



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



TESIS

CON EL TEMA:

“Evaluación de ocho variedades sintéticas de maíz (*Zea mays*) negro durante el establecimiento”

QUE PRESENTAN:

**ARTURO GUSTAVO ASCENCIO CASTELLANOS
JENNIFER DE ANDA RICO**

ASESOR

MC. JORGE ARMANDO PERALTA NAVA

REVISORES

**MC. FAUSTINO RAMIREZ RAMIREZ
MC. OSVALDO AMADOR CAMACHO**

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIEROS EN AGRONOMÍA

TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA, JALISCO. ABRIL, 2026.



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Tlajomulco
Dirección
Subdirección Académica

Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, 24/Marzo/2026

No. DE OFICIO: D.SA/DEP/457/2026

ASUNTO: Autorización de impresión
definitiva y digitalización.

C. ARTURO GUSTAVO ASCENCIO CASTELLANOS
C. JENNIFER DE ANDA RICO
PASANTES DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN AGRONOMÍA
P R E S E N T E S

Dado que el Comité dictaminó como **APROBADA** su TITULACIÓN INTEGRAL: OPCIÓN I (TESIS), con el tema
"Evaluación de ocho variedades sintéticas de maíz (*Zea mays*) negro durante el establecimiento" y
determinó que dan cumplimiento con los requisitos establecidos, se les notifica que tienen la autorización
para su impresión definitiva y digitalización.

Sin otro particular quedo de usted.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®

Educando para la sociedad Actual y los Retos del futuro



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

C. MARÍA ISABEL BECERRA RODRÍGUEZ
DIRECTORA DEL PLANTEL

**INSTITUTO TECNOLÓGICO
DE TLAJOMULCO**

DIRECCION

C.c.p.- Coordinación Titulación. - Edificio
C.c.p.- ☒ Minutario. -
MIBR/IGL/ATR/mjhc*



2026
año de
Margarita
Maza



KM. 10 carretera a San Miguel Cuyutián, Ctn. Vicente Fernández Gómez C.P.45640 Tlajomulco de Zúñiga, Jal.
Tel. 33 29 02 11 30 e-mail: plan_tlajomulco@tecnm.mx www.tlajomulco.tecnm.mx



Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, 23/Marzo/2026
No. DE OFICIO: D.SA/DCA/207/2026

ASUNTO: Liberación de proyecto para
la titulación integral.

ME. ANDREA TORRES RICO
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

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

NOMBRE DEL ESTUDIANTE Y/O EGRESADO:	ARTURO GUSTAVO ASCENCIO CASTELLANOS
NO. DE CONTROL:	21940152
PRODUCTO:	OPCIÓN I (TESIS)
CARRERA:	INGENIERÍA EN AGRONOMÍA
NOMBRE DEL PROYECTO:	"Evaluación de ocho variedades sintéticas de maíz (Zea mays) negro durante el establecimiento"

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

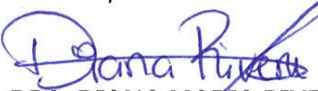
ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®

Educando para la sociedad Actual y los Retos del futuro®



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


DRA. DIANA MARIA RIVERA RODRIGUEZ
RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO
DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

 MC. JORGE ARMANDO PERALTA NAVA Nombre y firma del asesor	 MC. FAUSTINO RAMÍREZ RAMÍREZ Nombre y firma del revisor	 MC. OSVALDO AMADOR CAMACHO Nombre y firma del revisor
---	--	--

C.c.p.- Coordinación Titulación. - Edificio
C.c.p.- Minutario. -
DMRR/mjhc*



2026
año de
**Margarita
Maza**





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Tlajomulco
Dirección
Subdirección Académica
Departamento de Ciencias Agropecuarias

Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, 23/Marzo/2026
No. DE OFICIO: D.SA/DCA/208/2026

ASUNTO: Liberación de proyecto para
la titulación integral.

ME. ANDREA TORRES RICO
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

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

NOMBRE DEL ESTUDIANTE Y/O EGRESADO:	JENNIFER DE ANDA RICO
NO. DE CONTROL:	21940163
PRODUCTO:	OPCIÓN I (TESIS)
CARRERA:	INGENIERÍA EN AGRONOMÍA
NOMBRE DEL PROYECTO:	"Evaluación de ocho variedades sintéticas de maíz (<i>Zea mays</i>) negro durante el establecimiento"

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

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Educando para la sociedad Actual y los Retos del futuro



Diana Rivera

DRA. DIANA MARIA RIVERA RODRIGUEZ
RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO
DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

S.E.P.
TECNM
DIT0003E
TLAJOMULCO
CIENCIAS
AGROPECUARIAS

 MC. JORGE ARMANDO PERALTA NAVA Nombre y firma del asesor	 MC. FAUSTINO RAMIREZ RAMIREZ Nombre y firma del revisor	 MC. OSVALDO AMADOR CAMACHO Nombre y firma del revisor
--	---	---

C.c.p.- Coordinación Titulación. - Edificio
C.c.p.- Minutario. -
DMRR/mjhc*



2026
año de
Margarita Maza



KM. 10 carretera a San Miguel Cuyutlán, Cto. Vicente Fernández Gómez C.P. 45640 Tlajomulco de Zúñiga, Jal.
Tel. 33 29 02 11 30 e-mail: plan_tlajomulco@tecnm.mx www.tlajomulco.tecnm.mx

Resumen

EVALUACIÓN DE OCHO VARIEDADES SINTÉTICAS DE MAÍZ (*Zea mays*) NEGRO DURANTE EL ESTABLECIMIENTO

De Anda-Rico Jennifer, Ascencio-Castellanos Arturo Gustavo, Peralta-Nava Jorge Armando, Ramirez
Ramirez Faustino y Amador-Camacho Osvaldo

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TLAJOMULCO.Km. 10 Carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán,
Cto. Vicente Fernández Gómez, 45640 Tlajomulco de Zúñiga, Jal.

Se evaluó el comportamiento agronómico de ocho variedades sintéticas de maíz (*Zea mays*) negro a campo abierto dentro del área ubicada en el municipio de Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. Con un diseño experimental de bloques al azar con tres bloques ocho repeticiones mediante mediciones semanales de altura, dimensiones del tallo (ancho y angosto) y rasgos foliares de la hoja (ancho y longitud).

Las variedades evaluadas incluyeron altura de la planta, ancho y angosto del tallo, longitud y ancho de hoja, analizadas mediante modelos y pruebas de comparación de Duncan. En Fecha 1 el material M8 (6018 F1) presentó la mayor altura de 39.22 cm; en Fecha 2 las mayores medidas correspondieron a M2 (4882 F2) y M4 (Alicia x Crucero F1) 53.80 cm y 53.88 cm; en Fecha 4 M1(386 F1) alcanzó la mayor altura de 1.50 cm. El ancho de tallo material únicamente en Fecha 1 donde M4 (26.69cm) y M8 (26.56 cm) se ubicaron en el rango superior. El angosto del tallo mostró diferencias en Fecha 2 y Fecha 3, destacando M4 en Fecha 2 (18.54 cm) y M5 (7500 F3) en Fecha3 (21.78 cm), con homogeneización desde La Fecha 4. el ancho de hoja mostró diferencias solo en Fecha 2, con superioridad de M8 (10.63 cm), y la longitud de hoja discriminó únicamente en Fecha 2, con mayores medias en M1 (98.22 cm) y M6 (7573 F1) (96.56 cm).

Los resultados indican que la variedad Alicia x Crucero F1 tuvo el desarrollo y diferencias significativas en la altura de la planta, ancho de tallo, angosto de hoja y longitud de hoja superando a las demás variedades. Estos hallazgos respaldan que la variedad M4 (Alicia x Crucero F1) tiene un potencial de un mejor comportamiento agronómico durante su establecimiento. Se sugiere profundizar la evaluación para determinar su rendimiento.

INDICE

Agradecimientos	2
Resumen	3
INDICE	4
INDICE DE FIGURAS	7
INDICE DE TABLAS	8
I. INTRODUCCIÓN	9
II. HIPÓTESIS.....	10
2.1 Hipótesis nula (H0)	10
2.2 Hipótesis alternativa (H1)	10
III. OBJETIVOS.....	11
3.1 Objetivo general	11
3.1.1 Objetivos específicos	11
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	12
4.1. Importancia del maíz	12
4.2. Origen del maíz	12
4.3. Principales productores de maíz en el mundo	13
4.4. Producción de maíz en México	14
4.5. Consumo de maíz	14
4.6 . Taxonomía.....	15
4.7 . Morfología.....	16
4.7.1. Raíces.....	16
4.7.2. Tallo	16
4.7.3. Hojas.....	16
4.7.4. Floración masculina.	16
4.7.5. Floración Femenina.	17
4.7.6. Fruto.	17
4.8 . Requerimientos agroecológicos del cultivo de maíz.....	17
4.8.1 Temperatura	17
4.8.2 Humedad	17
4.8.3 Fotoperiodo	18
4.9 . Manejo del cultivo por etapa fenológica	18
4.10 Nutrición por etapa fenológica	19
4.11 Plagas y Enfermedades.....	21
4.11.1 Principales plagas que atacan al Maíz	21

4.11.2	Gusano cogollero	21
4.11.3	Gallina Ciega.....	21
4.11.4	Chicharrita del maíz.	22
4.11.5	Mosca de los estigmas.	22
4.12	Principales enfermedades que atacan al Maíz.....	23
4.11.1	El carbón común	23
4.11.2.	El virus rayado fino del maíz (MRFV)	24
4.11.3.	Roya O Chahuixtle	24
4.11.4.	Pudrición de la mazorca	25
4.11.5.	Tizón foliar del Maíz.	25
4.11.6.	Mancha de Asfalto en Maíz turicum	26
4.12.	Mejoramiento Genético	28
4.13	Importancia del mejoramiento genético y sus tipos	28
4.13.	Método de selección	29
4.13.1.	Selección masal.....	29
14.13.2.	Selección de líneas puras	30
14.13.3.	Selección recurrente	30
14.13.4.	Selección por familias	31
14.13.5.	Selección para híbridos	31
4.14.	Definición de variedad y su importancia.....	32
4.15.	Variedades sintéticas	33
14.16.	Ventajas y Desventajas de Maíz Sintético	34
14.16.1.	Ventajas.....	34
14.17.2.	Desventajas.	34
V.	DESARROLLO	35
5.1.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
5.1.1	Ubicación del experimento	35
5.1.2.	Clima.....	35
5.1.2.	Tipo de suelo	35
5.1.3.	Material vegetal.....	36
5.1.4.	Preparación del terreno.....	36
5.2.	Acondicionamiento	37
5.3.	Establecimiento del Experimento y manejo de malezas	37
5.3.1	Siembra	37
5.3.2.	Sellado preemergente	38
5.4.1.	Fertilización	39

5.4.2. Insecticida granulado	39
5.4.3. Aplicaciones Foliares	39
5.5. Cosecha y determinación de humedad.....	40
.....	41
5.6. Tratamientos utilizados.....	41
5.7. Variables evaluadas y procedimiento de medición.	41
5.7.1. Altura de la planta	42
5.7.2. Ancho y angosto del tallo.....	42
5.7.3. Longitud y ancho de la hoja	42
5.8. Diseño del experimento	43
5.9. Modelo estadístico.....	44
5.9.1. Características del modelo estadístico de un bloques al azar	44
5.10. Toma de datos.....	44
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
6.1. Altura de Planta	44
6.2. Ancho del Tallo.....	46
6.3. Angosto del Tallo.....	47
6.4. Ancho de la Hoja	48
6.5. Longitud de la Hoja.....	49
Discusión	51
VII. CONCLUSIONES	52
VIII. LITERATURA CITADA	53
ANEXOS.....	56

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variedad maíces nativos.....	13
Figura 2. Consumo de alimento.....	13
Figura 3. Principales estados productores.....	14
Figura 4. Consumo de maíz en grano en México.....	14
Figura 5. Morfología del Maíz.....	15
Figura 6. Etapas fenológicas del Maíz.....	19
Figura 7. Ciclo del Gusano Cogollero.....	21
Figura 8. Ciclo de la gallina ciega.....	22
Figura 9. Ciclo del <i>Ustilago maydis</i>	24
Figura 10 . Mancha de asfalto en Maíz.....	26
Figura 11 Procedimiento de selección masal.....	29
Figura 12. Ejemplos de variedades de Maíz.....	32
Figura 13. Proceso de la obtención de una variedad sintética.....	33
Figura 14. Predio donde se llevó a cabo el proyecto.....	35
Figura 15. Mediciones del área.....	36
Figura 16. Aplicación de insecticida en semilla de Maíz.....	37
Figura 17. Actividades de siembra con semilla de Maíz.....	38
Figura 18. Fertilizante granulado 17-17-17.....	39
Figura 19. Manchas de asfalto (<i>Phyllachora maydis</i>).....	40
Figura 20. Medición de humedad.....	40
Figura 21. Cosecha y Secado de maíz.....	41
Figura 22. Medición de Altura.....	42
Figura 23. Medición de ancho y angosto del tallo.....	42
Figura 24. Diseño de bloque al azar.....	43
Figura 25. Grafica de Altura de Planta.....	45
Figura 26. Grafica Ancho del Tallo.....	47
Figura 27. Grafica Angosto del Tallo.....	48
Figura 28. Grafica Ancho de la Hoja.....	49
Figura 29. Grafica de Longitud de Hoja.....	50

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del maíz.....	15
Tabla 2. plagas e ingredientes activos	23
Tabla 3. Enfermedades e ingredientes activos	27
Tabla 4. Material vegetal utilizado	36
Tabla 5. Ingredientes activos del sellado	38
Tabla 6. Variedades utilizadas	41
Tabla 7. Variables evaluadas, unidad y referencia operativa.	43
Tabla 8. Medias de Altura	45
Tabla 9. Medias Ancho de Tallo.....	46
Tabla 10. Medias Angosto del Tallo	48
Tabla 11. Medias Ancho de la Hoja.....	48
Tabla 12. Medias Longitud de Hoja	50

I. INTRODUCCIÓN

El Maíz negro (*Zea mays* L) (maíz morado) es una planta cuya mazorca es de color negruzco, por lo que en algunas localidades lo llaman maíz negro. Su contenido de antocianinas se encuentra en mayor cantidad en la coronta o tusa, en el pericarpio que recubre al grano y en menor cantidad en el tallo. (Quito, EC: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa de Maíz, 2016)

El maíz negro se produce principalmente en México, Bolivia, Perú y Costa Rica con la particularidad de contener menor porcentaje de almidón y un índice glucémico menor al del maíz tradicional por lo que es muy utilizado al sur de país, además de tener un alto nivel de antioxidantes y antocianinas presentes en los estigmas.

