



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

CARRERA DE AGRONOMIA

**TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

TEMA:

**“EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LAS MEZCLAS INTRAESPECÍFICAS DE
GENOTIPOS EN EL MAÍZ CON EL FIN DE REDUCIR EL ATAQUE DE
PLAGAS Y ENFERMEDADES FOLIARES.”**

AUTORA:

KARLA LETICIA CAMPUZANO SANTANA

DIRECTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

ING. DANIEL FEDERICO VERA AVILÉS, PhD.

QUEVEDO – LOS RÍOS - ECUADOR.

2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Karla Leticia Campuzano Santana**, declaro que el trabajo de investigación aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Atentamente,

Karla Leticia Campuzano Santana
Autora

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito **Ing. Daniel Federico Vera Avilés, PhD.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que la estudiante **Karla Leticia Campuzano Santana**, realizó el Proyecto de Investigación titulado **“Evaluación del efecto de las mezclas intraespecíficas de genotipos en el maíz con el fin de reducir el ataque de plagas y enfermedades foliares”**, previo a la obtención del título de **Ingeniera Agrónoma**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Atentamente,

Ing. Daniel Federico Vera Avilés, PhD.
Director del Proyecto de Investigación

REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito **Ing. Dr. Daniel Federico Vera Avilés, PhD.**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en calidad de Director del Proyecto de Investigación titulado **“Evaluación del efecto de las mezclas intraespecíficas de genotipos en el maíz con el fin de reducir el ataque de plagas y enfermedades foliares.”**, perteneciente a la estudiante de la carrera de Agronomía **Karla Leticia Campuzano Santana**, CERTIFICA: el cumplimiento de los parámetros establecidos por el SENESCYT, y se evidencia el reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico (URKUND) con un porcentaje de coincidencia del 6 %.

Document Information

Analyzed document	KARLA CAMPUZANO SANTNA TESIS MAIZ (2).docx (D111175171)
Submitted	8/11/2021 4:45:00 PM
Submitted by	Vera Aviles Daniel Federico
Submitter email	dvera@uteq.edu.ec
Similarity	6%
Analysis address	dvera.uteq@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / Tesis urkund Moreira Cortez Branyph Wladimir.docx Document Tesis urkund Moreira Cortez Branyph Wladimir.docx (D53695203) Submitted by: cbermeo@uteq.edu.ec Receiver: cbermeo.uteq@analysis.orkund.com	 1
W	URL: https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/564/1/T-UTEQ-0105.pdf Fetched: 11/14/2020 9:09:02 AM	 5
SA	UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO / (CARRANZA CÁRDENAS) TESIS.docx Document (CARRANZA CÁRDENAS) TESIS.docx (D111147984) Submitted by: dvera@uteq.edu.ec Receiver: dvera.uteq@analysis.orkund.com	 2
W	URL: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3174/1/Tesis-33agr.pdf Fetched: 1/13/2020 7:21:19 PM	 1

Ing. Daniel Federico Vera Avilés, PhD.
Director del Proyecto de Investigación



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

“Evaluación del efecto de las mezclas intraespecíficas de genotipos en el maíz con el fin de reducir el ataque de plagas y enfermedades foliares”

Presentado a la Comisión Académica como requisito previo a la obtención del título de:

Ingeniera Agrónoma

Aprobado por:

Dr. Camilo Mestanza Uquillas

Presidente del Tribunal

Dra. Silvia Saucedo Aguiar
Miembro del Tribunal

Dr. Luis Godoy Montiel
Miembro del Tribunal

Quevedo – Los Ríos – Ecuador

2021

AGRADECIMIENTO

Agradezco infinitamente de todo corazón a: A mi alma mater Universidad Técnica Estatal de Quevedo, que me abrió las puertas para pertenecer a esta gran familia de la Carrera de Agronomía, que en cuyas aulas sus catedráticos me brindaron todo su conocimiento para crecer en mi vida profesional.

Al Ing. Daniel Vera, PhD. Docente y Director de tesis por su apoyo y orientación en la realización de mi trabajo de investigación.

A mi grupito de relajo y más que eso los que siempre estuvieron ayudándome y aconsejándome, mi mejor amigo Colling Cobeña, Geliber Méndez, Yeleni Merchán y Gema Meza muchas gracias por haberme brindado su amistad y compartir hermosos momentos durante nuestros años en la universidad, que no es necesario cantidad si no la calidad y ellos me lo demostraron gracias chicos.

Karla Leticia Campuzano Santana

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico a Dios todopoderoso por bendecirme día a día y haberme brindado la fuerza y la sabiduría durante todos mis años de estudio.

A mis padres Carlos Campuzano y Felipa Santana por creer en mí a pesar de todos los momentos difíciles siempre estuvieron brindándome su apoyo y amor incondicional por eso y mucho más le estaré eternamente agradecida.

A mi hijo por ser el motor de inspiración y fortaleza para seguir adelante con muchas más fuerzas y dedicación.

A mis hermanos que de una u otra manera me ayudaron Neidy, Nelly, Richard, Mariela, Frixon, Bryan, a mis sobrino/as y a mi cuñado José Revelo gracias los quiero mucho.

Karla Leticia Campuzano Santana

RESUMEN

En muchas regiones del mundo, los agricultores tienen preferencias locales para la siembra de mezclas de cultivares que les brindan resistencia a las plagas y enfermedades locales, y aumentan la estabilidad de los rendimientos. La biodiversidad ayuda a incrementar la resistencia a los problemas fitosanitarios, generando mayor apoyo biológico y así garantizar una mejor producción. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de las mezclas intraespecíficas de genotipos en el maíz con el fin de reducir el ataque de plagas y enfermedades foliares donde se encontraron diferencias estadísticas para las cuatro enfermedades evaluadas. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y diez tratamientos. El nivel de escala de daño, *Curvularia lunata* fue la de mayor afectación al cultivo en la asociación INIAP-551 + MC-Manabí con 2,0 de daño, mientras que las mezclas de DAS-3385 + MC-Manabí + MC-Palenque y el monocultivo DAS-3385 presentaron el menor nivel de daño de *Curvularia lunata* con 2,0. La enfermedad foliar que atacó al cultivo con menos intensidad fue *Puccinia sorghi* en el monocultivo INIAP-551 con una afectación de nivel de daño 1,0. En base a la escala de nivel de severidad del gusano cogollero los tratamientos constituidos por diferentes mezclas a los 20 días no registro ningún daño causado por esta plaga, mientras que a los 40 días si se evidencio un daño ligero nivel 1,0 según la escala de estudio. Se determinó que los monocultivos INIAP-551, DAS-3385, MC-Manabí y MC-Palenque a los 65 días tuvieron una afectación con 2,0 nivel de daño y los que tuvieron menor afectación fueron las mezclas INIAP-551+ MC-Manabí; INIAP-551 + MC-Palenque; DAS-3385 + MC-Manabí; DAS-3385 + MC-Palenque; INIAP-551 + MC-Manabí + MC-Palenque y DAS-3385 + MC-Manabí + MC-Palenque con 1,0 de nivel de daño de *Spodoptera frugiperda*.

Palabras claves: Maíz criollo, variedades, biodiversidad, genética.

