaime OA, Salas-Araiza MD, Abraham-Juárez MR. (2020). Estimación de la población de adultos de *Diabrotica balteata* en función de la temperatura y precipitación, en el cultivo del maíz en Irapuato, Guanajuato, México. Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Vol. 5: 1-5. En línea: <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume5/5/1/1.pdf>
- Méndez BA. (2007). Aspectos bioetológicos de *Diabrotica balteata* Leconte (Coleoptera: Chrysomelidae) en el cultivo del frijol en la zona norte de la provincia de Las Tunas, Cuba. Fitosanidad, Vol. 11, núm.4, pp.1 3-15. En línea: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2091/209116154002>
- Murúa MG, Vera MT, Abraham S, Juárez M, Prieto S, Head GP, Willink E. (2008). Fitness and mating compatibility of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) populations from different host plant species and regions in Argentina. *Annals of the Entomological Society of America*, 101(3): 639- 649.
- Murúa MG, Virla E. (2004). Population parameters of *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lep.: Noctuidae) fed on corn and two predominant grasses in Tucumán (Argentina). A laboratory study. *Acta Zoológica Mexicana*. Ns, 1 (20): 199-210.
- Natwick ET, Stapleton JJ, Stoddard CS. (2012). Cucurbits. Armyworms. How to Manage Pests. UC Pest Management Guidelines. En línea: <http://ipm.ucanr.edu/PMG/r116301311.html>

- Nelson P.E (1992). Taxonomy and biology of *Fusarium moniliforme*. Mycopathologia 17: 29-36.
- Ortiz, F. (2010). Diccionario de especialidades agroquímicas. Thomson PLM del Ecuador S.A. Quito, Ecuador. p. 31
- Pérez J.P., Bobadilla M. y Garza R. (2006). Manejo tecnológico en maíz de riego en el Valle del Mezquital, Hgo. Folleto para productores No. 11.
- Perkowski J., J Chelkowskin, R.D. Platner and P. Gohnsk. (1991). Accumulation of mycotoxins in maize cubs infected with fusarium graminearum. Mycotoxin Res. 7: 115-121.
- Reyes C.P. (1990). El maíz y su cultivo. Editorial AGT, México D.F., S.A. 460 P.
- Ruiz C., J.A., G. Medina G., I.J. González A., H.E. Flores L., G. Ramírez O., C. Ortiz T., K.F. Byerly M. y R.A. Martínez P. (2013). Requerimientos agroecológicos de cultivos. Segunda edición. Libro técnico núm. 3. INIFAP. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias- CIRPAC-Campo Experimental Centro Altos de Jalisco. Tepatitlán de Morelos, Jalisco, México. ISBN:978-607-37-0188-4.
- SADER (2020). Maíz blanco o amarillo es cultivo de tradición y desarrollo. Consultado en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/maiz-blanco-o-maiz-amarillo-es-el-cultivo-de-tradicion-y-desarrollo>
- Secretaria de Agricultura (2012). Determinación del nivel riesgo fitosanitario para los cultivos de importancia económica en México, 64.
- SENASICA (2012). Gallinas Ciegas *Phyllophaga spp.* (Coleoptera: Melolonthidae: Melolonthinae) y *Cyclocephala spp.* (Coleoptera: Melolonthidae: Dynastinae). SaderSenasica. Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha técnica. Tecámac, Estado de México, 21 p.
- SENASICA (2014). Gusano elotero *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae). Sader-Senasica. Dirección General de Sanidad Vegetal-Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha técnica. Tecámac, Estado de México, 17 p.
- SENASICA (2020). Gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hübner, 1808) (Lepidoptera: Noctuidae). SADER-SENASICA. Dirección General de Sanidad Vegetal - Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. Ficha Técnica. Tecámac, México. 20 p.
- SIACON y SIAP (2020). Sistema de información Agroalimentaria. Disponible en: <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
- Sillón M. (2008). Producción de maíz. Capítulo 6: Enfermedades del cultivo de maíz. CREA (Consortio Regional de Experimentación Agrícola); editor: Satorre Emilio. Pág. 163.
- SPDRYM (secretaria de Planeación, Desarrollo Regional y Metropolitano) (2011). Enciclopedia de los municipios de Hidalgo. Tula de Allende.

UMAFOR (2010). Estudio regional forestal Valle del Mezquital Hidalgo.

Valdez G.M, Vallejo D.H.L., Caballero H.F. (2011). Manual técnico del cultivo de maíz apropiado al estado de Michoacán. Fundación produce Michoacán.

Valladares C.A. (2010). Taxonomía y Botánica de los cultivos de grano. Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Centro Universitario Regional del Litoral Atlántico (CURLA).

## ANEXOS

### A1. Resumen ANOVA para altura de planta.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	18	0.47847451	0.02658192	2.43	0.0137
Error	32	0.34985882	0.01093309		
Total corregido	50	0.82833333			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	AP Mean
0.577635	3.424500	0.104561	3.053333

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadro de la media	F-valor	Pr>F
HIB	16	0.46340000	0.02896250	2.65	0.0093
REP	2	0.01507451	0.00753725	0.69	0.5092

### A2. Resumen ANOVA para altura de mazorca.

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadros de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	18	0.78103529	0.04339085	1.98	0.0445
Error	32	0.70083922	0.02190123		
Total corregido	50	1.48187451			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	AMZ Mean
0.527059	9.375804	0.147991	1.578431

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
HIB	16	0.73800784	0.04612549	2.11	0.0357
REP	2	0.04302745	0.02151373	0.98	0.3855



**A3. Resumen ANOVA para porcentaje de plantas cuatas.**

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadros de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	18	186.7450980	10.3747277	2.36	0.0164
Error	32	140.5490196	4.3921569		
Total corregido	50	327.2941176			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	%PC
0.570573	111.3366	2.095747	1.882353

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
HIB	16	186.6274510	11.6642157	2.66	0.0091
REP	2	0.1176471	0.0588235	0.01	0.9867

**A4. Resumen ANOVA para porcentaje de plantas estériles.**

Fuente	DF	Suma de Cuadros	Cuadros de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	18	8.90196078	0.49455338	0.62	0.8587
Error	32	25.60784314	0.80024510		
Total corregido	50	34.50980392			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	%PE Mean
0.257955	207.3762	0.894564	0.431373

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
HIB	16	6.50980392	0.40686275	0.51	0.9236
REP	2	2.39215686	1.19607843	1.49	0.2396

### A5. Resumen ANOVA para porcentaje de pudrición de mazorca por Fusarium

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrados de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	18	471.2531765	26.1807320	3.81	0.0005
Error	32	219.7035529	6.8657360		
Total corregido	50	690.9567294			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	PUD Mean
0.682030	28.54674	2.620255	9.178824

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
HIB	16	455.6009294	28.4750581	4.15	0.0003
REP	2	15.6522471	7.8261235	1.14	0.3325

### A6. Resumen ANOVA para rendimiento de grano.

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadro de la media	F-Valor	Pr>F
Modelo	18	159.0329962	8.8351665	6.30	<.0001
Error	32	44.8873439	1.4027295		
Total Corregido	50	203.9203400			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	REN Mean
0.779878	7.993776	1.184369	14.81614

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
HIB	16	157.7354147	9.8584634	7.03	<.0001
REP	2	1.2975815	0.6487907	0.46	0.6338