En este contexto la evaluación comparativa de variedades sintéticas bajo condiciones de campo permite describir su respuesta vegetativa en etapas tempranas e intermedias del ciclo en énfasis que determinan su funcionamiento agronómico.

La contaminación genética por maíces transgénicos en México juega un papel importante en la pérdida de las variedades típicamente utilizadas para su producción, a la vez la pérdida de la pureza del maíz y sus propiedades como la riqueza en antioxidantes. Si bien el objetivo primordial del mejoramiento genético del maíz es el rendimiento, recientemente se ha puesto mayor énfasis en el desarrollo de variedades con composiciones químicas nutrimentales diferenciadas y con alta concentración de compuestos nutraceuticos (Serna Saldívar, 2010).

El presente trabajo está enfocado en la evaluación de las ocho variedades de maíz negro en la región de Tlajomulco de Zúñiga bajo condiciones de campo abierto para comparar características agronómicas como es altura de planta, longitud y ancho de hoja, diámetro de tallo para determinar la o las mejores variedades.

La evaluación incluyó altura de la planta, dimensiones del tallo (ancho y angosto) y rasgos foliares (ancho y longitud) con el objetivo de describir el patrón de variación a través de fechas y establecer el periodo de desarrollo en el que se expresa con mayor claridad la diferencia entre variedades.

II. HIPÓTESIS

2.1 Hipótesis nula (H0)

No existe diferencias significativas en las variables de establecimiento entre las ocho variedades sintéticas de maíz negro evaluadas. Todas las variedades se comportan de manera uniforme bajo las mismas condiciones ambientales.

2.2 Hipótesis alternativa (H1)

Existen diferencias significativas en al menos una de las variables de establecimiento entre las ocho variedades sintéticas de maíz negro. Al menos una variedad presenta un desempeño superior o inferior en comparación con las demás durante esta etapa.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Determinar el desempeño agronómico y la capacidad de adaptación de ocho variedades sintéticas de maíz (*Zea mays*) negro durante la etapa de establecimiento bajo condiciones ambientales específicas.

3.1.1 Objetivos específicos

- Evaluar las variables morfológicas (altura de planta, diámetro de tallo y longitud de hojas) durante las etapas de desarrollo vegetativo
- Analizar la respuesta fisiológica inicial de las variedades ante factores ambientales locales, como la temperatura o humedad del suelo, que puedan afectar el establecimiento
- Determinar cuál de las ocho variedades sintéticas de maíz negro tuvo mejor comportamiento de forma semanal durante las primeras siete semanas.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Importancia del maíz

El maíz es el cultivo que más destaca en la alimentación y producción en México, durante el año agrícola 2014; el 89 % de la producción total de maíz en México correspondió a maíz blanco, 10.4 % a maíz amarillo y el restante a otros tipos de maíz. De hecho, de los países latinoamericanos que más consume maíz blanco para la alimentación humana se encuentra México con un 53.1 %, pero también ocupa un gran número de toneladas de otras variedades de maíz como el amarillo para la alimentación de ganado donde se consume el 74.0 % (FIRA, 2015). Sin embargo, todo esto lleva a que México tenga que importar maíz de otros países debido al rendimiento bajo que tienen sus campos, por lo cual se tiene que importar grano en una magnitud de 1.07 millones de toneladas por año (Borroel et al., 2018).

México es el mayor consumidor de maíz en el mundo, representando una tercera parte del consumo diario en la población mexicana. Por lo mismo México produce en gran cantidad este cultivo por lo que ocupa el quinto lugar en producción de grano y semilla en el cultivo de maíz en los últimos años (Ortiz et al., 2015).

Éste es también el cultivo más importante desde el punto de vista social y económico para nuestro país. Y aunque la producción promedio de maíz de los últimos años (2007 a 2019) ha sido de 24 millones de toneladas aproximadamente (SIAP, 2021) existe un déficit de 10 millones de toneladas, sin contar los eventos inesperados como en el 2011 cuando solo se produjeron 17.6 millones de toneladas como consecuencia de los problemas de sequías y heladas atípicas.

4.2. Origen del maíz

Aunque se ha dicho y escrito mucho acerca del origen del maíz, todavía hay discrepancias respecto a los detalles de su origen. Generalmente se considera que el maíz fue una de las primeras plantas domesticada por los primeros pobladores de América, hace entre 7,000 y 10,000 años. La evidencia más antigua del maíz como alimento humano proviene de algunos lugares arqueológicos de México donde algunas pequeñas mazorcas de maíz encontradas fueron estimadas en más de 5,000

años de antigüedad y fueron encontradas en cuevas de los habitantes primitivos (Reyes C. ,1990; Paliwal, R.L. FAO, 2001).



Figura 1. Variedad maíces nativos CONABIO. 2020.

4.3. Principales productores de maíz en el mundo

El maíz es uno de los cultivos alimentarios más importantes del mundo, en el año 2021, representó el 40% de la producción mundial de cereales, es considerado como el cultivo más importante en términos de volumen de producción y consumo humano, en el mismo año, la superficie cultivada en el mundo fue mayor a 1 600 millones de hectáreas, de las cuales el 50.9% se destinó a la siembra de cereales, siendo el maíz y el trigo los dos más importantes con el 29.7% y 29.1% respectivamente, México ocupó el séptimo lugar en los mayores productores de maíz (Ureta *et al.*, 2020; FAO, 2023).

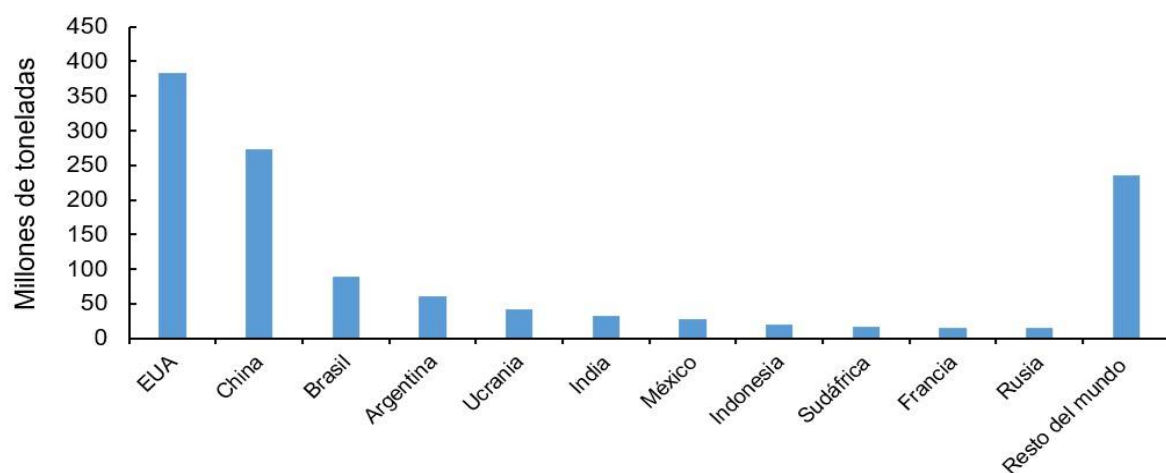


Figura 2. Consumo de alimento. (SIAP, 2020).

4.4. Producción de maíz en México

Los registros estadísticos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) indican que, en el año 2020, en México se alcanzó una producción de 21 885 170 t de maíz grano, con una superficie sembrada de 7 481 137 ha, muestra a los principales estados productores, Sinaloa (28.6%), Jalisco (9.7%), Guanajuato (7.1%), Michoacán (6.6%) y el Estado de México (5.6%) (SIAP, 2020).

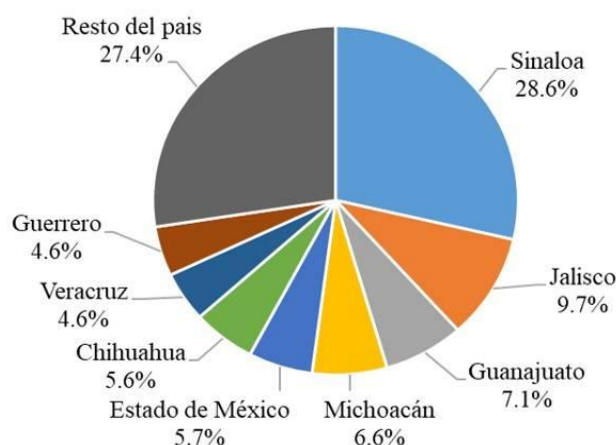


Figura 3. Principales estados productores. (SIAP 2017)

4.5. Consumo de maíz

El maíz es el cultivo más representativo de México por su importancia económica, social y cultural. Con un consumo promedio per capita al año 196.4 kg de maíz blanco, especialmente en tortillas representa 20.9% del gasto total en alimentos y bebidas (SIAP 2017).



Figura 4. Consumo de maíz en grano en México

4.6. Taxonomía

Tabla 1. Taxonomía del maíz

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Subclase	Commelinidae
Orden	Poales
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Andropogoneae.
Género	Zea
Especie	Zea Mays



Figura 5. Morfología del Maíz. Francisco Manuel Blanco, Flora de Filipinas 1883

4.7. Morfología

El maíz es una planta herbácea de la familia monocotiledóneas, de hábito de crecimiento anual con un sistema radicular fibroso y un sistema caular con pocos macollos. Según el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) [2019] y Delgado (2016), el maíz presenta las siguientes características morfológicas:

4.7.1. Raíces

Las raíces son fasciculadas y robustas, su misión es aportar alimento a la planta, además de servir como un perfecto anclaje. Esta se refuerza con la presencia de raíces adventicias que constituye cerca del 52 % de la planta.

4.7.2. Tallo

El tallo es simple y erecto, de elevada longitud pudiendo alcanzar hasta los 4 m de altura, es robusto y sin ramificaciones.

4.7.3. Hojas

Las hojas son largas y de gran tamaño, se encuentran abrazadas al tallo a través de la vaina, son lanceoladas, con filotaxia alterna, paralelinerves y por el haz presenta vellosidades.

La mayoría de las gramíneas (Poaceae) cuentan con ellos como es el caso del maíz. Cada macollo se forma por la repetición de unidades similares denominadas fitómeros, diferenciados a partir del mismo meristemo apical. Cada uno de estos consta de: hoja, nudo, entrenudo, meristemo o yema axilar y meristemo intercalar. Se originan a partir de un meristemo apical desde el ápice hasta la base de la planta y los más longevos quedan próximos al suelo y constituyen el verdadero tallo de la planta.

4.7.4. Floración masculina.

En la inflorescencia masculina podemos encontrar presente una panícula (vulgarmente denominadas espigón, penacho o espiga). Es esta panícula podemos encontrar florecillas las cuales están compuestas por tres estambres en donde se desarrolla el polen.

4.7.5. Floración Femenina.

En cambio, la inflorescencia femenina cuenta con un menor número de óvulos, según un estudio cada jilote puede llegar a desarrollar alrededor de unos 500 a 1000 de estos, los cuales se pueden presentar alineados en 16 a 20 hileras de 30 a 50 óvulos cada una (Delgado, 2016). Dependiendo de la longitud de la mazorca y de las hojas que las cubren, los estambres pueden crecer hasta 30 centímetros o más para llegar al extremo de las hojas de cobertura o espatas. Los estambres están cubiertos por numerosos pelos o tricomas colocados en ángulo abierto con el estambre, donde serán retenidos los granos de polen. El desarrollo de las flores femeninas y de los óvulos en la mazorca es acropétalo, desde la base hacia arriba (Paliwal et al., 2001).

4.7.6. Fruto.

Los granos de maíz son cariósides desnudas, cuyas partes fundamentales son el pericarpio, el endospermo, el germen y el fenículo. El principal parámetro de clasificación es el color externo del grano. La capa externa que rodea este fruto corresponde al pericarpio, estructura que se sitúa por sobre la testa de la semilla. Esta última está conformada internamente por el endospermo y el embrión, el cual a su vez está constituido por la coleoriza, la radícula, la plúmula u hojas embrionarias, el coleótilo y el escutelo o cotiledón (UNAM, 2013).

4.8. Requerimientos agroecológicos del cultivo de maíz

4.8.1 Temperatura

El cultivo de maíz se puede desarrollar adecuadamente en regiones con nubosidad alta, aunque requiere de alta insolación para obtener máximos rendimientos. La intensidad óptima de luz en para el cultivo está entre 32.3 y 86.1 lux. La temperatura óptima para la germinación se sitúa entre 18 y 21 °C, valores de 13 °C o menos reducen significativamente la tasa de germinación (Ruiz et al., 1999).

4.8.2 Humedad

El promedio de agua por ciclo de siembra es de 650 mm a pesar de que se suele producir en regiones donde la precipitación anual va de 700 a 1100 mm. Es necesario que cuente con un promedio de 6-8 mm/día desde la iniciación de la mazorca hasta el grano en estado masoso.

El maíz se adapta a una amplia variedad de suelos, antes de cualquier actividad es importante realizar un análisis de suelos con el objetivo de conocer y analizar las condiciones físicas, químicas y biológicas donde se realizará el cultivo (Torín, 2007) y así diseñar un programa de fertilización adecuado. El rango óptimo de pH va de 5.0 a 8.0, siendo el óptimo de 6.0 a 7.0

4.8.3 Fotoperiodo

La planta de maíz es considerada como una planta con un fotoperiodo cuantitativo corto, pero algunas variedades sensibles o no a los días cortos. Aquellas variedades que son sensibles al fotoperiodo (normalmente son de madurez tardía) su floración puede ser retardada cuando el fotoperiodo es mayor que los valores críticos de 10 a 13.5 h. Esta adaptación a los trópicos puede mostrarse cuando estas variedades son cultivadas en regiones templadas con días más largos.

4.9. Manejo del cultivo por etapa fenológica

La fenología de una planta se describe como los cambios en el patrón de comportamiento fisiológico que presenta una planta con base a los procesos fisiológicos y la interacción entre genotipo y ambiente. En este sentido, por citar algunas etapas de desarrollo se mencionan las siguientes: el ritmo de crecimiento vegetativo, los días a floración, la producción de la semilla y fruto, hasta finalmente la muerte o cosecha de la planta. El cultivo del maíz comprende dos fases de desarrollo generales, la vegetativa y la reproductiva que están relacionados con el tipo de ambiente en donde está establecido el cultivo (Garay y Cruz, 2015). Fase vegetativa.