ABSTRACT

In many regions of the world, farmers have local preferences for planting cultivar mixtures that provide resistance to local pests and diseases, and increase the stability of yields. Biodiversity helps increase resistance to phytosanitary problems, generating greater biological support and thus guaranteeing better production. The present research aimed to evaluate the effect of intraspecific mixtures of genotypes in corn in order to reduce the attack of pests and foliar diseases, where statistical differences were found for the four evaluated diseases. A randomized complete block design with three replications and ten treatments was used. The scale level of damage, *Curvularia lunata* was the one with the greatest affectation to the crop in the association INIAP-551 + MC-Manabí with 2.0 damage, while the mixtures of DAS-3385 + MC-Manabí + MC-Palenque and the monoculture DAS-3385 presented the lowest level of damage of *Curvularia lunata* with 2.0. The foliar disease that attacked the crop with the least intensity was *Puccinia sorghi* in the monoculture INIAP-551 with an affectation of damage level 1.0. Based on the level scale of severity of the fall armyworm, the treatments consisting of different mixtures at 20 days did not register any damage caused by this pest, while at 40 days a slight damage level 1.0 was evidenced according to the study scale. It was determined that the monocultures INIAP-551, DAS-3385, MC-Manabí and MC-Palenque at 65 days had an affectation with 2.0 level of damage and those that had less affectation were the mixtures INIAP-551 + MC-Manabí ; INIAP-551 + MC-Palenque; DAS-3385 + MC-Manabí; DAS-3385 + MC-Palenque; INIAP-551 + MC-Manabí + MC-Palenque and DAS-3385 + MC-Manabí + MC-Palenque with 1.0 damage level of *Spodoptera frugiperda*.

Keywords: Maize crioll, varieties, biodiversity, genetics.

TABLA DE CONTENIDO

Portada	i
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	ii
Certificación de culminación del Proyecto de Investigación	iii
Reporte de la herramienta de prevención de coincidencia y/o plagio académico.....	iv
Certificación de aprobación por Tribunal de Sustentación	v
Agradecimiento	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen	viii
Abstract.....	ix
Tabla de Contenido.....	x
Índice de Tablas.....	xiii
Índice de Figuras	xiii
Índice de Gráficos.....	xiii
Índice de Anexos	xiv
Código Dublín	xv
Introducción.....	1

CAPÍTULO I. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Problematización	3
1.1.1	Diagnóstico del problema.....	3
1.1.2	Planteamiento del problema	3
1.1.3	Formulación del problema.....	3
1.2	Objetivos.....	4
1.2.1	Objetivo general	4
1.2.2	Objetivos específicos.....	4
1.3	Justificación	5

CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1	Marco conceptual.....	7
-----	-----------------------	---

2.1.1	Morfología del maíz	7
2.1.2	Etapas fenológicas	9
2.1.3	Biodiversidad intraespecífica	11
2.1.4	Importancia de la biodiversidad intraespecífica	11
2.1.5	Pérdida de biodiversidad intraespecífica	12
2.1.6	Competencia intraespecífica.....	12
2.1.7	Multilíneas y mezclas para el control de enfermedades	14
2.1.8	Adaptabilidad de la variación en cultivares nativos	15
2.1.9	Especies cultivadas y parientes silvestres en áreas agrícolas	15
2.1.10	Valor nutricional de las especies y variedades comestibles tradicionales.....	16
2.1.11	Distribución espacial dentro de la parcela de la diversidad genética del cultivo ..	16
2.1.12	Combinaciones de variedades	16
2.1.13	Enfermedades foliares en el maíz.....	17
2.1.14	<i>Curvularia lunata</i>	17
2.1.15	Tizones de las hojas.....	18
2.1.16	Royas de la hoja	18
2.1.17	Plagas en el cultivo de maíz	19
2.1.18	Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	19

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	Localización de la investigación	22
3.1.1	Características edafoclimáticas	22
3.2	Tipo de investigación	22
3.3	Métodos de investigación	23
3.4	Fuentes de recopilación de información	23
3.5	Diseño de la investigación	23
3.5.1	Características de las unidades experimentales.....	24
3.6	Instrumentos de investigación	25
3.6.1	Manejo del experimento	25
3.7	Tratamiento de los datos	26
3.8	Recursos humanos y materiales	29
3.8.1	Recursos humanos	29
3.8.2	Recursos experimentales	29

3.8.3	Recursos materiales	29
-------	---------------------------	----

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1	Resultados	31
4.1.1	Altura de la planta	31
4.1.2	Altura inserción mazorca.....	31
4.1.3	Variables del rendimiento en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos	32
4.1.4	Rendimiento	34
4.1.5	Enfermedades foliares	34
4.2	Nivel de severidad del gusano cogollero por daño/planta	37
4.3	Discusión	38

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1	Conclusiones	41
5.2	Recomendaciones	42

CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFÍA

6.1	Referencias bibliográficas.....	44
-----	---------------------------------	----

CAPÍTULO VII ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Taxonomía del cultivo de maíz	7
Tabla 2.	Características edafoclimáticas de la Finca Experimental “La María”. UTEQ .	22
Tabla 3.	Esquema del análisis de varianza	24
Tabla 4.	Tratamientos utilizados	24
Tabla 5.	Detalles de las características del experimento a realizar	25
Tabla 6.	Escala arbitraria de CIMMYT.....	27
Tabla 7.	Principales características de componentes de rendimiento en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos.	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Nivel de severidad del gusano cogollero por daño/planta	28
Figura 2.	Escala de daños de larvas de <i>Spodoptera frugiperda</i> en hojas	28

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.	Altura de planta (m) en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos.	31
Gráfico 2.	Altura de inserción de mazorca (cm).	32
Gráfico 3.	Rendimiento kg ha-1 en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz.	34
Gráfico 4.	Nivel de escala de daño de <i>Curvularia lunata</i> , con SD.	35
Gráfico 5.	Nivel de daño de <i>Spiroplasma kunkellii</i> , con SD.....	35
Gráfico 6.	Nivel de daño de <i>Puccinia sorghi</i> , con SD	36
Gráfico 7.	Nivel de daño de <i>Helminthosporium spp</i> , con SD.	37
Gráfico 8.	Nivel de daño de <i>Spodoptera frugiperda</i> , con SD	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 60 días.	49
Anexo 2.	Análisis de varianza de la variable altura inserción de mazorca.	49
Anexo 3.	Análisis de varianza de la longitud de mazorca.....	49
Anexo 4.	Análisis de varianza de la variable peso de grano por mazorca.	49
Anexo 5.	Análisis de varianza de la variable peso de 100 semillas.	50
Anexo 6.	Análisis de varianza de la variable relación grano tusa.	50
Anexo 7.	Análisis de varianza de la variable rendimiento.	50
Anexo 8.	Siembra del cultivo de maíz.....	50
Anexo 9.	Letreros con los diferentes tratamientos.	50
Anexo 10.	Fertilización del cultivo	51
Anexo 11.	Cultivo de maíz.....	51
Anexo 12.	Raleo del cultivo	51
Anexo 13.	Toma de datos de enfermedades	51
Anexo 14.	Toma de datos	52
Anexo 15.	Parcela de maíz	52
Anexo 16.	Cosecha del maíz	52
Anexo 17.	Mazorca cosechada MC Manabí.....	52

CÓDIGO DUBLÍN

Título:	“Evaluación del efecto de las mezclas intraespecíficas de genotipos en el maíz con el fin de reducir el ataque de plagas y enfermedades foliares.”
Autor:	<u>Karla Leticia Campuzano Santana</u>
Palabras clave:	Maize cryoll, varieties, biodiversity, genetics.
Fecha de publicación	
Resumen:	<p>En muchas regiones del mundo, los agricultores tienen preferencias locales para la siembra de mezclas de cultivares que les brindan resistencia a las plagas y enfermedades locales, y aumentan la estabilidad de los rendimientos. La biodiversidad ayuda a incrementar la resistencia a los problemas fitosanitarios, generando mayor apoyo biológico y así garantizar una mejor producción. (...)</p> <p>Abstract. - In many regions of the world, farmers have local preferences for planting cultivar mixtures that provide resistance to local pests and diseases, and increase the stability of yields. Biodiversity helps increase resistance to phytosanitary problems, generating greater biological support and thus guaranteeing better production. (...).</p>
Descripción:	
Url	

INTRODUCCIÓN

Las plagas y enfermedades son parte natural de cualquier ecosistema. Lo que temen los agricultores son los brotes o epidemias que pueden causar grandes pérdidas de rendimiento. Los agricultores de todo el mundo pierden un promedio del 10 al 16% de su cosecha anual debido a plagas y enfermedades, pero los casos varían ampliamente según el cultivo, la región y la amenaza: los agricultores pueden perder el 100% de los cultivos en una temporada debido a una sola plaga o enfermedad (Bioversity International, 2015). Estas pérdidas cobran un alto precio en los suministros de alimentos locales y regionales, ya sean enfermedades de marchitez en el banano, mosca del frijol y roya en los frijoles, tizón de las hojas en el maíz o roya en el arroz.