Fase vegetativa inicia desde la siembra del cultivo, continua cuando sale la plántula, después sigue cuando les sale las hojas verdaderas (por cada hoja con limbo y vaina y lígula presentes, se establece la nomenclatura V1, V2, ..., hasta V15). Esta fase usualmente dura hasta poco antes de que aparezcan las estructuras reproductivas de la planta (Endicott et al., 2015).

Fase reproductiva. Por otro lado, la fase reproductiva Inicia cuando se visualiza las inflorescencias masculinas (espiga de espiga) y femeninas (espiguillas bifloras) del

maíz. Comprende la madurez de estas, la polinización y termina hasta que se tiene la madurez fisiológica del cultivo (Ritchie, 2002).

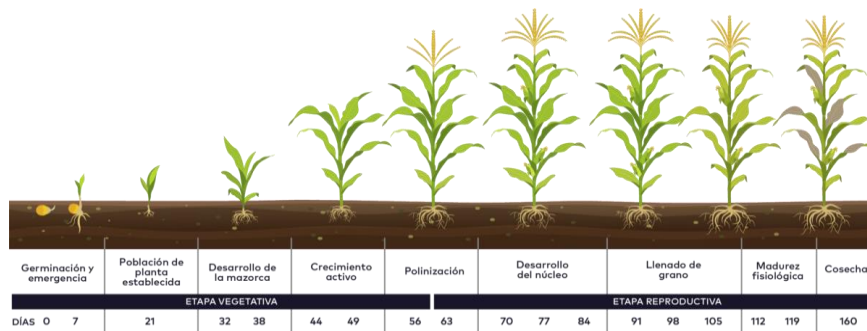


Figura 6. Etapas fenológicas del Maíz Cambiagro 2025

4.10 Nutrición por etapa fenológica

Las etapas fenológicas son los momentos clave en el ciclo de vida del maíz, desde la germinación hasta la cosecha.

Etapa fenológica

Requerimientos nutricionales clave

Crecimiento vegetativo temprano (hasta V12)

- Nitrógeno: Estimula el crecimiento de la planta.
- Fósforo: Imprescindible para el desarrollo de las raíces.
- Magnesio: Activa la fotosíntesis y el crecimiento de las raíces.
- Zinc, hierro y manganeso: Necesarios para la formación de auxinas y la actividad metabólica.

Crecimiento vegetativo tardío y pre cuajado	• Nitrógeno: Sigue siendo crucial para el crecimiento y la formación de estructuras de la planta. • Potasio: Esencial para la elongación del tallo y la salud general de la planta. • Magnesio: Continúa siendo importante para la fotosíntesis.
Reproducción y cuajado de mazorcas	• Nitrógeno: Se requiere en altas cantidades para la formación de la mazorca y el llenado del grano. • Fósforo: Necesario para el llenado del grano. • Potasio: Es esencial para el transporte de azúcares al grano. • Calcio: Importante para la formación de las paredes celulares de los granos. • Azufre: Participa en la síntesis de proteínas del grano.
Llenado y madurez del grano	• Potasio y Azufre: Aplicaciones al final del ciclo pueden ser beneficiosas para optimizar el llenado del grano.

4.11 Plagas y Enfermedades

4.11.1 Principales plagas que atacan al Maíz

4.11.2 Gusano cogollero

(*Spodoptera frugiperda*). Esta plaga causa daños de consideración como barrenados en la base del tallo de las plántulas de maíz causando la muerte de los cogollos y provocando con esto que tengan que hacerse resiembras de maíz. Son larvas medianas y grandes que se desarrollaron previamente en plantas de maíz voluntario que germinaron y crecieron durante el verano, y que no fueron destruidas a tiempo.

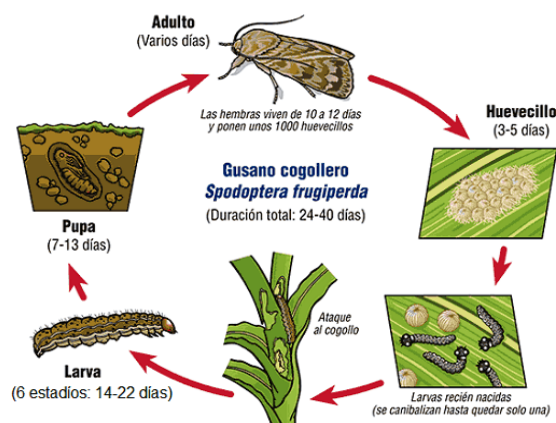


Figura 7. Ciclo del Gusano Cogollero Proain, 2025

4.11.3 Gallina Ciega

(*Phyllophaga spp.*) En estado de larva es de hábitos subterráneos y se alimenta de las raíces de varias plantas cultivadas como maíz. El adulto consume el follaje de arbustos; pero el daño más importante es el que causan las larvas. El maíz es uno de los cultivos más seriamente dañados, principalmente en terrenos con mínima labranza.

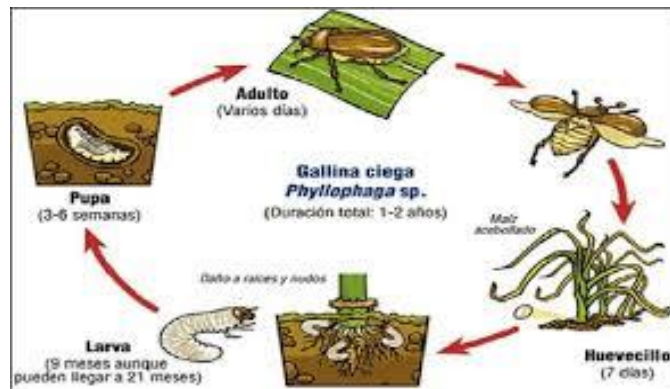


Figura 8. Ciclo de la gallina ciega Generación verde 2025

4.11.4 Chicharrita del maíz.

(*Dalbulus maydis*) El daño principal que ocasiona esta plaga no es en forma directa sino a través de la transmisión de un Espiroplasma que es el responsable de causar la enfermedad conocida como Achaparramiento del maíz (hoja colorada) que se manifiesta con hojas cloróticas y rojizas con brotes en el tallo. También es transmisora de la enfermedad viral “Rayado Fino del Maíz” causado por un Marafivirus, las que pueden ocasionar pérdidas de hasta un 25% en el rendimiento.

4.11.5 Mosca de los estigmas.

(*Euxesta stigmatias*; *Chaetopsis massyla* y *Eumecosomia nubila*) El adulto deposita los huevecillos (alargados de color blanco de 1 mm de long.) en los estigmas del jilote, en donde las larvas emergen y se alimentan de los estigmas; obstruyen la polinización; se alimentan de granos, lo que causa malformación de éstos y los deja susceptibles al ataque de hongos, hasta ocasionar la pudrición total de la mazorca (Meza Ponce y Angulo Santos, FPS-CVTTS). Investigaciones realizadas han determinado que cultivares de maíz con alto contenido de “maysin”.

Tabla 2. plagas e ingredientes activos

PLAGA	INGREDIENTE ACTIVO	MODO DE ACCIÓN
Gusano Cogollero	Tiodicarb + Triflumuron	Clavis actúa por contacto e ingestión.
Gallina Ciega	Fipronil	Actúa por contacto e ingestión con acción rápida.
Chicharita del maíz	Isocycloseram Lambdacialotrina	Los insectos afectados cesan inmediatamente de alimentarse de las plantas y mueren entre 3 y 7 días luego de la aplicación.
Mosca de los estigmas	Tiametoxan Lamba cialotrina	Actúa de forma sistémica y de contacto al ser absorbido y distribuido por el follaje.

4.12 Principales enfermedades que atacan al Maíz

4.11.1 El carbón común

- Es causado por *Ustilago maydis* y se le conoce comúnmente como Huitlacoche. Es endémico en todas las zonas donde se cultiva maíz. Este hongo ataca principalmente las inflorescencias, desarrollando en los tejidos afectados agallas de tamaño variable y de color verde a grisáceo. El interior de estas agallas es de color oscuro por la presencia de una masa de esporas de color negro, que constituyen la fuente de diseminación del patógeno. Los daños provocados por este patógeno son deformación de la mazorca y si el cultivo tiene una infestación mayor puede producir enanismo o causar la muerte de la planta afectada (Varón et al., 2006-2007; citado por Morales, 2012).

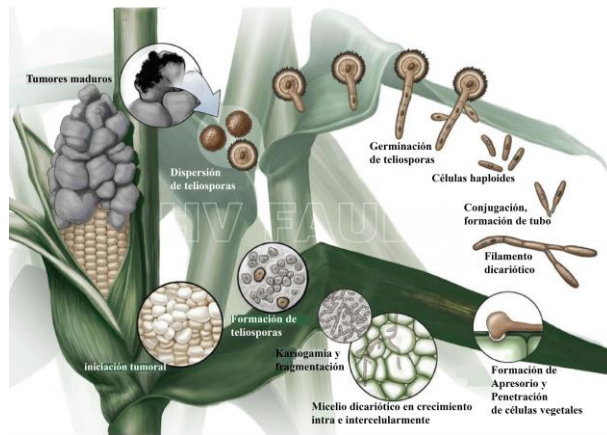


Figura 9. Ciclo del *Ustilago maydis* Saville 2012

4.11.2. El virus rayado fino del maíz (MRFV)

- Se caracteriza inicialmente por puntos cloróticos ubicados ordenadamente paralelos a la nervadura central y en la base de las hojas jóvenes, inician su aparición 3 o 4 días después de que ocurre la infección. Con el avance de la infección los puntos se unen y originan un rayado muy fino que puede llegar a cubrir toda la lámina foliar. En cultivares muy susceptibles hay necrosis de células con ruptura de la lámina foliar, acompañada a veces de marchitamiento, lo cual provoca reducción en el rendimiento. Si la infección ocurre después de floración, los síntomas no son muy evidentes y algunas veces no se manifiestan (Varón et al., 2006- 2007). Este virus es transmitido por el insecto Cicadellidae *Dalbulus maidis* (Bonilla, 2009).

4.11.3. Roya O Chahuixtle

- (*Puccinia sorghi*, *P. polyspora*) su presencia es favorecida por un exceso de humedad (en fechas tempranas de cultivos) o por las brisas matutinas de marzo y abril (en fechas tardías). Afecta el follaje de la planta, manifestándose por la presencia de pústulas de color rojo oscuro o rojo anaranjado dependiendo de la especie, siendo las pústulas de *P. sorghi* más oscura y redondeada, presentándose, tanto en el haz como en el envés de la hoja, las pústulas son menos densa que las de *P. polyspora* las cuales se presentan en el haz como pústulas más densas y de color más claro. En el sur del estado es una de las dos enfermedades foliares con mayor incidencia, siendo más severa

en la región del fuerte-mayo que en el valle del yaqui (Ramírez-Arredondo, 2021). Su control a base de fungicidas es poco recomendable por los costos, sin embargo, los productos que se pueden utilizar para su control podemos mencionar a: Propiconazole, Azoxistrobina, Tebuconazole, como curativos y Clotalonil y Penconazeb y Dithane como preventivos (Tamra A. Jackson, 2008. University of Nebraska pub. G1680).

4.11.4. Pudrición de la mazorca

(Fusarium spp, Penicillium spp, Aspergillus spp).

La pudrición de la mazorca y de los granos puede ser causada por el hongo *Fusarium moniliforme* y *F. m. subglutinans*. El patógeno entra a través de los estigmas en el extremo de la mazorca; la infección permanece limitada por un cierto tiempo a algunos granos o a una parte de la mazorca y en los granos se desarrolla un moho pulverulento o algodonoso blanco-rosado. Los gusanos elotero y cogollero del maíz contribuyen al establecimiento del patógeno sobre los granos, pudiéndose observar el moho creciendo en las galerías hechas por los insectos. Existe una pudrición de la mazorca causada por el hongo *Penicillium spp*. Esta enfermedad se desarrolla sobre las mazorcas dañadas mecánicamente o por insectos. El síntoma característico es un moho pulverulento de color verde o verde azulado que crece sobre y entre los granos, comenzando por la punta de la mazorca, y que puede encontrarse también sobre el olote.

4.11.5. Tizón foliar del Maíz.

- La infección por lo general inicia en las hojas inferiores y cuando la infección progresa el hongo invade las hojas superiores. Los primeros síntomas consisten en manchas cloróticas ovaladas-alargadas, estas lesiones crecen en forma paralela a las nervaduras en forma alargada angostándose en la punta (2-15 cm), cubriendo gran parte de la superficie de la hoja, las manchas se transforman posteriormente en zonas necróticas. Cuando los síntomas son severos puede causar atizonamiento total del follaje en los híbridos susceptibles (CIMMYT, 2014). Para su incidencia se requiere condiciones

favorables como: tener varios días con una alta humedad relativa por un periodo largo de tiempo (> 10 h) combinados con temperaturas. En cuanto al control químico, la aplicación de fungicidas del grupo de los Triazoles y Strobilurinas han mostrado ser efectivas en la reducción de la enfermedad cuando se aplica en forma adecuada y a tiempo fresco entre 17 y 28 °C.

4.11.6. Mancha de Asfalto en Maíz *turicum*

- La mancha de asfalto en maíz es una enfermedad fúngica causada por la interacción sinérgica de tres hongos: *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae*. Estos hongos se alimentan de los azúcares de la planta, lo que provoca la muerte de las hojas y, eventualmente, de toda la planta.

Los síntomas de la mancha de asfalto se manifiestan principalmente en las hojas, donde aparecen pequeñas manchas negras. La enfermedad se caracteriza por la formación de estromas negros, los cuerpos fructíferos de *P. maydis*, en el follaje. (Marino et al., 2008).



Figura 10 . Mancha de asfalto en Maíz Minnesota Invasive Terrestrial Plants and Pests Center, 2025

Tabla 3. Enfermedades e ingredientes activos

Enfermedad	Ingrediente activo	Modo de acción
Carbón causado por <i>Ustilago maydis</i>	Eliminar y destruir las agallas: Recoger las agallas infectadas antes de que revienten y liberen sus esporas, y luego quemarlas o enterrarlas profundamente.	Sin tratamiento
Virus rayado fino del Maíz	No existe cura química para el virus del rayado fino del maíz, ya que es una enfermedad viral.	Sin tratamiento
Roya	Protioconazol	Utiliza múltiples genes para crear resistencia en la planta de maíz.
Pudrición de la mazorca	ADEPIDYN®, azoxistrobina y propiconazol	Ofrece la protección más completa para su maíz, con tres modos de acción para una actividad preventiva, curativa temprana
Tizon foliar del Maiz	Clorotalonil Tetracloroisoflalonitrilo	Ayuda al control de enfermedades con un excelente efecto y amplio rango de control.