El cambio climático también está afectando los brotes de plagas y enfermedades. Los insectos ya consumen del 5 al 20% de los principales cultivos de cereales (Jarvis, 2011). El aumento de calor aumenta tanto el número como el apetito de los insectos, y los investigadores proyectan que destruirán casi un 50% más de trigo que en la actualidad con un aumento de 2 °C y un 30% más de maíz.

Los métodos comunes de control de plagas y enfermedades incluyen el uso de pesticidas, barreras físicas, rotación de cultivos y enemigos naturales de plagas. Sin embargo, se sabe menos acerca de cómo la diversidad de variedades de cultivos podría mejorar el manejo de plagas y enfermedades (Jarvis, 2011). El uso de la genética de resistencia a enfermedades ha permitido mantener la alta diversidad de maíz en las zonas dedicadas a su cultivo, es por tanto indispensable su conservación para poder amortiguar el ataque de las enfermedades a un nivel que no causen daños económicos.

En la investigación se estudiarán las diferentes mezclas entre cada genotipo. La diversidad existente permite que las enfermedades se manifiesten en distinto grado y es necesario investigar sobre el desarrollo epidemiológico de las mismas a fin de mitigar la pérdida de producción por las enfermedades. Una estrategia disponible para los agricultores es usar mezclas de variedades tradicionales y variedades modernas resistentes para disminuir el daño causado por plagas y enfermedades, así retener y utilizar las variedades tradicionales en las fincas mostrando inclusión.

CAPÍTULO I
CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problematización

1.1.1. Diagnóstico del problema

El uso de mezclas intraespecífica en los sistemas agrícolas de maíz ha sido un tema muy esquivo y por ende poco analizado, por lo que no se sabe a ciencia cierta qué repercusiones tendría esta, sobre los problemas fitosanitarios existentes en un cultivo, además el cambio climático que sigue repercutiendo en la fisiología de la planta que se presentan actualmente y a los que se podrían presentar en el futuro.

Se sabe que el uso excesivo de pesticidas se debe al incremento y a la resistencia que han adquirido las plagas y enfermedades actualmente, pero estos problemas se deben a que muchos de nuestros agricultores, han beneficiado a muchos problemas fitosanitarios realizando monocultivos que a ciencia cierta han sido los causantes de muchos problemas que se han vuelto epidémicos en el ámbito agrícola.

1.1.2. Planteamiento del problema

¿Las mezclas de maíces de distintas variedades ayudan a reducir el ataque de plagas y enfermedades?

¿Con mayores niveles de diversidad de maíces, la producción se vuelve más sostenible para el pequeño productor de maicero?

1.1.3. Formulación del problema

En base a la problemática abordada anteriormente se plantean las siguientes directrices:

¿Cuáles de las mezclas intraespecíficas de cultivo de maíz presenta menor presencia de plagas y enfermedades?

¿El maíz obtiene mayor rendimiento utilizando mezclas intraespecíficas balanceada?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Evaluar el efecto de las mezclas intraespecíficas de genotipos en el maíz con el fin de reducir el ataque de plagas y enfermedades foliares.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar la incidencia de las enfermedades foliares (*Curvularia lunata*, *Spiroplasma kunkellii*, *Puccinia sorghi* y *Helminthosporium spp*) en diferentes mezclas intraespecífica de maíz.
- Determinar la severidad de daño del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en diferentes mezclas intraespecífica de maíz.
- Plantear alternativas de manejo integrado de plagas y enfermedades en el cultivo de maíz a través del uso de mezclas de cultivares con diferentes niveles de resistencia.

1.3. Justificación

El desconocimiento del rendimiento productivo y de del uso de diferentes mezclas intraespecíficas es un gran reto que la comunidad agrícola mundial enfrenta hoy y con esto intenta desarrollar y mejorar su productividad para aliviar la pobreza y garantizar la seguridad alimentaria de manera sostenible. Mundialmente se reconoce que la diversidad fitogenética es esencial para satisfacer las necesidades a corto plazo y alcanzar la sostenibilidad a largo plazo.

Con la finalidad de desarrollar planes de manejo integrado en el cultivo de maíz en la actualidad, con miras a minimizar la incidencia de los problemas fitosanitarios antes mencionados. Mediante el uso de mezclas intraespecíficas se buscara reducir los principales problemas fitosanitarios en la zona maicera de Los Ríos y racionalizar el uso de agroquímicos en monocultivos y de productos tóxicos para el control de plagas y enfermedades para así promover un manejo más ecológico y saludable, sin provocar pérdidas de muchos cultivares de uso local por la concentración de los productores en uno o pocos cultivares provocando la siembra de grandes extensiones de monocultivos de variedades susceptibles debido a cierta preferencia inconsciente del consumidor. Con los datos obtenidos de esta investigación se genera información para beneficiarios tanto como productores de maíz y estudiantes.

CAPÍTULO II
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Morfología del maíz

El maíz es una planta anual, monoica con un gran desarrollo vegetativo, que puede alcanzar hasta los 5 m de altura (lo normal son 2 a 2,50 m) (Sevilla, 2001).

2.1.1.1. Clasificación taxonómica del maíz

Tabla 1. Taxonomía del cultivo de maíz

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Tribu:	Maydeas
Género:	Zea

2.1.1.2. Semillas

La semilla consiste en un embrión protegido por una fina cubierta seminal, tegumento o pericarpio. El embrión está compuesto por radícula, hipocótilo y epicótilo. Los cotiledones que son carnosos y que representan casi la totalidad del volumen y peso de la semilla, contienen el aceite y la proteína. Además, los cotiledones suministran alimentos a la plántula durante las primeras etapas de desarrollo, que comprenden aproximadamente dos semanas (Mora, 2019).

2.1.1.3. Sistema radicular

La planta tiene dos tipos de raíz, las primarias son robusta o duras, presentando además raíces adventicias son raíces secundarias, que nacen en los primeros nudos por encima de la superficie del suelo, ambas tienen la misión de mantener a la planta erecta, sin embargo, por

su gran masa de raíces es intolerante a suelos deficientes en nutrientes, y a caídas por severos vientos (Araujo, 2010).

2.1.1.4. Tallo

El tallo es simple y erecto, de elevada longitud llega hasta los 4 metros de altura, es robusto. Por su aspecto recuerda al de una caña, presenta entrenudos y una médula esponjosa. Es erecto, de estructura carnosa formado por nudos, se convierte en el eje central del sostén de la planta en donde se adhieren las hojas en posición alterna (Paliwal, 2001).

2.1.1.5. Hojas

Las hojas son largas, de gran tamaño, lanceoladas, alternas, paralelinervias. Se encuentran abrazadas al tallo y por el haz presenta vellosidades. Los extremos de las hojas son muy afilados y cortantes (Sabando, 2015).

2.1.1.6. Inflorescencia

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

En cuanto a la inflorescencia masculina presenta una panícula (vulgarmente denominadas espigón o penacho) de coloración amarilla que posee una cantidad muy elevada de polen en el orden de 20 a 25 millones de granos de polen. En cada florecilla.

En cambio, la inflorescencia femenina marca un menor contenido en granos de polen, alrededor de los 800 o 1000 granos y se forman en unas estructuras vegetativas denominadas espádices que se disponen de forma lateral (Zacapa, 2015).

2.1.1.7. Fruto

En la mazorca, cada grano o semilla es un fruto independiente llamado cariósipide que está insertado en el raquis cilíndrico u olote; la cantidad de grano producido por mazorca está limitada por el número de granos por hilera y de hileras por mazorca (Paucar, 2014).

2.1.2. Etapas fenológicas

2.1.2.1. Etapa vegetativa

Con condiciones ambientales adecuadas, la germinación comienza cuando la semilla absorbe, aproximadamente, el 50% de su peso en agua. Los 2 primeros estados vegetativos se los identifican con letras.

- **VE - Emergencia** - La emergencia ocurre cuando las primeras hojas, llamadas coleóptilos aparecen sobre la superficie del suelo. La radícula emerge rápidamente cerca de la punta del grano, dependiendo de las condiciones de humedad y temperatura del suelo. El coleóptilo emerge del lado del embrión del grano y es empujado hacia la superficie del suelo por la elongación del mesocótilo. El mesocótilo encierra las hojas de la plúmula, el cual se abre a medida que esta estructura se acerca a la superficie del suelo (López, 2013).
- **VC - Primera hoja** - Una hoja con lígula visible (estructura que se encuentra en la base de la lámina). La punta de la primera hoja en maíz es redondeada. Desde este momento hasta floración (R1), los estadios vegetativos son definidos por la hoja con lígula visible localizada en la parte superior de la planta (Henríquez, 2011).
- **V2 - Segunda hoja** - Las raíces nodales comienzan a emerger debajo del suelo. Las raíces seminales comienzan a senescer. La probabilidad de que heladas dañen las plántulas es baja, excepto por condiciones de frío extremo o siembras poco profundas (Timothy, 2003).
- **V4 - Cuarta hoja** - Las raíces nodales son dominantes, ocupando mayor volumen en el suelo que las raíces seminales. Las hojas aún siguen desarrollándose en el meristemo apical (crecimiento primario de la planta).
- **V6 - Sexta hoja** - Seis hojas con lígula visible. La primera hoja con punta redondeada senesció; se debe considerar este punto al realizar el conteo de las hojas. El punto de crecimiento emerge sobre la superficie del suelo.

- **V10 - Diez hojas** - Las raíces adventicias (o de anclaje) comienzan a desarrollarse en los nudos localizados en la parte inferior de la planta y por encima del suelo. Hasta este momento, la tasa de desarrollo foliar es aproximadamente de 2 a 3 días por hoja.
- **V14 - Catorce hojas** - Crecimiento rápido. Esta etapa ocurre aproximadamente dos semanas antes de floración. Se caracteriza por alta sensibilidad a estrés térmico e hídrico. Cuatro a seis hojas se expandirán desde este estadio hasta VT (espigado).
- **VT- Espigado** - Se están definiendo el número final de granos y el tamaño potencial de la mazorca. La última rama de la espiga es visible en el extremo de la planta. Los estigmas en el jilote pueden o no haber emergido.

2.1.2.2. Etapa reproductiva

- **R1 - Inicio de Floración** - La floración ocurre cuando un estigma es visible fuera de las hojas que cubren el jilote (“brácteas”). Los primeros estigmas en emerger son los que están asociados a granos potenciales en la base del jilote. Los estigmas permanecen activos hasta ser polinizados. El polen cae desde la espiga hasta los estigmas, fertilizando el óvulo para producir un embrión.
- **R2 - Ampolla** - Los estigmas se oscurecen y comienzan a secarse (aproximadamente 12 días después de floración). Los granos son blancos, similares a una ampolla y contienen un fluido claro. Los granos contienen cerca de 85 % de humedad. El embrión se desarrolla en cada grano. La división celular está completa y comienza el llenado de grano.
- **R3 -Grano lechoso** - Los estigmas se secan (aproximadamente 20 días después de floración). Los granos alcanzan su color final y contienen un fluido lechoso que puede ser extraído al presionarlos entre los dedos. Este fluido es el resultado de la acumulación de almidón. Los granos muestran externamente un color amarillo, en tanto que en el interior el fluido es de color blanco lechoso. Los granos, que en esta etapa presentan entre 71 y 74% de humedad como promedio, están óptimos para su consumo como choclo (Valverde, 2015).

2.1.3. Biodiversidad intraespecífica

La agricultura convencional o industrializada entiende que todos los organismos vivos que rodean al cultivo principal son competidores del mismo y que, por tanto, éste es el único que debe existir en la unidad de producción. La estabilidad es la base de la sostenibilidad del sistema y dado que para ello se ha complejizar base para que se den las interacciones ecológicas y su aproximación al funcionamiento natural, se debe recurrir a distintos métodos mediante la diversificación. Esta diversificación se consigue de las siguientes maneras:

- Aumentando la diversidad intraespecífica del cultivo a través del uso de diferentes variedades de la misma especie cultivada.
- Asociando distintos cultivos en el mismo espacio (asociaciones de cultivo).
- Sucediendo distintos cultivos en el tiempo para una parcela (rotaciones). La adecuada combinación de asociaciones-rotaciones es lo más adecuado para el cultivo, que en muchos casos puede tener un aumento considerable de su rendimiento.
- Asociando al cultivo especies silvestres como setos o cercas vivas y cubiertas vegetales naturales, tanto en los márgenes como entre el cultivo.

2.1.4. Importancia de la biodiversidad intraespecífica

La biodiversidad intraespecífica es útil para los pequeños y grandes productores, ya que ayuda a combatir muchas de las adversidades presentes y a hacer frente hacia las adversidades futura. Desde el punto de vista del agricultor, la biodiversidad intraespecífica la resistencia a plagas y enfermedades, dado que el cultivo desarrolla mayor apoyo biológico garantizando así la producción. Este apoyo se debe a una mejora en la biota del suelo como en la del entorno, creando una sinergia en el cultivo (Vera, 2017).

El manejo de la biodiversidad es complejo y sintético, incluye todos los niveles de la diversidad (ecosistemas, especies, genes y ambiente) y depende de varias disciplinas (genética, sistemas agrícolas, ciencias sociales (Brown, 2007).

La particularidad del medioambiente en distintos agroecosistemas, dada por la mezcla de selección natural, requiere de especies agrícolas con características genéticas que se adapten

a distintos medioambientes. Para que la producción de un determinado cultivo sea sostenible en el tiempo, la única forma de lograr esto es mediante el mejoramiento de variedades a la misma especie o biodiversidad intraespecífica, ya sean cultivos nativos o variedades adaptadas que poseen los pequeños productores (Marcillo, 2012).

En China se realizó un estudio similar en arroz, en el que se propuso tres pasos para medir el efecto de la biodiversidad intraespecífica en la producción. El primero era buscar índices que midan la biodiversidad dentro del cultivo y que puedan ser aplicadas en los modelos de uso de agroquímicos. El segundo trataba de mostrar la relación entre diversidad varietal y rendimiento, y el tercero propuso proveer la estimulación del impacto de la biodiversidad a la producción (Jarvis, 2011).

2.1.5. Pérdida de biodiversidad intraespecífica

Las causas de pérdida de la biodiversidad se atribuyen a fallas del mercado local y global. Estas causas se han venido originando por una mala distribución del beneficio económico de la investigación en biotecnología. Por lo tanto, los únicos beneficiarios de la biodiversidad intraespecífica son los que invirtieron en la investigación, esto se debe a que los pequeños productores o personas dueñas de la biodiversidad, ya que desconocen el potencial que oculta la riqueza biológica.

Mientras sepan darle utilidad a la biodiversidad, esta se conservará, pero en medida que se vayan perdiendo los conocimientos ancestrales y no se halle utilidad a las propiedades principales de cada planta, se generará una erosión genética.