4.12. Mejoramiento Genético

Generar innovación en el sector agroalimentario para obtener líneas mejoradas con altas valoraciones agronómicas, que eleven la productividad y competitividad del campo mexicano.

El mejoramiento genético de plantas es la ciencia que busca modificar genéticamente las plantas para mejorar rasgos deseados como rendimiento, calidad, resistencia a plagas y enfermedades, y tolerancia a condiciones ambientales adversas. Utiliza técnicas que van desde la selección tradicional de individuos superiores hasta herramientas modernas como la ingeniería genética. Su objetivo principal es crear nuevas variedades de cultivos que satisfagan las necesidades de la agricultura, la industria y los consumidores, contribuyendo a la seguridad alimentaria y la sustentabilidad. Chilebio. (2024, April 5)

4.13 Importancia del mejoramiento genético y sus tipos

El mejoramiento genético convencional, basado en la aplicación de los principios genéticos clásicos relativos al fenotipo o características físicas del organismo en cuestión.

En un cruzamiento convencional, en el que cada progenitor llega a los descendientes la mitad de su estructura genética, se pueden transmitir características no deseadas junto con las deseadas, y puede que esas características no deseadas hayan de ser eliminadas a través de sucesivas generaciones de mejoramiento. En cada generación, los descendientes deben ser sometidos a pruebas para determinar tanto sus rasgos de crecimiento como sus características nutricionales y de elaboración. Chilebio. (2024, April 5).

4.13. Método de selección

4.13.1. Selección masal

La selección masal es uno de los métodos de mejoramiento genético más antiguos utilizados en el cultivo de maíz. En este método, la unidad de selección está constituida por plantas individuales, por lo que la elección de los materiales se realiza con base en características fenotípicas observables, como vigor, sanidad, tamaño de mazorca o rendimiento aparente. Las semillas de las plantas seleccionadas, que han sido polinizadas por la población completa, se recolectan y se mezclan para formar la semilla que dará origen a la siguiente generación. Posteriormente, este proceso de selección se repite durante varios ciclos con el objetivo de mejorar gradualmente las características deseables dentro de la población.

La efectividad de este método depende de la heredabilidad del carácter de interés, ya que la selección se basa solamente en el fenotipo. Es más efectiva en caracteres donde predomina una acción génica aditiva (Más eficiencia entre más genes aditivos estén involucrados). La efectividad de la selección masal también depende del número de genes involucrado en el control del carácter de interés. (Santacruz Varela, 2023)

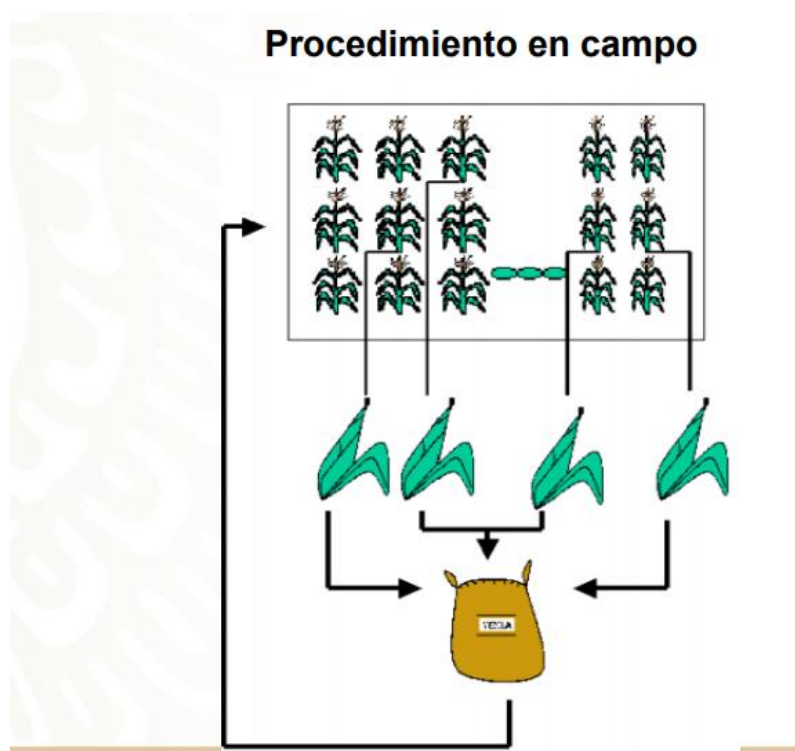


Figura 11 Procedimiento de selección masal

14.13.2. Selección de líneas puras

Por línea pura entenderemos a una línea vegetal con un nivel de homocigosis cercano al 100%, lo que garantiza una alta homogeneidad del material y, además, que sus caracteres estén fijados de tal forma que se transmitan sin alteración de generación en generación.

La principal forma de obtener líneas puras es mediante procedimientos de autopolinización reiterados en al menos 7 generaciones sucesivas. Estos procedimientos se realizan en centros especializados y, básicamente, consisten en fertilizar a una mazorca con polen de la misma planta. Se deben seguir estrictos protocolos para evitar fecundaciones con polen distinto.

Adicionalmente, las líneas puras pueden ser obtenidas por medios biotecnológicos. En la actualidad un método de creciente utilización es el de generación de plantas “doblemente haploides”. Este método parte de células vegetales haploides (se emplean gametos) a los cuales se les altera su reproducción de forma de generar una duplicación de su material genético. De esa forma una célula haploide da origen a una diploide en donde la homocigosis es máxima. (Servicio Agrícola y Ganadero, 2026)

14.13.3. Selección recurrente

La selección recurrente se puede definir, en un sentido amplio, como la selección sistemática de individuos con características deseables de una población, seguida de la recombinación de esos individuos seleccionados, para formar una población nueva.

Los objetivos de la selección recurrente son:

- incrementar la frecuencia de alelos favorables, es decir, cambiar la media de la población en la dirección favorable
- mantener la variabilidad genética para continuar con la selección, por cruzamiento de las progenies superiores en cada ciclo de evaluación. Los métodos de selección se suelen clasificar en dos grupos: selección recurrente intrapoblacional, o mejora dentro de la población y selección recurrente interpoblacional o entre poblaciones. Dentro de los métodos de mejora de selección recurrente intrapoblacional se pueden hacer, a su vez, dos grupos según la unidad de selección que se utilice, selección de plantas individuales y selección de familias. (Garay, 1994)

14.13.4. Selección por familias

Una familia de hermanas corresponde a la progenie de una cruce entre dos plantas de maíz. La familia de hermanas puede ser de hermanas simples, p. ej. 1x2, 4x5, 8x9, o hermanas recíprocas, p. ej. 1x2 y 2x1, 3x4 y 4x3, 8x9 y 9x8. Las familias de hermanas también pueden ser progenies de cruzamiento en cadena, p. ej. 1x2, 2x3, 3x4 y nx1. Es de esperar que un esquema de selección de familias hermanas sea más eficiente que un esquema de selección de medio hermanas. Sin embargo, requiere más trabajo y es más costoso ya que es necesaria la polinización manual. Paterniani (1990)

La selección de familias hermanas es generalmente usada con el objetivo de mejorar la población por sí misma sin el uso de probadores; este fue uno de los métodos de selección recurrente usado por los primeros mejoradores de maíz (Hallauer, 1992)

El esquema de selección de familias hermanas ha sido usado exitosamente para otras características además del rendimiento, por ejemplo, para reducir la altura de la planta, la altura de las mazorcas, el tamaño de la panoja, la precocidad, el intervalo de la antesis a la floración femenina y la esterilidad y para mejorar la prolificidad, el índice de cosecha, la tolerancia a la sequía y a insectos y enfermedades. (Paliwal, s. f.)

Tipos:

- Familias de medios hermanos
- Familias de hermanos completos
- Familias S1 o S2

14.13.5. Selección para híbridos

La formación híbridos de maíz, involucra la obtención de las líneas por autopolinización controlada, determinar cuáles de las autofecundadas pueden combinarse en cruza productivas y la utilización comercial de las cruza para la producción de semilla. Una línea se produce mediante autofecundación y selección hasta que se obtienen plantas aparentemente homocigóticas después de cinco a siete generaciones, esto provoca reducción en el vigor de la planta (Poehlman, 1979; Robles, 1986; Márquez, 1988) (Virgen et al., 2014)



Figura 12. Ejemplos de variedades de Maíz

4.14. Definición de variedad y su importancia

Variedad es un grupo de plantas que tienen ciertas características morfológicas en común. Es decir, la especie es una unidad de la clasificación botánica del reino vegetal, y dentro de ella pueden haber muchos tipos diferentes de variedades, que tienen una serie de características comunes.

En nuestro país, las variedades vegetales pueden registrarse mediante la obtención del título de obtentor, el cual otorga un derecho temporal de uso exclusivo y a través del registro en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), esto en el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS).

- Se genera mayor producción y logrando autosuficiencia alimentaria para una población creciente día a día.
- Detona la inversión, dando la certeza de que en México se respeta, protege y da valor al desarrollo de variedades vegetales.
- Reduce la dependencia de importaciones extranjeras.
- Ayuda a enfrentar los desafíos agrícolas con mejores rendimientos y mayores resistencias a plagas y cambios climáticos.
- Disminuye la huella agrícola en el medio ambiente.

Es importante mencionar que las y los agricultores necesitan plantas con características particulares que se adapten a su entorno y prácticas de cultivo, esto

es posible a través de la creación de nuevas variedades vegetales, lo que genera el poder producir más con menos. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural | 22 de noviembre de 2022)

4.15. Variedades sintéticas

Son poblaciones de polinización abierta que se obtienen cruzando y mezclando semillas de varias líneas genéticamente puras o clones seleccionados por su alta capacidad de combinación.

Las variedades sintéticas se forman mediante un proceso de cruzamiento de varias líneas parentales seleccionadas por sus buenas características agronómicas y su alta aptitud combinatoria.

Este proceso incluye evaluar los parentales, cruzarlos en todas las combinaciones posibles y luego mezclar las semillas resultantes (F1) para obtener una población de polinización abierta. Esta población resultante, la variedad sintética, es más uniforme y productiva que las variedades de polinización libre, aunque menos que los híbridos F1.

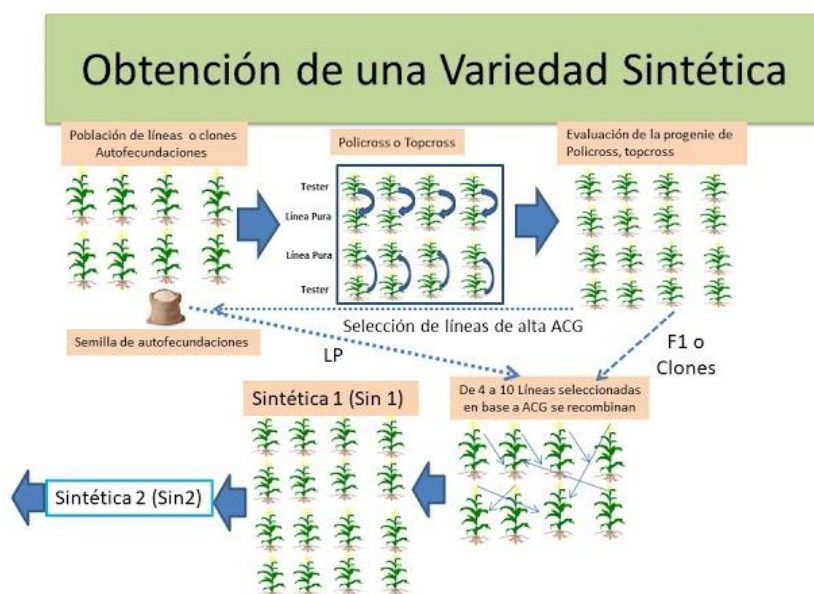


Figura 13. Proceso de la obtención de una variedad sintética

14.16. Ventajas y Desventajas de Maíz Sintético

14.16.1. Ventajas.

Las variedades sintéticas pueden ser usadas por los agricultores para la producción comercial de grano o por los mejoradores como poblaciones base para derivar nuevas líneas (Sahagún et al., 2013). En la mayoría de los países en desarrollo, los agricultores prefieren sembrar variedades sintéticas en lugar de híbridos, debido a la facilidad para desarrollar, mantener y producir grandes cantidades de semilla (CIMMYT, 1999; Kutka y Smith, 2007), además de que presentan buena adaptación a las condiciones ecológicas del lugar de origen.

Las variedades sintéticas son considerablemente más variables que los híbridos de cruce simple o doble, ésta característica debe permitir mayor flexibilidad para hacer frente a condiciones de crecimiento variables, por lo que el desempeño de los sintéticos puede ser más confiable que el de los híbridos en áreas de precipitación pluvial y suelos con mayor variabilidad (Jugenheimer, 1981). Además de los altos costos de adquisición de semilla híbrida cada año.

14.17.2. Desventajas.

El uso de organismos sintéticos debe hacerse a partir de un riguroso análisis de los riesgos que puedan representar para la salud humana, el medio ambiente y la biodiversidad.

Con respecto al medio ambiente representan riesgos porque son productos completamente nuevos en la naturaleza, que no han pasado por la prueba natural de la evolución y porque son resultado de una técnica muy reciente.

Si bien es cierto que el maíz tiene la capacidad de resistir plagas, enfermedades y condiciones climáticas adversas y que esta resistencia crea un ahorro en pesticidas y control de plagas y pérdida de cosechas por acción del clima. El problema de este beneficio es que su resistencia es local, y está dirigido a un solo tipo de enfermedad o plaga, o tal vez a ser más resistentes a climas más fríos pero con posibles deficiencias en la calidad del grano. (Revista Atlas Visual de la Ciencia. 2006)

V. DESARROLLO

5.1. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1.1 Ubicación del experimento

El experimento se realizó en un predio localizado en Carretera Libramiento Tlajomulco, R. Misericordia, Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, México (20.445859, -103.495743).



Figura 14. Predio donde se llevó a cabo el proyecto

5.1.2. Clima

El municipio de Tlajomulco de Zúñiga presenta un clima semiseco con invierno y primavera secos, y semicálido sin estación invernal definida. La temperatura media anual se sitúa alrededor de los 19.7°C a 19.8°C. Las temperaturas mínimas y máximas promedio oscilan entre los 7.9°C y 30.6°C. Precipitación Media Anual: El promedio es de alrededor de 821.9 a 928 milímetros (mm). Con una concentración de lluvia en verano y máximos típicos durante Julio.

5.1.2. Tipo de suelo

El suelo predominante es el vertisol, tienen estructura masiva y alto contenido de arcilla. Su color es negro, gris oscuro o café rojizo. Estos suelos presentan un uso agrícola muy extenso, variado y productivo. Debido a que son muy fértiles pero su dureza dificulta la labranza. Presentan susceptibilidad a la erosión y alto riesgo de salinización.

5.1.3. Material vegetal

Se evaluaron ocho variedades sintéticas de maíz negro provenientes del estado de Guerrero, México, para el registro en campo y su análisis.

Tabla 4. Material vegetal utilizado

Material 1	386 F1
Material 2	4882 F2
Material 3	Alicia F1
Material 4	Alicia x Crucero F1
Material 5	7500 F3
Material 6	7573 F1
Material 7	V239 F1
Material 8	6018 F1

5.1.4. Preparación del terreno

El terreno tuvo una preparación con labores culturales como barbecho y rastreo de acuerdo a la región.

Previo a la siembra se realizó la medición para definir la ubicación de surcos y parcelas de acuerdo a las necesidades del desarrollo de la planta de maíz.

La delimitación se efectuó con rafia para asegurar la alineación y sus medidas.



Figura 15. Mediciones del área

5.2. Acondicionamiento

El día 12 de junio se realizó la medición del terreno asignado, obteniendo una longitud de 70 metros. Ese mismo día se llevó a cabo el curado de la semilla utilizando el fungicida *Regent* con ingrediente activo Fipronil: 5-amino-1-(2,6-dicloro- α,α,α -trifluoro-p-tolil) -4- rifluorometil sulfinil pirazol-3-carbonitrilo. aplicando 2.5 mL del producto disueltos en 20 mL de agua. Las semillas se colocaron en bolsas que permitieran su secado adecuado.



Figura 16. Aplicación de insecticida en semilla de Maíz

5.3. Establecimiento del Experimento y manejo de malezas

5.3.1 Siembra

La siembra se efectuó el 17 de junio de forma manual, utilizando coas. Se establecieron 4 surcos por bloque, con 3 repeticiones, sembrando 5 semillas por metro lineal y manteniendo una separación de 1 metro entre calles. La medición de los bloques fue de 7 metros por 3.2 dando un total de 22 metros cuadrados de parcela experimental y la parcela útil fue de 5 metros por 1.6 metros siendo un total de 8 metros cuadrados. La emergencia ocurrió a los 7 días posteriores a la siembra



Figura 17. Actividades de siembra con semilla de Maíz

5.3.2. Sellado preemergente

Antes de la emergencia se aplicó un sellador para reducir la germinación de malezas mediante una mezcla con Atrazina y S-metolaclor (Primagram Gold®) complementada con mesotrione como objetivo controlar malezas en cultivos, sobre todo en maíz, tanto de hoja ancha como gramíneas.

Tabla 5. Ingredientes activos del sellado

TRATAMIENTO	DOSIS
Primagram gold	2 litros/hec
Mesotrione	300 mil/hec

5.4. Fertilización y manejo fitosanitario

5.4.1. Fertilización

Se realizó la primera fertilización utilizando un fertilizante granulado 17-17-17. La segunda fertilización fue granulada con urea 46-0-0.



Figura 18. Fertilizante granulado 17-17-17

5.4.2. Insecticida granulado

Se detectó la presencia de gallina ciega (*Phyllophaga spp.*) Por lo que se aplicó insecticida granulado con ingrediente activo bifentrina + imidacloprid dirigido al control de larvas rizófagas.

5.4.3. Aplicaciones Foliares

Ante incidencia de la plaga gusano cogollero, por lo que se aplicó insecticida vía foliar *Clavis* con ingrediente activo Tiodicarb + Triflumuron 35ml en bomba de 30 Litros.

Posteriormente se detectó manchas de asfalto (*Phyllachora maydis*) en el experimento, se le aplicó fungicida vía foliar con bomba de 30 L 1ml por litro.



Figura 19. Manchas de asfalto (*Phyllachora maydis*)

5.5. Cosecha y determinación de humedad

El día 5 de noviembre se realizó la prueba de humedad en las mazorcas utilizando el equipo de medición de humedad en granos. Se tomaron dos mazorcas por bloque y se desgranó una parte de cada una para colocar los granos en el equipo, marcando una humedad inicial en un promedio del 20 al 30% registrado.

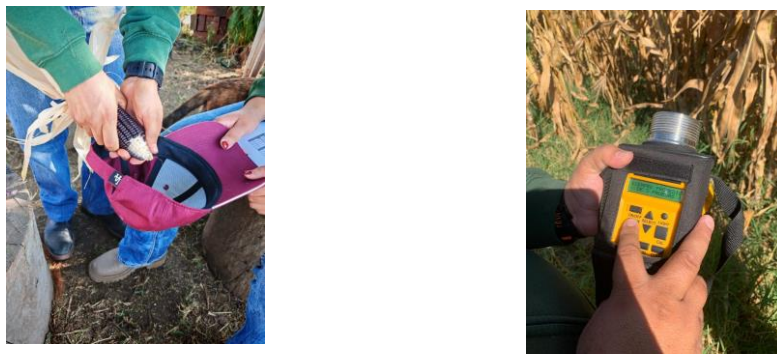


Figura 20. Medición de humedad

La segunda medición de humedad se realizó 12 días después de la primera dando como resultado de humedad del 15 al 20%. Con base en estos resultados, se concluyó que los granos aún no estaban listos para la cosecha.

La cosecha se realizó el 12 de noviembre, se procedió a recolectar, para cada tratamiento, las mazorcas correspondientes, dejando un metro de separación entre un tratamiento y otro. Asimismo, se recolectaron las mazorcas ubicadas en la parte central de cada tratamiento, tomando como referencia los cuatro surcos asignados y considerando únicamente los dos surcos centrales. Se colocaron en arpillas para su secado.



Figura 21. Cosecha y Secado de maíz

5.6. Tratamientos utilizados

Tabla 6. Variedades utilizadas

Material 1	386 F1
Material 2	4882 F2
Material 3	Alicia F1
Material 4	Alicia x Crucero F1
Material 5	7500 F3
Material 6	7573 F1
Material 7	V239 F1
Material 8	6018 F1

5.7. Variables evaluadas y procedimiento de medición.

Se evaluaron las variables altura de planta, ancho del tallo, angosto del tallo, longitud de la hoja y ancho de hoja.

5.7.1. Altura de la planta

La medición de altura de plantas se llevó a cabo con ayuda de un flexómetro midiendo de la base del tallo hasta la última hoja.



Figura 22. Medición de Altura

5.7.2. Ancho y angosto del tallo

El ancho y angosto del tallo se midieron con flexómetro digital sobre el tallo.

5.7.3. Longitud y ancho de la hoja

La longitud y ancho de la hoja se midieron con flexómetro en la ultima hoja formada.



Figura 23. Medición de ancho y angosto del tallo

Periódicamente cada semana se llevaron a cabo las mediciones y al observar el desarrollo de la espiga se dio por concluida la toma de datos de la planta ya que se expresó su fenología totalmente.

Tabla 7. Variables evaluadas, unidad y referencia operativa.

Variable	Unidad	Referencia operativa
Altura de Planta	Cm	Base del tallo a ultima hoja
Ancho del Tallo	Cm	Diámetro mayor del tallo
Angosto del Tallo	Cm	Diámetro menor del tallo
Longitud de la Hoja	Cm	Ultima hoja completamente formada
Ancho de la Hoja	Cm	Ultima hoja completamente formada

5.8. Diseño del experimento

El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con tres bloques. Cada bloque incluyó los ocho materiales vegetativos (M1–M8) y la asignación de tratamientos dentro de cada bloque se realizó al azar, resultando en 24 unidades experimentales.



Figura 24. Diseño de bloques al azar

5.9. Modelo estadístico

El modelo estadístico del diseño de bloques completos al azar se especificó como:

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

donde Y_{ij} representa la observación del i -ésimo material en el j -ésimo bloque, μ es la media general, α_i es el efecto del material, β_j es el efecto del bloque y ε_{ij} es el error experimental. Este diseño se utiliza para controlar heterogeneidad espacial mediante el agrupamiento de unidades experimentales similares dentro de bloques.

5.9.1. Características del modelo estadístico de un bloques al azar

1. Las unidades experimentales son heterogéneas.
2. Las unidades homogéneas están agrupadas formando los bloques.
3. En cada bloque se tiene un número de unidades igual al número de tratamientos (bloques completos)
4. Los tratamientos están distribuidos al azar en cada bloque.
5. El número de repeticiones es igual al número de bloques.

Friedman (1937)

5.10. Toma de datos

La toma de datos se realizó durante siete semanas midiendo las diferentes variables, los datos se analizaron en el programa INFOSTAT con el método Duncan con $\alpha = 0.05$, para obtener las medias de cada tratamiento por cada fecha de evaluación

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A los datos de las variables evaluadas se les realizó un ANOVA en cada una de las fechas que se tomaron datos los resultados obtenidos son los siguientes.

6.1. Altura de Planta

La altura de la planta es una característica fisiológica de gran importancia en el crecimiento y desarrollo de la planta, es indicativo de la velocidad de crecimiento de las plantas y se puede ver afectada por la acción conjunta de tres factores

fundamentales como son la luz, humedad y nutrientes. (Ramírez Leonides, Joel, 2013).

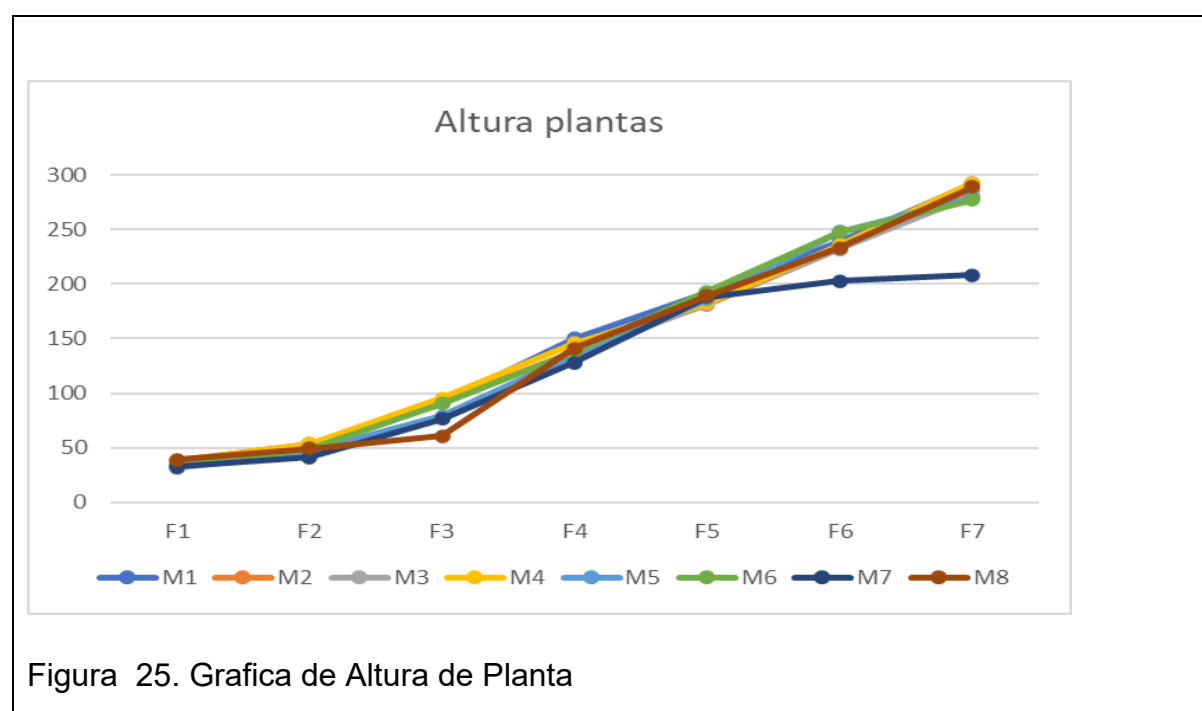
El ANOVA (Anexo 1) en esta variable se obtuvo que en dos de las primeras tres fechas se encontraron diferencias significativas, en la prueba de medias de Duncan se observan agrupamientos.

En la Fecha 1 arrojó que el M8 (6018 F1) fue la mayor altura y en la fecha 2 y 3 fue el M4 (Alicia x Crucero F1)

Tabla 8. Medias de Altura

	* FECHA 1 CM		*FECHA 2 CM		FECHA 3 CM		* FECHA 4 M		FECHA 5 M		FECHA 6 M		FECHA 7 M	
MAT VEG	MEDIA	GPO	Media	GPO	Media	GPO	Media	GPO	Media	GPO	Media	GPO	Media	GPO
M1	34.67	A B	51.22	A	91.72	A	150	A	192	A	239	A	292	A
M2	37.86	A B	53.8	A	91.39	A	138	A B C	181	A	232	A	286	A
M3	31.39	B	45.5	A B	78.28	A	135	B C	182	A	232	A	281	A
M4	38.78	A B	53.78	A	95.25	A	146	A B	183	A	236	A	293	A
M5	34.64	A B	46.72	A B	79	A	135	B C	186	A	248	A	279	A
M6	33.28	A B	49.22	A B	90.33	A	138	A B C	193	A	248	A	277	A
M7	32.42	A B	41.33	B	76.67	A	128	C	188	A	203	A	208	A
M8	39.22	A	49.61	A B	60.67	A	141	A B	189	A	233	A	289	A
CV	10.7		9.01		4.84		1.74		5.49		9.2		3.69	

En la gráfica de altura de planta (Figura 24) se puede ver la dinámica del desarrollo de la planta



Mencionando que no todas las variedades sintéticas tendrán el mismo desarrollo de altura un ejemplo de ello fue la VS 536 que presenta 30 cm menos en cuanto a la altura de planta variedad sintética de mayor uso en el sureste de México, con la ventaja respectiva en la tolerancia al acame. (Espinosa et al., 2006; Espinosa et al., 2005; Chavez y Chavez 2004; Mertz, 1994; Vasal, 1994; Larkins et al., 1994; Vasal y Villegas, 2001).

6.2. Ancho del Tallo

El tallo en la planta de maíz es un material complejo en cuanto a resistencia mecánica; la composición estructural de la corteza es el principal determinante de dicha resistencia (Peiffer et al., 2013).

El ANOVA (Anexo 2) en esta variable se obtuvo que en dos de las primeras tres fechas se encontraron diferencias significativas, en la prueba de medias de Duncan se observan agrupamientos. En la Fecha 1 arrojó que el M4 (Alicia x Crucero F1) tuvo la mayor media en ancho del tallo y en la Fecha 2 fue el M4 (Alicia x Crucero F1) y en la Fecha 3 fue M5 (7500 F3).