El hecho de poseer la tecnología significa una ventaja ante el que utiliza la biodiversidad, más aún si no se dispone de la tecnología necesaria para el mejoramiento de semillas como es el caso de la agrobiodiversidad (Navarrete, 2017).

2.1.6. Competencia intraespecífica

Se da en las plantas de la misma especie. Evidentemente, estas tienen los mismos requerimientos físicos, químicos y biológicos, como por ejemplo las mismas necesidades de

nutrientes, agua, tipo de suelo, etc. Por estos motivos suele ser una competencia importante, pero todo dependerá de los recursos: si hay poca agua y hay muchas plantas, malo. Es importante tener en cuenta el marco de plantación, no sacrifiquemos la calidad de los frutos por aumentar la cantidad (Morales, 2008).

La competencia entre individuos de una misma especie es un hecho que se presenta sólo en poblaciones que han alcanzado unos niveles muy elevados en cantidad, situación en la cual la lucha por alimento y espacio impedirá la continuación del crecimiento poblacional y regresará la población al nivel que los recursos del ambiente puedan soportar. La competencia intraespecífica ha sido considerada como el único factor perfectamente independiente y responsable de evitar que las poblaciones alcancen magnitudes tan grandes que puedan conducir a la extinción de las mismas por agotamiento de todos los recursos existentes.

Desde el punto de vista práctico, la competencia intraespecífica es de escaso o ningún valor en términos de manejo de plagas, puesto que entrará en acción a unos niveles de población tan elevados que la harán ineficiente para nuestros propósitos de evitar daños de significación económica (Clavijo, 2003).

La biodiversidad de las plantas está constituida por tres categorías de especies en el paisaje rural:

- Aquellas especies de plantas cuidadas deliberadamente o cultivadas y cosechadas para producir alimento, fibra, combustible, forraje, madera, medicina, decoración o para otros usos.
- En el otro extremo, las especies silvestres presentes en las comunidades naturales y que benefician el ambiente agrícola suministrando protección, sombra y regulación de los recursos hídricos.
- Entre estos extremos, los parientes silvestres de las especies domesticadas que se cruzan con sus parientes cultivados y contribuyen al acervo de genes de éstos, y que sobreviven de manera autónoma, compartiendo muchas de las plagas y enfermedades de los cultivos, y que a veces son consumidos para aliviar el hambre.

2.1.7. Multilíneas y mezclas para el control de enfermedades

En muchas regiones del mundo, los agricultores tienen preferencias locales para la siembra de mezclas de cultivares que les brindan resistencia a las plagas y enfermedades locales, y aumentan la estabilidad de los rendimientos. Por tanto, la diversidad dentro de un cultivo (lograda mediante mezclas de variedades, las multilíneas o el uso planificado de diferentes variedades en el mismo ambiente de producción) puede reducir el daño ocasionado por plagas y enfermedades (Alemayehu & Parlevliet 2006).

Otra estrategia disponible para los agricultores es usar mezclas de variedades tradicionales y variedades modernas resistentes para disminuir el daño causado por plagas y enfermedades y así retener y utilizar las variedades tradicionales en sus fincas mostraron que la inclusión, durante tres ciclos de cultivo, de un 25 a 50% de una variedad resistente en una mezcla de frijoles susceptibles a la mancha angular de la hoja (MAH, causada por *Colletotrichum lindemuthianum*) servía para dos propósitos: proteger los componentes susceptibles de la mezcla local y aumentar significativamente los rendimientos, por encima de lo esperado. Sin embargo, no aparece ningún beneficio en los rendimientos sin la presión de las enfermedades. Estas nuevas fuentes de resistencia y su uso en las mezclas pueden ayudar a conservar las variedades tradicionales y a disminuir su desplazamiento por los monocultivos (Alemayehu & Parlevliet 2006).

Las multilíneas son mezclas de líneas o variedades genéticamente similares que difieren sólo en sus niveles de resistencia a diferentes patotipos. Los estudios epidemiológicos de las poblaciones del patógeno en mezclas varietales experimentales y en multilíneas son una prueba empírica para determinar si la heterogeneidad en la resistencia de una población de cultivares nativos podría también reducir la dispersión de la enfermedad (Jarvis, 2011).

Las mezclas intraespecíficas de las variedades locales son el resultado de la adaptación a un ambiente agrícola de bajos insumos, variación del clima, tipo de suelo, topografía, los sistemas agrícolas de la zona y la presencia de plagas y enfermedades; siendo, además, muy importante la presencia del agricultor quién ha tenido una activa participación en la formación y conservación de la diversidad genética de las variedades locales, conservando la semilla año tras año (Coronel, 2010).

La competencia y la compensación son las interacciones más importantes que ocurren entre los genotipos de poblaciones de plantas, y ambas influyen en el rendimiento y en la estabilidad del rendimiento. Cuando la enfermedad está ausente, las mezclas tienden a tener rendimientos cercanos a la media de sus componentes y en general sus promedios son un poco más altos que la media. El aumento en el rendimiento de las mezclas de genotipos puede surgir en parte de la diferenciación de nichos entre sus componentes (Odorizzi, 2015).

Los niveles de enfermedad en las mezclas casi siempre son más bajos que el nivel promedio de sus componentes. Cuando la enfermedad está presente, las mezclas de cultivares generalmente tienen un rendimiento mayor que la media de los componentes cultivados solos. Aunque en los monocultivos es clara la correlación entre la severidad de la enfermedad y el rendimiento, no siempre lo es en las mezclas. Esto se explica porque la correlación entre la severidad de la enfermedad y el rendimiento de las plantas individuales que componen la mezcla generalmente es baja. Una razón importante para esta poca correlación es el efecto de la enfermedad en las interacciones competitivas entre cultivares (Jarvis, 2011).

2.1.8. Adaptabilidad de la variación en cultivares nativos

La adaptabilidad cumple un papel relevante, en razón de los procesos que deben ajustarse para que los monocultivos y cultivos no tradicionales logren vincularse para la obtención de productos alternativos. En muchas ocasiones la adaptabilidad inadecuada es causada por la diversidad de problemas existentes al tratar de adaptarse a las nuevas exigencias implementadas por los cambios climáticos, enfermedades no controladas en los monocultivos, la parte socioeconómica, entre otros. El estudio de las características morfológicas y el comportamiento de la población en ambientes benignos y adversos parecen estar distanciados de los cálculos de diversidad del ADN y de sus patrones.

2.1.9. Especies cultivadas y parientes silvestres en áreas agrícolas

Desafortunadamente, los parientes silvestres de los cultivos también están en riesgo, no sólo debido al cambio climático sino también a otras presiones como el sobrepastoreo; la fragmentación, degradación y pérdida de hábitats; la invasión de especies exóticas; y la sobreexplotación. Hasta hace muy poco, la principal estrategia de conservación adoptada

para los parientes silvestres de los cultivos había sido ex situ, mediante el mantenimiento de muestras, incluyendo semillas o material vegetativo, en diversos tipos de bancos de germoplasma u otras instalaciones.

Por tanto, los beneficios de la biodiversidad que se acumularán con la aplicación de este enfoque, además de la conservación de la agrobiodiversidad, incluirán un menor daño al medio ambiente, y la conservación de los insectos, los hongos, los microorganismos del suelo y la biodiversidad acuática de los ecosistemas adyacentes (Altieri, 2009).

2.1.10. Valor nutricional de las especies y variedades comestibles tradicionales

En algunos casos, se ha demostrado claramente que diversas especies recolectadas aportan nutrientes específicos y que muchas de las especies nativas tienen propiedades nutricionales excepcionales. La documentación sobre la contribución de la diversidad intraespecífica a la nutrición y la salud ha recibido poca atención, y pocos recursos analíticos. La investigación en fincas demuestra la riqueza de las creencias y el conocimiento tradicional respecto de las propiedades saludables, sensoriales y culinarias de las variedades locales de los cultivos (FAO 2001).