Tabla 9. Medias Ancho de Tallo

	*FECHA 1 CM		FECHA 2 CM		FECHA 3 CM		FECHA 4 CM		FECHA 5 CM		FECHA 6 CM	
MAT VEG	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GRUPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO
M1	24.97	A B	29.29	A	31.42	A	30.05	A	32.15	A	35.62	A
M2	25.71	A	27.57	A	31.9	A	30.99	A	33.42	A	35.27	A
M3	24.67	A B	28.53	A	30.8	A	30.58	A	32.59	A	33.02	A
M4	26.69	A	30.33	A	32.08	A	31.64	A	33.35	A	34.6	A
M5	25.27	A B	30.14	A	33.44	A	31.37	A	33.89	A	34.11	A
M6	25.47	A B	30.09	A	31.85	A	31.54	A	33.13	A	35.12	A
M7	22.43	B	27.85	A	31.49	A	32.21	A	32.33	A	35.19	A
M8	26.56	A	30.1	A	31.97	A	31.72	A	31.95	A	34.64	A
CV	6.64		7.95		4.84		5.26		5.79		5.96	

En la gráfica de Ancho del Tallo (Figura 25) se puede ver la dinámica del desarrollo del Tallo.

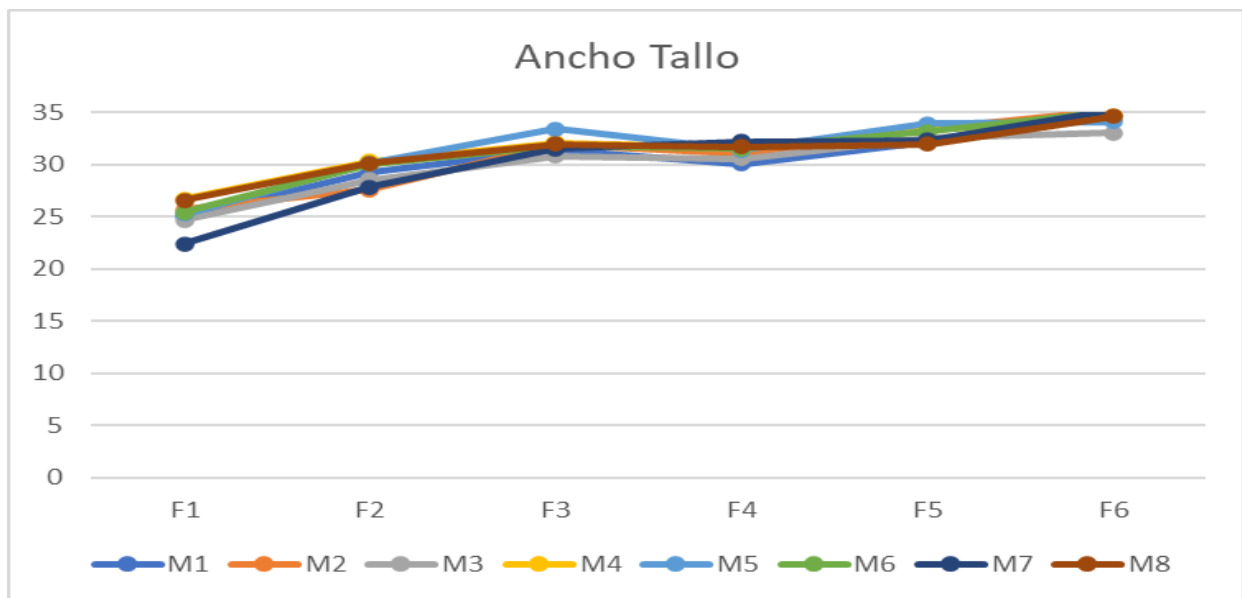


Figura 26. Grafica Ancho del Tallo

El material genético evaluado fue de seis variedades sintéticas de maíz amarillo (Oro Ultra 1C, Oro Ultra 2C, Oro Ultra 3C, Oro Plus 1D, Oro Plus 2D y Oro Ultra UNAM). las cuales tuvieron un ciclo precoz. Las mazorcas localizadas a poca altura en el tallo se pueden cosechar con mayor facilidad, la altura del tallo es variable y tiene característica varietal, genético y ambiental, a demás de que las plantas de altura baja son menos susceptibles al acame. Es importante que las variedades de este cultivo maduren uniformemente para que puedan ser resistentes al acame. (Rodriguez Leticia, 2005).

6.3. Angosto del Tallo

El ANOVA (Anexo 3) en esta variable se obtuvo que en dos de las primeras tres fechas se encontraron diferencias significativas, en la prueba de medias de Duncan se observan agrupamientos. En la Fecha 1 arrojó que el M4 (Alicia x Crucero F1) fue la media más alta en angosto de tallo y en la Fecha 2 y Fecha 3 fue el M5 (7500 F3)

Tabla 10. Medias Angosto del Tallo

	FECHA 1 CM		*FECHA 2 CM		*FECHA 3 CM		FECHA 4 CM		FECHA 5 CM		FECHA 6 CM	
MAT VEG	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO
M1	13.69	A	16.81	A B	20.21	A B	22.13	A	22.56	A	23.68	A
M2	13.47	A	15.69	B	20.73	A B	22.18	A	22.79	A	24.99	A
M3	13.41	A	15.83	B	18.03	B	21.76	A	22.66	A	22.76	A
M4	14.23	A	18.54	A	21.52	A	20.86	A	23.01	A	23.83	A
M5	12.98	A	17.65	A B	21.78	A	20.42	A	22.23	A	23.22	A
M6	13.99	A	17.37	A B	20.45	A B	22.5	A	23.08	A	24.59	A
M7	12.02	A	15.2	B	19.46	A B	22.95	A	22.23	A	23.31	A
M8	14.03	A	16.57	A B	20.63	A B	22.35	A	24.01	A	23.78	A
CV	8.35		7.58		8.13		6.93		9.25		7.67	

En la gráfica de Angosto del Tallo (Figura 26) se puede ver la dinámica del desarrollo del Tallo.

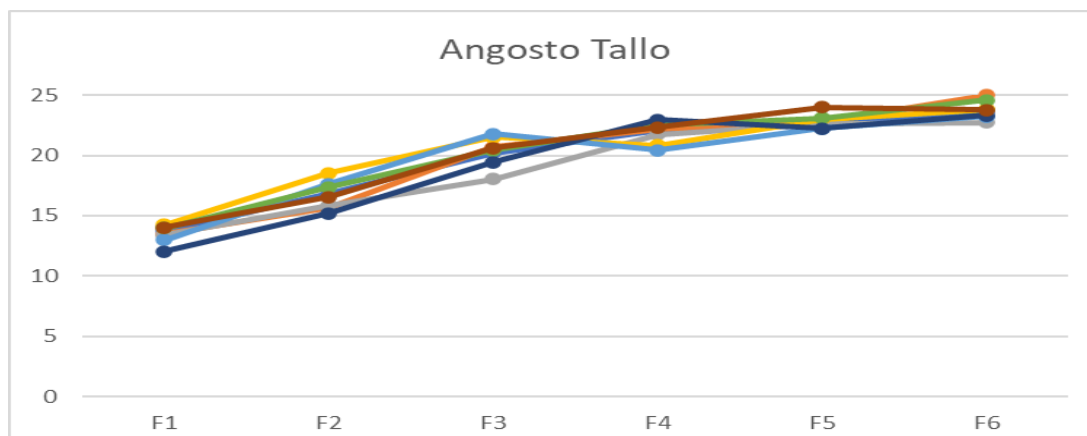


Figura 27. Grafica Angosto del Tallo

6.4. Ancho de la Hoja

Las hojas de las plantas absorben la luz solar y la utilizan como una fuente de energía para la fotosíntesis. La capacidad de un cultivo de capturar la luz solar es proporcional al área de su superficie foliar por unidad de terreno ocupado, o al índice de su área foliar (LAI, por sus siglas en inglés).

El ANOVA (Anexo 4) en esta variable se obtuvo que en dos de las primeras tres fechas se encontraron diferencias significativas, en la prueba de medias de Duncan se observan agrupamientos. En la Fecha 1 arrojó que el M8 (6018 F1) fue la mayor media en el ancho de la hoja y en la Fecha 2 también, mientras que en la Fecha 3 fue M5 (7500 F3), M6 (7573 F1) y M8 (6018 F1)

Tabla 11. Medias Ancho de la Hoja

	FECHA 1 CM		*FECHA 2 CM		FECHA 3 CM		FECHA 4 CM	
MAT VEG	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO
M1	8.47	A	9.75	A B	9.92	A	10.39	A
M2	8.72	A	9.69	A B	10.67	A	11	A
M3	8.47	A	9.83	A B	10.78	A	10.72	A
M4	9.06	A	9.75	A B	10.42	A	10.61	A
M5	8.11	A	9.81	A B	10.89	A	10.61	A
M6	8.89	A	9.77	A B	10.89	A	10.28	A
M7	8.61	A	9.29	B	10.39	A	10.61	A
M8	9.19	A	10.63	A	10.89	A	11	A
CV	8.29		5.98		5.88		4.83	

En la gráfica de Ancho de Hoja (Figura 27) se puede ver la dinámica del desarrollo de la Hoja.

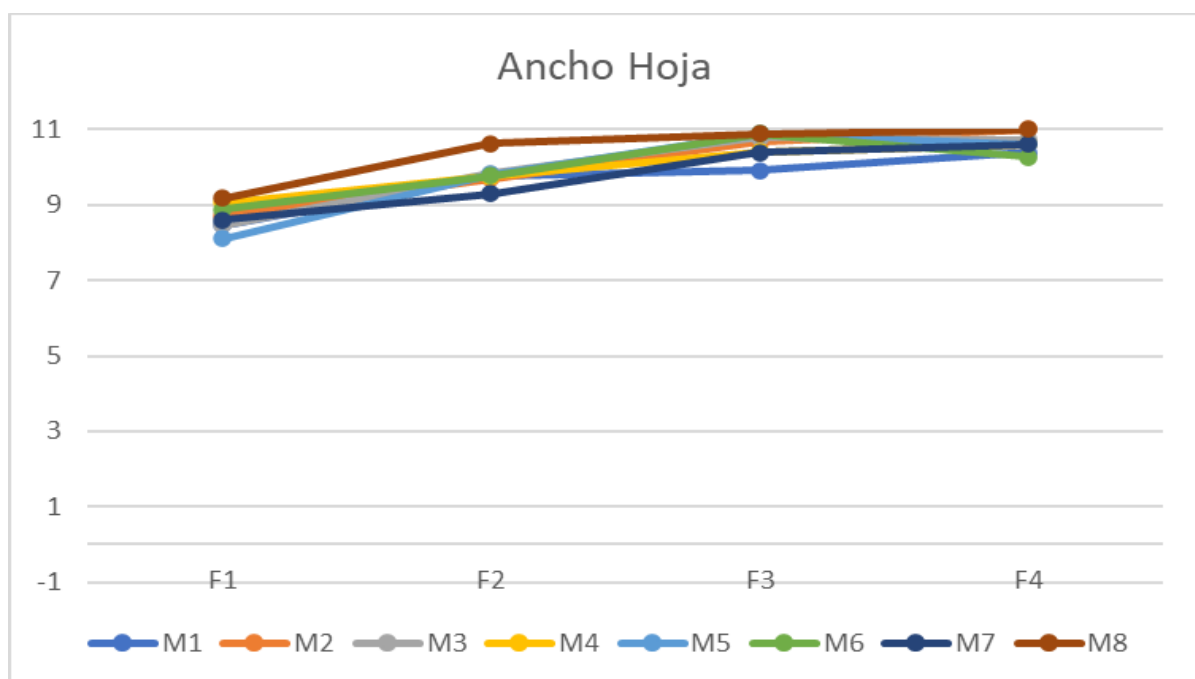


Figura 28. Grafica Ancho de la Hoja

En base a los datos que menciona el SNICS en 2014 se considera como una hoja larga a partir de los 5.5 y para el ancho se consideran muy anchas las hojas con valores igual o mayor a los 1.7 m. Considerando que nuestra variedad obtuvo como resultado una media de entre los 7 cm y 11 cm. SNICS (2014).

6.5. Longitud de la Hoja

El ANOVA (Anexo 5) en esta variable se obtuvo que en dos de las primeras tres fechas se encontraron diferencias significativas, en la prueba de medias de Duncan se observan agrupamientos. En la Fecha 1 arrojó que el M4 (Alicia x Crucero F1) fue la mayor media en la longitud de la hoja y en la Fecha 2 M1(386 F1) y en la Fecha 3 M3 (Alicia F1)

Tabla 12. Medias Longitud de Hoja

MAT VEG	FECHA 1 CM		*FECHA 2 CM		FECHA 3 CM		FECHA 4 CM	
	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO	MEDIA	GPO
M1	73.5	A	98.22	A	91.56	A	84.17	A
M2	76.22	A	94.56	A B	97.22	A	83.17	A
M3	74.06	A	95.28	A B	104	A	93.33	A
M4	79.22	A	92.72	A B	94.94	A	88.39	A
M5	74.17	A	91.39	A B	98.67	A	89.39	A
M6	78.33	A	96.56	A	103	A	86.94	A
M7	72.67	A	88.22	B	93.5	A	90.5	A
M8	78.94	A	94.39	A B	94.78	A	87.78	A
CV	6.56		4.13		7.29		6.27	

En la gráfica de Longitud de Hoja (Figura 28) se puede ver la dinámica del desarrollo de la Hoja.