2.1.11. Distribución espacial dentro de la parcela de la diversidad genética del cultivo

Los agricultores pueden sembrar sus cultivos como monocultivos varietales o como mezclas de una especie y también pueden usar diversos patrones de cultivos asociados. Cada una de estas estrategias afecta la distribución y el nivel de las interacciones entre hospederos y patógenos (Altieri, 2009).

2.1.12. Combinaciones de variedades

La combinación de variedades se basó en un análisis cuidadoso de su resistencia genética, caracteres agronómicos, valor económico, condiciones locales de cultivo y hábitos de siembra de los agricultores. El estándar de selección para la resistencia se basó en que la

similitud entre variedades no debía ser superior al 70%, usando el análisis de RGA. Las variedades altas se combinaron con las bajas, con base en el prerrequisito de que la diferencia en altura debía ser mayor de 30 cm (Borja, 2015).

Para estimular la participación de los agricultores, las mezclas de variedades deberían proveer un efecto económico complementario y satisfacer las demandas de alto rendimiento y calidad. Se seleccionaron variedades tradicionales en mezclas con variedades modernas, con base en condiciones locales del cultivo como riego, fertilidad y productividad del suelo, y elevación. Igualmente, las variedades favorecidas por los agricultores se escogieron para siembra en mezclas que se adaptaran a los hábitos locales de siembra (Zhu, 2007).

2.1.13. Enfermedades foliares en el maíz

Las enfermedades foliares son las más visibles en la planta de maíz por lo tanto a primera vista, son más alarmantes. Muchas enfermedades foliares avanzan desde las hojas inferiores hacia las superiores a medida que los azúcares son traslocados de las hojas a las mazorcas. Las enfermedades foliares de importancia global que se encuentran en el maíz en la zona tropical son los tizones, las manchas y las royas de las hojas (Delgado, 2016).

Todas estas enfermedades matan una importante área de la hoja y reducen de este modo la superficie fotosintetizadora. Por lo general, estas enfermedades no cubren toda la vida de la planta y esta no muere, continuando con su acción fotosintética en las partes de la hoja que permanecen verdes y libres de la enfermedad; sin embargo, la productividad de la planta se reduce. En el caso de los maíces forrajeros, el total de materia seca disminuye y la calidad del forraje es menor (Martínez, 2010).

2.1.14. *Curvularia lunata*

La mancha de la *Curvularia* es causada por los hongos *Curvularia lunata* y *C. pallenscens*. La enfermedad produce pequeñas manchas necróticas circulares, con un halo ligeramente coloreado y márgenes rojizo-marrones a marrón oscuro. Es una enfermedad prevalente en ambientes húmedos y cálidos y los daños económicos no son muy importantes (Calderón, 2011).

2.1.15. Tizones de las hojas

El tizón es causado por *Exserohilum turcicum* (*Helminthosporium spp*). Este tizón ocurre comúnmente en los ambientes subtropicales y de altura más frescos; es particularmente severo en los cultivares subtropicales donde el germoplasma de zona templada ha sido retro cruzado y no afecta severamente a los germoplasmas tropicales. Los primeros síntomas de la enfermedad aparecen como manchas ovaladas húmedas en las hojas de la parte baja, progresando después hacia las superiores (Magnone, 2012).

Estas manchas se unen unas con otras y crecen en forma alargada como lesiones necróticas de forma ahusada. En el caso de infecciones intensas las hojas pueden secarse completamente y morir prematuramente, sobre todo si las plantas han sido afectadas por la sequía. Se conocen razas hospedantes y razas fisiológicas del hongo específicas y se han encontrado fuentes de resistencia monogénicas y poligénicas que se han usado para desarrollar germoplasma resistente. Este tizón es considerado un problema solo cuando germoplasmas de zona templada y no adaptados se introducen en zonas tropicales (Magnone, 2012).

2.1.16. Royas de la hoja

Hay tres tipos de royas de importancia económica que atacan al maíz: la roya común, la roya del sur y la roya tropical. La roya común prevalece en ambientes frescos y tierras altas y la roya del sur es una enfermedad de tierras bajas y ambiente cálido. Estas royas tienen, a veces, una distribución estacional: la roya común aparece al inicio de la estación del maíz y la roya del sur aparece, por lo general, al final de la estación cuando decrecen las lluvias y están cerca de su fin.

La roya tropical es más irregular en su distribución. Las variedades locales de maíz donde las royas son endémicas han desarrollado un buen nivel de tolerancia a la enfermedad y, por el contrario, los germoplasmas exóticos o introducidos son atacados más severamente por las mismas. Los síntomas de la enfermedad se observan principalmente en forma de pústulas blancas redondas a ovals debajo de la epidermis de las hojas. Las pústulas están organizadas en racimos paralelos a las venas de la hoja, en ambos lados de las hojas. A medida que se

agrandan, se vuelven de color púrpura a negro y, finalmente, estallan, dejando una lesión de apertura brillante conspicua en su centro. Cuando el ataque es severo, las pústulas se unen, lo que resulta en una caída prematura de la hoja. El hongo es altamente destructivo y puede causar pérdidas severas de rendimiento si infecta las plantas antes de la etapa de floración. (Cervantes, 2012).

La roya común es causada por el hongo *Puccinia sorghi* que está ampliamente distribuido; ataca el maíz y el teosinte, pero no es frecuente sobre el sorgo y su huésped alternativo es el *Oxalis*. La roya común es más conspicua en las variedades susceptibles de maíz, en el momento de la floración masculina cuando es posible ver pequeñas pústulas pulverulentas de color marrón en ambos lados de las hojas. Las pústulas toman un color marrón oscuro a medida que la planta madura y las bajas temperaturas y la alta humedad favorecen su desarrollo y difusión. Se han identificado varias razas fisiológicas de *Puccinia sorghi* y se han separado por su reacción a diferentes líneas de maíz (Cervantes, 2012).

2.1.17. Plagas en el cultivo de maíz

El maíz (*Zea mays L.*), al igual que otros cultivos explotarlos a nivel comercial es atacado por numerosos insectos plagas, los mismos que a su vez poseen sus respectivos enemigos naturales. Varios son los insectos que causan daños a este cultivo, ya sea atacando la semilla, las raíces, el tallo, las hojas y el fruto. Sin embargo, unos pocos son de importancia económica. En la actualidad, el "gusano cogollero", *Spodoptera frugiperda*; el "barrenador del tallo", *Diatraea spp.* y el "falso medidor", *Mocis latipes*, constituyen las principales plagas del cultivo de maíz (García, 2009).

2.1.18. Gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*)

Es uno del insecto-plaga más importante del maíz y de otros cultivos económicos tanto del Ecuador como de varios países de América. Este espécimen se encuentra presente y llega a ser un serio problema en los trópicos y zonas subtropicales de clima cálido. El gusano cogollero selecciona hojas y brotes tiernos, especialmente de los cogollos para alimentarse, convirtiéndose en un masticador del tejido vegetal. Las hembras durante el día permanecen escondidas en el follaje y al atardecer (crepúsculo) son activas, se aparean y ovipositan sobre

las hojas del maíz, en el suelo, en las malezas o sobre residuos de cosecha. Las larvas comienzan a alimentarse ocasionando los primeros daños en el haz o envés de las hojas de las plántulas de maíz, sin llegar a perforarlas.

Estos daños tienen la apariencia de manchas blancas dispersas en la superficie de las hojas. Las larvas se alimentan de las hojas hasta la segunda muda y luego avanzan hacia el interior del cogollo de la planta, donde devoran el tejido tierno de las hojas apicales. A las plantas recién nacidas pueden causarles la muerte y a las de mayor edad un crecimiento anormal (García, 2009).

El cogollero hace raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer el cogollo que, al desplegarse, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas comidas.