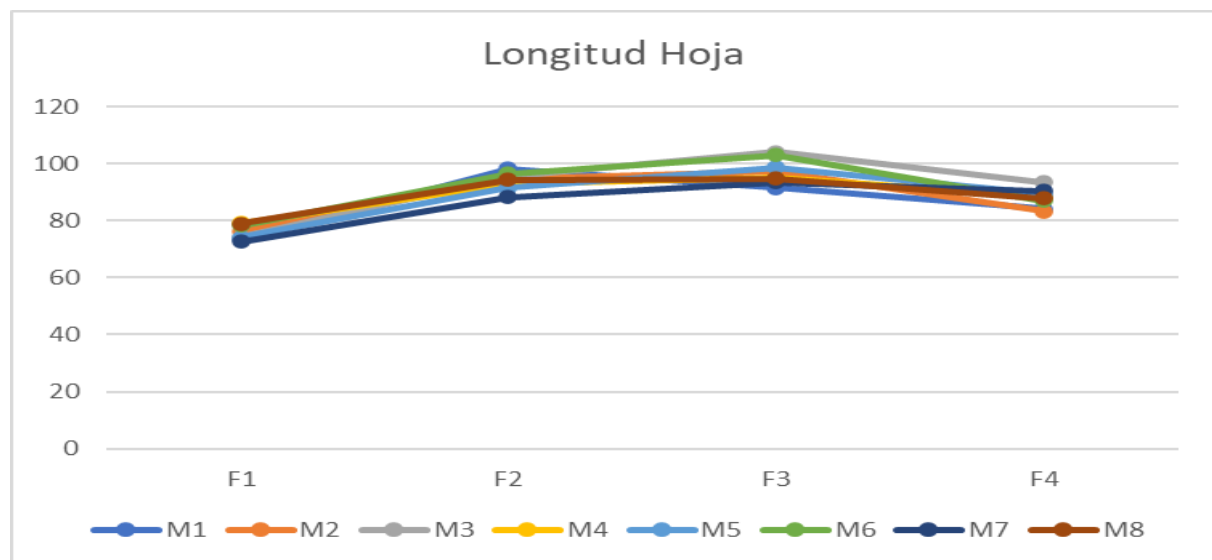


Figura 29. Grafica de Longitud de Hoja

Discusión

- Las variedades sintéticas evaluadas en general tuvieron buena adaptación en la etapa de establecimiento, ya que al analizar las variables evaluadas se encontraron genotipos que se adaptan a las condiciones de la región valles de Jalisco, en otras evaluaciones realizada a variedades sintéticas, comentan que la variedad de maíz sintética VS 536 generada por el INIFAP que se usan en el sureste mexicano por tener características de planta y de mazorca favorables, además de su buena adaptación a las condiciones del trópico. Otras variedades sintéticas de maíz utilizadas en el Altiplano Central de Mexico son VSA-902 y VSA-904 de maíz azul mostraron buen adaptación y rendimiento (Arellano Vázquez José Luis, Rojas Martínez Israel, y Gutiérrez Hernández Germán Fernando. 2018.)
- Las variedades que se evaluaron tuvieron buenos resultados en cuanto su adaptación y crecimiento dentro del área del terreno un ejemplo similar es la nueva variedad sintética de polinización libre Viméx-B, con características de buena sanidad de planta, resistencia a los acames de raíz y tallo, alto porcentaje y rendimientos mayores al promedio de los maíces nativos azules. (Citado en López et al. 2021).

VII. CONCLUSIONES

Al realizar la evaluación de las ocho variedades sintéticas de Maíz negro se determinó durante las primeras tres fechas de evaluaciones que la variedad con mayor media y con diferencias significativas según la prueba de Duncan en las variables evaluadas.

El patrón de la altura de la planta indica que la diferenciación fenotípica útil para selección se expresa con mayor claridad en etapas tempranas, mientras que las evaluaciones tardías tienden a reflejar un estado más homogéneo de crecimiento.

El material M8 (6018 F1) mostró superioridad inicial en altura (Fecha 1) y M2 (4882 F2)–M4 (Alicia x Crucero F1) dominaron el estrato superior en Fecha 2, mientras que M1 (386 F1) alcanzó el máximo en Fecha 4, lo que confirma que el liderazgo entre materiales dependió de la fecha de evaluación.

El Material 4 (Alicia x Crucero F1) con una media de 53.78 en la Fecha 2 en la Altura de la planta, en el Ancho del tallo en la Fecha 1 con una media de 26.69 y en la Fecha 2 con una media de 30.33. En el Angosto del tallo en la Fecha 1 con una media de 14.23 y en Longitud de Hoja con una media de 79.22.

El material M7 (V239 F1) mantuvo sistemáticamente valores inferiores en altura final y presentó el menor ancho del tallo en Fecha 1, lo que lo posiciona como el desempeño vegetativo más restringido dentro del conjunto evaluado bajo las condiciones del ensayo. En contraste, M4 (Alicia x Crucero F1) sostuvo presencia en estratos superiores en altura en fases intermedias y mostró ventaja temprana en ancho del tallo, por lo que se perfila como un material con expresión vegetativa consistente en etapas críticas del crecimiento, aunque la confirmación agronómica requiere integrar estos resultados con variables de rendimiento, acame y desempeño reproductivo.

VIII. LITERATURA CITADA

- Acosta, G. A. A. A. (2017). La seguridad alimentaria en México y su problemática en el contexto del desarrollo. Instituto de Investigaciones Estratégicas de la Armada de México.
https://cesnav.uninav.edu.mx/cesnav/ININVESTAM/docs/docs_analisis/da_02-17.pdf
- Arellano, J. L. A. V. (2013). Híbridos y variedades sintéticas de maíz azul para el altiplano central de México: potencial agronómico y estabilidad del rendimiento. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(7), 1025–1037.
<https://pdfs.semanticscholar.org/b446/c209d26053e89d9b15c44f1023be2c0a0142.pdf>
- Chan-Chan, M., Moguel-Ordóñez, Y., Gallegos-Tintoré, S., Chel-Guerrero, L., & Betancur-Ancona, D. (2021). Caracterización química y nutrimental de variedades de maíz (*Zea mays* L.) de alta calidad de proteína (QPM) desarrolladas en Yucatán, México. *Biotecnia*, 23(2), 11–21.
<https://doi.org/10.18633/biotecnia.v23i2.1334>
- ChileBIO. (2024, abril 5). *Técnicas de mejoramiento*.
<https://chilebio.cl/mejoramiento-vegetal/>
- CropLife Latin America. (2024, enero 29). *Gusano cogollero del maíz: ciclo de vida, insecticidas y opciones de control biológico*.
<https://croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero>
- Espinosa, B. A., García, A. O., Rodríguez, C. J. L., & Hernández, T. E. L. (2013). *Relación de altura de planta y mazorca con rendimiento en maíz (Zea mays L.)*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
<http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/6996>
- Fernández Suárez, R., Morales Chávez, L. A., & Gálvez Mariscal, A. (2013). Importancia de los maíces nativos de México en la dieta nacional: Una revisión indispensable. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(Supl. 3-a), 275–283.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000500004&lng=es&tlng=es
- Garay, G. (1994). *Evaluación de diferentes ciclos de selección recurrente en dos poblaciones sintéticas de maíz* [Tesis doctoral, Consejo Superior de Investigaciones Científicas]. DIGITAL.CSIC.
https://digital.csic.es/bitstream/10261/23026/1/GarayG_TD1994.PDF
- González, X. (2025, mayo 26). *Maíz transgénico amenaza la biodiversidad y la soberanía alimentaria en México*. Redagícola.
<https://redagricola.com/maiz-transgenico-amenaza-la-biodiversidad-y-la-soberania-alimentaria-en-mexico/>
- González-Cortés, N., Silos-Espino, H., Estrada Cabral, J. C., Chávez-Muñoz, J. A., & Tejero Jiménez, L. (2016). Características y propiedades del maíz (*Zea mays* L.) criollo cultivado en Aguascalientes, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(3), 669–680.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342016000300669&lng=es&tlng=es
- Guaminga, L. E. G. Y. (2020). *Obtención y caracterización funcional de harina y almidón de maíz negro (Zea mays L.)* [Tesis de licenciatura,

Universidad Nacional de Chimborazo].

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/6552/1/OBTENCI%C3%93N%20Y%20CARACTERIZACI%C3%93N%20FUNCIONAL%20DE%20HARINA%20Y%20ALMID%C3%93N%20DE%20MA%C3%8DZ%20NEGRO.pdf>

- Instituto de Información Estadística y Geográfica de Jalisco. (2022). *Tlajomulco de Zúñiga: diagnóstico municipal*. <https://iieg.gob.mx/ns/wp-content/uploads/2023/08/Tlajomulco-de-Z%C3%BA%C3%B1iga-1.pdf>
- Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México. (2022). *Maíz VIMÉX-B: variedad sintética*. <https://icamex.edomex.gob.mx/sites/icamex.edomex.gob.mx/files/files/publicaciones/2023/Mai%CC%81z%20Vime%CC%81x-B%20%28redes%29.pdf>
- Instituto Nacional de Salud Pública. (s. f.). *Maíz: El orgullo de México*. <https://www.insp.mx/avisos/maiz-el-orgullo-de-mexico>
- Martínez, D. M. T. (2024). *Componentes de rendimiento en híbridos de maíz (Zea mays L.) recomendados para el estado de Morelos sometidos a alta densidad poblacional* [Tesis, Universidad Autónoma del Estado de Morelos]. <https://riaa.uaem.mx/xmlui/bitstream/handle/20.500.12055/4765/MATDPV06.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Meza, P. A. M. (2018). Integración de sintéticos con líneas de maíz convertidas al carácter de alta calidad de proteína. *Interciencia*, 43(10), 701–706. https://www.interciencia.net/wp-content/uploads/2018/10/701-MEZA-43_10.pdf
- Museo de Ciencias ZAMÁ. (s. f.). *Ventajas y desventajas del maíz transgénico en México*. <https://historico.muciza.com.mx/muciza-2015/project/ventajas-y-desventajas-del-maiz-transgenico-en-mexico/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (s. f.). *El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción*. <https://www.fao.org/4/x7650s/x7650s16.htm>
- Paliwal, R. L. (s. f.). *Mejoramiento del maíz por selección recurrente*. En *El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <https://www.fao.org/4/x7650s/x7650s15.htm>
- Rodríguez, R. I. L. (2005). *Capacidad productiva de variedades de polinización libre y ciclo precoz de maíz amarillo para valles altos de México* [Tesis, Universidad Nacional Autónoma de México]. <https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/0ba90017-1d5f-425f-ba5d-0f0b452a84d9/content>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (s. f.). *La riqueza de México es el maíz*. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-riqueza-de-mexico-es-el-maiz?idiom=es>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (s. f.). *¿Conoces la diferencia entre especie y variedad vegetal?* <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/conoces-la-diferencia-entre-especie-y-variedad-vegetal>
- Santacruz Varela, A. (2023). *Selección de semilla para autoconsumo*. Gobierno de México.

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/835380/2. Selecci_n de semilla para autoconsumo_Dr. Amalio Santacruz Varela.pdf

- Serna-Saldívar, S. O., Gutiérrez-Urbe, J. A., Mora-Rochin, S., & García-Lara, S. (2013). Potencial nutracéutico de los maíces criollos y cambios durante el procesamiento tradicional y con extrusión. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(Supl. 3-a), 295–304.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-73802013000500006&lng=es&tlng=es
- Torres, B. (2020, octubre 18). *Restricciones sobre las semillas afectan a agricultores y a la agrobiodiversidad*. UNAM Global.
https://unamglobal.unam.mx/global_revista/restricciones-sobre-las-semillas-afectan-a-agricultores-y-a-la-agrobiodiversidad/
- Virgen, V. J., Arellano, J. L., Rojas, I., Ávila, M. A., & Gutiérrez, G. F. (2014). *Producción de semilla de cruza simples de híbridos de maíz en Tlaxcala, México*. *Agronomía Mesoamericana*, 25(2), 323–335.
<https://www.scielo.sa.cr/pdf/am/v25n2/a10v25n2.pdf>
- Universidad de Sonora. (2014). *El cultivo del maíz: generalidades y sistemas de producción en el noroeste*.
<https://agricultura.unison.mx/memorias%20de%20maestros/EL%20CULTIVO%20DEL%20MAIZ.pdf>
- Yáñez G., C., Zambrano Mendoza, J. L., Caicedo, M., Heredia, J., Sangoquiza Caiza, C. A., Villacrés, E., Racines Jaramillo, M. R., & Caballero, D. (2016). *Ficha técnica de la variedad de maíz negro INIAP-199 “Racimo de Uva”*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3166>
- Yu, Y., Jiang, Z., Wang, H., & Zhang, Y. (s. f.). *Tensile properties of maize stalk rind*. *BioResources*.
<https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/tensile-properties-of-maize-stalk-rind/>

ANEXOS

Anexo 1. Análisis de varianza Altura de planta

ALT F1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT F1	24	0.63	0.40	10.71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	342.84	9	38.09	2.67	0.0485
MATERIALES	187.70	7	26.81	1.88	0.1492
BLOQUE	155.14	2	77.57	5.44	0.0179
Error	199.73	14	14.27		
Total	542.57	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 14.2665 gl: 14

MATERIALES	Medias	n	E.E.
M8	39.22	3	2.18 A
M4	38.78	3	2.18 A B
M2	37.86	3	2.18 A B
M1	34.67	3	2.18 A B
M5	34.64	3	2.18 A B
M6	33.28	3	2.18 A B
M7	32.42	3	2.18 A B
M3	31.39	3	2.18 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ALT F2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT F2	24	0.59	0.32	9.01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	383.69	9	42.63	2.20	0.0902
MATERIALES	382.12	7	54.59	2.81	0.0472
BLOQUE	1.58	2	0.79	0.04	0.9603
Error	271.62	14	19.40		
Total	655.31	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 19.4015 gl: 14

MATERIALES	Medias	n	E.E.
M2	53.80	3	2.54 A
M4	53.78	3	2.54 A
M1	51.22	3	2.54 A
M8	49.61	3	2.54 A B
M6	49.22	3	2.54 A B
M5	46.72	3	2.54 A B
M3	45.50	3	2.54 A B
M7	41.33	3	2.54 B

ALT F3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT F3	24	0.43	0.06	24.33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4216.47	9	468.50	1.15	0.3924
MATERIALES	2782.23	7	397.46	0.98	0.4847
BLOQUE	1434.23	2	717.12	1.76	0.2077
Error	5698.08	14	407.01		
Total	9914.55	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 407.0057 gl: 14

MATERIALES	Medias	n	E.E.
M4	95.25	3	11.65 A
M1	91.72	3	11.65 A
M2	91.39	3	11.65 A
M6	90.33	3	11.65 A
M5	79.00	3	11.65 A
M3	78.28	3	11.65 A
M7	76.67	3	11.65 A
M8	60.67	3	11.65 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**ALT F4**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT F4	24	0.68	0.48	4.74

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1302.32	9	144.70	3.31	0.0221
MATERIALES	999.75	7	142.82	3.27	0.0282
BLOQUE	302.57	2	151.28	3.46	0.0600
Error	611.54	14	43.68		
Total	1913.87	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 43.6818 gl: 14

MATERIALES	Medias	n	E.E.
M1	150.16	3	3.82 A
M4	146.89	3	3.82 A B
M8	141.67	3	3.82 A B
M6	138.78	3	3.82 A B C
M2	138.00	3	3.82 A B C
M3	135.67	3	3.82 B C
M5	135.22	3	3.82 B C
M7	128.33	3	3.82 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ALT F5