Una infestación no controlada de *S. frugiperda* puede ocasionar una reducción del rendimiento del 13 al 60 %, la pérdida de área foliar, o la inhibición de la emisión de las inflorescencias durante la floración de la planta adulta. De hecho, las plantas de maíz son susceptibles de ser dañadas por el gusano cogollero durante la mayor parte de su desarrollo vegetativo, de la emergencia hasta 55-60 días después de dicha fase; por lo tanto, es en esta etapa cuando se debe monitorear la presencia de la plaga y en su caso aplicar las medidas de control necesarias (Sosa, 2003).

Durante el ciclo vegetativo del cultivo, nos podemos valer de la escala de Davis para identificar el nivel de daño alcanzado y relacionarlo con el tamaño de la larva presente en ese momento. Las numerosas pérdidas causadas por "*Spodoptera frugiperda*" se deben a su poder de adaptación a diferentes condiciones lo cual ha permitido que su distribución geográfica sea amplia.

En las últimas décadas, el uso intensivo de plaguicidas de amplio espectro contra este insecto ha ocasionado el desarrollo de resistencia a algunos de los productos registrados para su control. El uso excesivo de estos productos está relacionado con la resurgencia de otras plagas, contaminación ambiental y la intoxicación crónica de los productores que los apliquen sin medidas adecuadas de protección personal (García, 2009).

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización de la investigación

La presente investigación se llevó a cabo en el Campus Experimental “La María” de propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en Km 7 ½ de la vía Quevedo – El Empalme, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos, cuya ubicación geográfica es de 01° 04’ 48” de latitud Sur y 79° 30’ 06” de longitud Oeste, a una altura de 77 metros sobre el nivel del mar.

3.1.1. Características edafoclimáticas

En la Tabla 2 se presentan las características edafoclimáticas de la zona donde se realizó la investigación y sus diferentes promedios.

Tabla 2. Características edafoclimáticas de la Finca Experimental “La María”. UTEQ

Parámetros	Promedio
Precipitación media anual (mm)	2223.80
Temperatura media anual (°C)	26 °C
Humedad relativa (%)	83
Heliofanía anual (Horas/luz/año)	894.66 horas/luz/año
Topografía	Relieve irregular
pH del suelo	6.5

Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Estación Experimental Tropical Pichilingue; 2020.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de esta investigación es de carácter descriptivo e investigativo que permitió evaluar el efecto de las mezclas intraespecíficas de genotipos en el maíz con el fin de reducir el ataque de plagas y enfermedades foliares.

3.3. Métodos de investigación

Se utilizó diferentes métodos de investigación, lo cuales se complementaron y facilitaron el desarrollo y entendimiento del experimento, entre los cuales se detallan:

Método inductivo: en base a este método la investigación es flexible y puede ser exploradas las diferentes variables, así como como los diferentes tratamientos del mismo.

Método deductivo: basándose en información generalizada existente en diferentes fuentes bibliográficas sobre mezclas intraespecífica. Este método permitiría la determinación del comportamiento agronómico y sanitario específico de la siembra en las mezclas intraespecífica de variedades e híbridos de maíz.

Método experimental puro o clásico: este tipo de método implica la manipulación de variables, en este caso tanto para el comportamiento agronómico y sanitario de mezclas intraespecíficas de variedades e híbridos de maíz.

3.4. Fuentes de recopilación de información

En el desarrollo del proyecto de investigación se priorizo que la información provenga de fuentes primarias y secundarias. La información primaria resultó de la observación directa a través de los datos registrados de las variables estudiadas, mientras que la información secundaria provino de aquella información situada en libros, revistas científicas, publicaciones en línea, proyectos de investigación similares, para contrastar y corroborar los datos obtenidos en este presente proyecto

3.5. Diseño de la investigación

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y diez tratamientos Para la comparación de las medias de tratamientos se utilizó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. Para el análisis de datos se utilizó el programa estadístico INFOSTAT 2020 (Di Rienzo *et al.* 2020).

Tabla 3. Esquema del análisis de varianza

	Fuente de variación	Grados de libertad
Bloque	b-1	2
Tratamiento	t -1	9
Error experimental	(t-1) (b-1)	18
Total	tb -1	29

Las mezclas sembradas fueron de cuatro cultivares con mayor potencial de aceptación por parte de los productores: los híbridos predominantes comerciales locales que se combina con dos variedades criollas con características de resistencia y tolerancia a los problemas sanitarios prevalentes. También se hizo una comparación de las parcelas de monocultivo con las de mezcla, dando lugar a 10 combinaciones de cultivares mostradas en la Tabla 4.

Tabla 4. Tratamientos utilizados

N.º	Mezclas de híbridos y variedades criollas de maíz
1	INIAP-551 + maíz criollo Manabí
2	INIAP-551 + maíz criollo Palenque
3	DAS-3385 + maíz criollo Manabí
4	DAS-3385 + maíz criollo Palenque
5	INIAP-551 + maíz criollo Manabí + maíz criollo Palenque
6	DAS-3385 + maíz criollo Manabí + maíz criollo Palenque
7	INIAP-551
8	DAS-3385
9	Maíz criollo Manabí
10	Maíz criollo Palenque

3.5.1. Características de las unidades experimentales

Las características de las unidades experimentales utilizadas en el desarrollo del trabajo de investigación fueron las siguientes:

Tabla 5. Detalles de las características del experimento a realizar

Características	
Dimensiones de cada unidad experimental	5,0 m * 3,20 m
Área de cada unidad experimental	16 m ²
Distancia entre hileras de maíz	0.80 m
Distancia entre plantas	0.20 m
Número de hileras por parcela	4
Número de plantas por hilera	25
Número de plantas por unidad experimental	100
Número de plantas útiles por unidad experimental	50

3.6. Instrumentos de investigación

3.6.1. Manejo del experimento

- **Preparación del suelo**

Estando consignada el área de trabajo para realizar la investigación se procederá a preparar el terreno con dos pases de rastra, con el fin de que el suelo quede idóneo para la siembra.

- **Siembra**

La siembra se la realizara manualmente utilizando un espeque depositando 2 semilla por golpe de acuerdo a la distancia de siembra en. La semilla es curada con (VITAVAX 400) de acción sistémica, antes de la siembra con el fin de protegerla de los ataques de insectos y hongos.

- **Control de malezas**

Métodos culturales, consiste en usar prácticas de manejo que proporcionan al cultivo una mayor competencia con malas hierbas. El control químico de malezas se realizó a través de la aplicación de preemergentes Pendi-methalina y Paraquat a razón de 2,0 y 1,5 l ha⁻¹, respectivamente.

- **Control de plagas y enfermedades**

Debido a la naturaleza de la investigación no se hizo ninguna aplicación de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades.

- **Fertilización**

La fertilización se realizó con NPK (Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K)), a los 8, 20, 35 y 60 días después de la siembra, además se aplicó (Evergreen) en dosis de 0,5 a 1 lit por ha, a los 25, 45, 65 DDS

- **Cosecha**

La cosecha se realizó de manera manual, cuando las plantas presenten su madurez fisiológica.

3.7. Tratamiento de los datos

- **Altura de planta**

Se realizó desde el nivel del suelo hasta la base de la panoja masculina. La muestra de 10 plantas tomadas al azar de cada parcela útil, se utilizó una regla para la medición y la unidad se expresará en metros. Se evaluó a los 60 días después de la siembra.

- **Altura inserción mazorca**

Para esta variable se midió al azar un total de 10 plantas en el área útil de cada parcela experimental con cinta métrica desde la base del tallo hasta el nódulo de la inserción de mazorca, para posteriormente promediar y expresar la media en centímetros.

- **Longitud de mazorca**

De cada parcela del área experimental se tomaron 10 mazorcas al azar por cada manipulación en cosecha, midiendo desde la parte inferior hasta el ápice, para luego promediar dichos valores y expresar en centímetros.