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT F5	24	0.48	0.15	5.49

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1372.15	9	152.46	1.44	0.2608
MATERIALES	416.02	7	59.43	0.56	0.7751
BLOQUE	956.13	2	478.07	4.52	0.0307
Error	1482.32	14	105.88		
Total	2854.47	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 105.8800 gl: 14

MATERIALES	Medias	n	E.E.
M6	193.56	3	5.94 A
M1	192.17	3	5.94 A
M8	189.89	3	5.94 A
M7	188.39	3	5.94 A
M5	186.17	3	5.94 A
M4	183.78	3	5.94 A
M3	182.83	3	5.94 A
M2	181.44	3	5.94 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**ALT F6**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT F6	24	0.27	0.00	9.20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2513.69	9	279.30	0.58	0.7892
MATERIALES	1116.68	7	159.53	0.33	0.9252
BLOQUE	1397.01	2	698.50	1.46	0.2650
Error	6688.05	14	477.72		
Total	9201.74	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 477.7178 gl: 14

MATERIALES	Medias	n	E.E.
M6	248.50	3	12.62 A
M5	248.44	3	12.62 A
M1	239.22	3	12.62 A
M4	236.11	3	12.62 A
M8	233.39	3	12.62 A
M2	232.44	3	12.62 A
M3	232.22	3	12.62 A
M7	230.00	3	12.62 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

ALT F7

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
ALT F7	24	0.64	0.41	3.69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2730.26	9	303.36	2.74	0.0443
MATERIALES	803.42	7	114.77	1.04	0.4492
BLOQUE	1926.84	2	963.42	8.70	0.0035
Error	1549.90	14	110.71		
Total	4280.16	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 110.7070 gl: 14

MATERIALES	Medias	n	E.E.
M4	293.28	3	6.07 A
M1	292.61	3	6.07 A
M8	289.72	3	6.07 A
M2	286.33	3	6.07 A
M3	281.67	3	6.07 A
M7	280.83	3	6.07 A
M5	279.28	3	6.07 A
M6	277.50	3	6.07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 2. Análisis de varianza Ancho del Tallo

Ancho F1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho F1	24	0.49	0.16	6.64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	37.62	9	4.18	1.49	0.2432
VARIEDAD	37.12	7	5.30	1.89	0.1473
BLOQUE	0.50	2	0.25	0.09	0.9152
Error	39.30	14	2.81		
Total	76.92	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2.8069 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M4	26.69	3	0.97 A
M8	26.56	3	0.97 A
M2	25.71	3	0.97 A
M6	25.47	3	0.97 A B
M5	25.27	3	0.97 A B
M1	24.97	3	0.97 A B
M3	24.67	3	0.97 A B
M7	22.43	3	0.97 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ancho F2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho F2	24	0.26	0.00	7.95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26.30	9	2.92	0.54	0.8223
VARIEDAD	26.09	7	3.73	0.69	0.6804
BLOQUE	0.21	2	0.11	0.02	0.9806
Error	75.72	14	5.41		
Total	102.01	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 5.4083 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M4	30.33	3	1.34 A
M5	30.14	3	1.34 A
M8	30.10	3	1.34 A
M6	30.09	3	1.34 A
M1	29.29	3	1.34 A
M3	28.53	3	1.34 A
M7	27.85	3	1.34 A
M2	27.57	3	1.34 A

Ancho F3

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Ancho F3	24	0.39	0.00	4.84	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	21.35	9	2.37	1.00	0.4853
VARIEDAD	12.07	7	1.72	0.72	0.6552
BLOQUE	9.28	2	4.64	1.95	0.1794
Error	33.36	14	2.38		
Total	54.71	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2.3827 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M5	33.44	3	0.89 A
M4	32.08	3	0.89 A
M8	31.97	3	0.89 A
M2	31.90	3	0.89 A
M6	31.85	3	0.89 A
M7	31.49	3	0.89 A
M1	31.42	3	0.89 A
M3	30.80	3	0.89 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ancho F4

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Ancho F4	24	0.30	0.00	5.26	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16.16	9	1.80	0.66	0.7289
VARIEDAD	10.08	7	1.44	0.53	0.7968
BLOQUE	6.08	2	3.04	1.12	0.3532
Error	37.91	14	2.71		
Total	54.07	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2.7079 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M7	32.21	3	0.95 A
M8	31.72	3	0.95 A
M4	31.64	3	0.95 A
M6	31.54	3	0.95 A
M5	31.37	3	0.95 A
M2	30.99	3	0.95 A
M3	30.58	3	0.95 A
M1	30.05	3	0.95 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ancho F5

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho F5	24	0.37	0.00	5.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29.44	9	3.27	0.91	0.5463
VARIEDAD	10.11	7	1.44	0.40	0.8869
BLOQUE	19.32	2	9.66	2.67	0.1039
Error	50.59	14	3.61		
Total	80.02	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 3.6134 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M5	33.89	3	1.10 A
M2	33.42	3	1.10 A
M4	33.35	3	1.10 A
M6	33.13	3	1.10 A
M3	32.59	3	1.10 A
M7	32.33	3	1.10 A
M1	32.15	3	1.10 A
M8	31.95	3	1.10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ancho F6

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ancho F6	24	0.48	0.14	5.96

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	54.40	9	6.04	1.42	0.2698
VARIEDAD	14.44	7	2.06	0.48	0.8312
BLOQUE	39.96	2	19.98	4.68	0.0278
Error	59.75	14	4.27		
Total	114.15	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 4.2679 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M1	35.62	3	1.19 A
M2	35.27	3	1.19 A
M7	35.19	3	1.19 A
M6	35.12	3	1.19 A
M4	34.60	3	1.19 A
M8	34.46	3	1.19 A
M5	34.11	3	1.19 A
M3	33.02	3	1.19 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 3. Análisis de varianza Angosto del Tallo

Angosto F1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Angosto F1	24	0.39	0.00	8.35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11.13	9	1.24	0.98	0.4979
VARIEDAD	10.68	7	1.53	1.20	0.3619
BLOQUE	0.45	2	0.23	0.18	0.8389
Error	17.73	14	1.27		
Total	28.86	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.2666 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M4	14.23	3	0.65 A
M8	14.03	3	0.65 A
M6	13.99	3	0.65 A
M1	13.69	3	0.65 A
M2	13.47	3	0.65 A
M3	13.41	3	0.65 A
M5	12.98	3	0.65 A
M7	12.02	3	0.65 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Angosto F2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Angosto F2	24	0.54	0.25	7.58

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	26.45	9	2.94	1.83	0.1495
VARIEDAD	26.35	7	3.76	2.35	0.0826
BLOQUE	0.10	2	0.05	0.03	0.9697
Error	22.46	14	1.60		
Total	48.91	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 1.6043 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M4	18.54	3	0.73 A
M5	17.65	3	0.73 A B
M6	17.37	3	0.73 A B
M1	16.81	3	0.73 A B
M8	16.57	3	0.73 A B
M3	15.83	3	0.73 B
M2	15.69	3	0.73 B
M7	15.20	3	0.73 B

Angosto F3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Angosto F3	24	0.54	0.24	8.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	44.55	9	4.95	1.81	0.1542
VARIEDAD	29.52	7	4.22	1.54	0.2321
BLOQUE	15.03	2	7.52	2.75	0.0985
Error	38.29	14	2.74		
Total	82.84	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2.7352 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M5	21.78	3	0.95 A
M4	21.52	3	0.95 A
M2	20.73	3	0.95 A B
M8	20.63	3	0.95 A B
M6	20.45	3	0.95 A B
M1	20.21	3	0.95 A B
M7	19.46	3	0.95 A B
M3	18.03	3	0.95 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Angosto F4

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Angosto F4	24	0.43	0.07	6.93

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	24.47	9	2.72	1.18	0.3764
VARIEDAD	15.27	7	2.18	0.95	0.5026
BLOQUE	9.20	2	4.60	2.00	0.1725
Error	32.24	14	2.30		
Total	56.71	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 2.3029 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M7	22.95	3	0.88 A
M6	22.50	3	0.88 A
M8	22.35	3	0.88 A
M2	22.18	3	0.88 A
M1	22.13	3	0.88 A
M3	21.76	3	0.88 A
M4	20.86	3	0.88 A
M5	20.42	3	0.88 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Angosto F5

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Angosto F5	24	0.12	0.00	9.25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.76	9	0.97	0.22	0.9864
VARIEDAD	6.90	7	0.99	0.22	0.9738
BLOQUE	1.86	2	0.93	0.21	0.8138
Error	62.34	14	4.45		
Total	71.10	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 4.4528 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M8	24.01	3	1.22 A
M6	23.08	3	1.22 A
M4	23.01	3	1.22 A
M2	22.79	3	1.22 A
M3	22.66	3	1.22 A
M1	22.56	3	1.22 A
M5	22.23	3	1.22 A
M7	22.23	3	1.22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Angosto F6

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Angosto F6	24	0.24	0.00	7.67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14.51	9	1.61	0.49	0.8612
VARIEDAD	11.21	7	1.60	0.48	0.8322
BLOQUE	3.30	2	1.65	0.50	0.6186
Error	46.50	14	3.32		
Total	61.01	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 3.3213 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M2	24.99	3	1.05 A
M6	24.59	3	1.05 A
M4	23.83	3	1.05 A
M8	23.78	3	1.05 A
M1	23.68	3	1.05 A
M7	23.31	3	1.05 A
M5	23.22	3	1.05 A
M3	22.76	3	1.05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 4. Análisis de varianza Ancho Hoja

AH F1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AH F1	24	0.67	0.46	8.29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	14.74	9	1.64	3.15	0.0267
VARIEDAD	2.60	7	0.37	0.72	0.6610
BLOQUE	12.14	2	6.07	11.68	0.0010
Error	7.27	14	0.52		
Total	22.02	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.5195 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M8	9.19	3	0.42 A
M4	9.06	3	0.42 A
M6	8.89	3	0.42 A
M2	8.72	3	0.42 A
M7	8.61	3	0.42 A
M1	8.47	3	0.42 A
M3	8.47	3	0.42 A
M5	8.11	3	0.42 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

AH F2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AH F2	24	0.41	0.03	5.98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.36	9	0.37	1.08	0.4305
VARIEDAD	2.90	7	0.41	1.20	0.3630
BLOQUE	0.46	2	0.23	0.67	0.5273
Error	4.82	14	0.34		
Total	8.18	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.3443 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M8	10.63	3	0.34 A
M3	9.83	3	0.34 A B
M5	9.81	3	0.34 A B
M6	9.77	3	0.34 A B
M4	9.75	3	0.34 A B
M1	9.75	3	0.34 A B
M2	9.69	3	0.34 A B
M7	9.29	3	0.34 B

AH F3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AH F3	24	0.36	0.00	5.88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.03	9	0.34	0.87	0.5744
VARIEDAD	2.49	7	0.36	0.92	0.5224
BLOQUE	0.54	2	0.27	0.69	0.5180
Error	5.45	14	0.39		
Total	8.48	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.3889 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M8	10.89	3	0.36 A
M6	10.89	3	0.36 A
M5	10.89	3	0.36 A
M3	10.78	3	0.36 A
M2	10.67	3	0.36 A
M4	10.42	3	0.36 A
M7	10.39	3	0.36 A
M1	9.92	3	0.36 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**AH F4**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
AH F4	24	0.30	0.00	4.83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.57	9	0.17	0.66	0.7329
VARIEDAD	1.38	7	0.20	0.75	0.6381
BLOQUE	0.18	2	0.09	0.35	0.7138
Error	3.71	14	0.26		
Total	5.27	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 0.2647 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M8	11.00	3	0.30 A
M2	11.00	3	0.30 A
M3	10.72	3	0.30 A
M7	10.61	3	0.30 A
M5	10.61	3	0.30 A
M4	10.61	3	0.30 A
M1	10.39	3	0.30 A
M6	10.28	3	0.30 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Anexo 5. Análisis de varianza Longitud Hoja

LH F1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LH F1	24	0.49	0.16	6.56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	329.94	9	36.66	1.48	0.2464
VARIEDAD	146.85	7	20.98	0.85	0.5681
BLOQUE	183.09	2	91.54	3.70	0.0514
Error	346.82	14	24.77		
Total	676.76	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 24.7730 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M4	79.22	3	2.87 A
M8	78.94	3	2.87 A
M6	78.33	3	2.87 A
M2	76.22	3	2.87 A
M5	74.17	3	2.87 A
M3	74.06	3	2.87 A
M1	73.50	3	2.87 A
M7	72.67	3	2.87 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

LH F2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LH F2	24	0.65	0.43	4.13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	395.21	9	43.91	2.92	0.0354
VARIEDAD	204.69	7	29.24	1.94	0.1371
BLOQUE	190.53	2	95.26	6.34	0.0110
Error	210.51	14	15.04		
Total	605.72	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 15.0364 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M1	98.22	3	2.24 A
M6	96.56	3	2.24 A
M3	95.28	3	2.24 A B
M2	94.56	3	2.24 A B
M8	94.39	3	2.24 A B
M4	92.72	3	2.24 A B
M5	91.39	3	2.24 A B
M7	88.22	3	2.24 B

LH F3

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LH F3	24	0.49	0.16	7.29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	676.36	9	75.15	1.49	0.2419
VARIEDAD	435.71	7	62.24	1.24	0.3471
BLOQUE	240.65	2	120.32	2.39	0.1280
Error	704.85	14	50.35		
Total	1381.21	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 50.3467 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M3	104.39	3	4.10 A
M6	103.11	3	4.10 A
M5	98.67	3	4.10 A
M2	97.22	3	4.10 A
M4	94.94	3	4.10 A
M8	94.78	3	4.10 A
M7	93.50	3	4.10 A
M1	91.56	3	4.10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)**LH F4**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
LH F4	24	0.38	0.00	6.27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	264.75	9	29.42	0.97	0.5040
VARIEDAD	232.27	7	33.18	1.09	0.4193
BLOQUE	32.47	2	16.24	0.53	0.5979
Error	425.91	14	30.42		
Total	690.66	23			

Test:Duncan Alfa=0.05

Error: 30.4225 gl: 14

VARIEDAD	Medias	n	E.E.
M3	93.33	3	3.18 A
M7	90.50	3	3.18 A
M5	89.83	3	3.18 A
M4	88.39	3	3.18 A
M8	87.78	3	3.18 A
M6	86.94	3	3.18 A
M1	84.17	3	3.18 A
M2	83.17	3	3.18 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)