➤ **Peso de 100 semillas**

De cada parcela del área experimental se tomaron mazorcas al azar por cada tratamiento al momento de la cosecha para luego pesar 100 semillas.

➤ **Peso de granos por mazorca**

De cada parcela del área experimental se tomaron 10 mazorcas y se registrará el peso de todos los granos y será expresado en gramos.

➤ **Relación grano-tusa**

La relación grano/tusa se determinó tomando una muestra de 10 mazorca desgranada manualmente, dividiendo el peso del grano por el peso de la tusa.

➤ **Rendimiento**

Se registró el peso de todo el grano obtenido en cada unidad experimental, luego se llevaron dichos valores a kg ha^{-1} por medio de regla de tres simples.

➤ **Enfermedades foliares** (Mancha de la hoja; *Curvularia lunata*, *Spiroplasma kunkellii*, *Puccinia sorghi* y *Helminthosporium spp*).

En las plantas seleccionadas para la medición del daño causado por las enfermedades foliares, se utilizó una escala arbitraria propuesta por el CIMMYT, y se evaluó a los 45 y 65 días de edad del cultivo donde:

Tabla 6. Escala arbitraria de CIMMYT.

Escala	Porcentaje de 0 – 100	Daño
1	0	Ninguno
2	0 - 5	Leve
3	5 – 20	Moderado
4	20 - 50	Severo
5	50 - 100	Muy severo

➤ **Nivel de severidad del gusano cogollero por daño/planta**

Para establecer este dato, se realizó el monitoreo del cogollo de las plantas de maíz en toda el área útil de las unidades experimentales, evaluando el daño causado por (*Spodoptera frugiperda*). La evaluación se llevó a cabo tomando 20 plantas por tratamiento, registrando el número de plantas sanas y dañadas, según escala de Davis y se evaluará a los 20 y 30 días de edad del cultivo evidenciado por:

1. Hojas roídas
2. Excretas frescas
3. Perforaciones de la hoja.



Figura 1. Nivel de severidad del gusano cogollero por daño/planta.

1	Lesiones mínimas en las hojas del cogollo
2	Pequeños agujeros y lesiones circulares
3	Pequeñas lesiones circulares y pocas lesiones alargadas <1,3 cm
4	Lesiones alargadas entre 1,3-2,5 cm en hojas del cogollo y en hojas desplegadas
5	Lesiones alargadas > 2,5 cm y pocos orificios pequeños a medianos, uniformes a irregulares
6	Lesiones alargadas > 2,5 cm con pocos orificios grandes
7	Muchas lesiones alargadas de todos los tamaños y varios orificios grandes
8	Muchas lesiones alargadas de todos los tamaños y muchos orificios grandes
9	Planta prácticamente destruida

Figura 2. Escala de daños de larvas de *Spodoptera frugiperda* en hojas.

3.8. Recursos humanos y materiales.

3.8.1. Recursos humanos.

- Estudiante responsable del Proyecto de Investigación
- Docente director del Proyecto de Investigación

3.8.2. Recursos experimentales.

- Dos híbridos comerciales (DAS 3385, INIAP 551) y dos variedades criollas de maíz de la colección del banco de germoplasma que tiene el INIAP – Pichilingue.

3.8.3. Recursos materiales.

- Estacas
- Fichas para letreros
- Flexómetro
- Machete
- Excavadora
- Bomba de mochila
- Cinta graduada
- Balde
- Esfero
- Computadora
- Resma de papel
- Cámara fotográfica
- Balanza digital
- Fundas plásticas
- Impresora
- Marcadores
- Libreta de campo
- Memoria USB

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Altura de la planta

En el Grafico 1, Se muestran los valores promedio de altura de planta a los 60 días después de la siembra; el análisis de varianza no detectó significancia estadística entre los tratamientos evaluados (Anexo 1). Se determinó que el monocultivo MC-Manabí con 2,64 m registró la mayor altura de planta, las parcelas de monocultivos de INIAP-551 y DAS-3385 presentaron promedios inferiores con 2,30 y 2,33 m, respectivamente. Las diferentes mezclas constituidas obtuvieron un promedio que oscilaron 2,45 a 2,59 m.

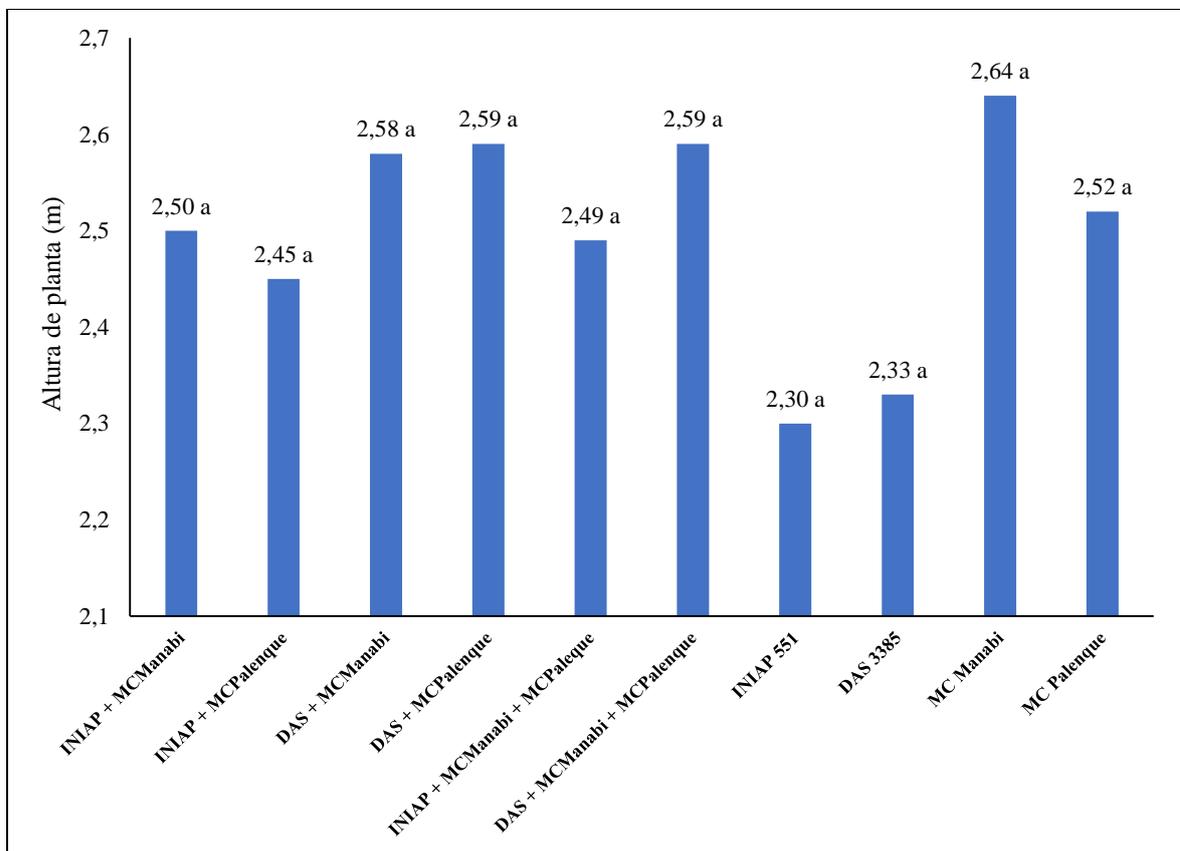


Gráfico 1. Altura de planta (m) en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos.

4.1.2. Altura inserción mazorca

El análisis de varianza no determinó diferencias significativas entre los tratamientos bajo estudio (Anexo 2). En esta variable el monocultivo MC-Manabí, con 139.30 cm registró el

promedio superior al resto de mezclas y monocultivos que presentan valores que van desde los 120 cm hasta 130 cm. (gráf. 2).

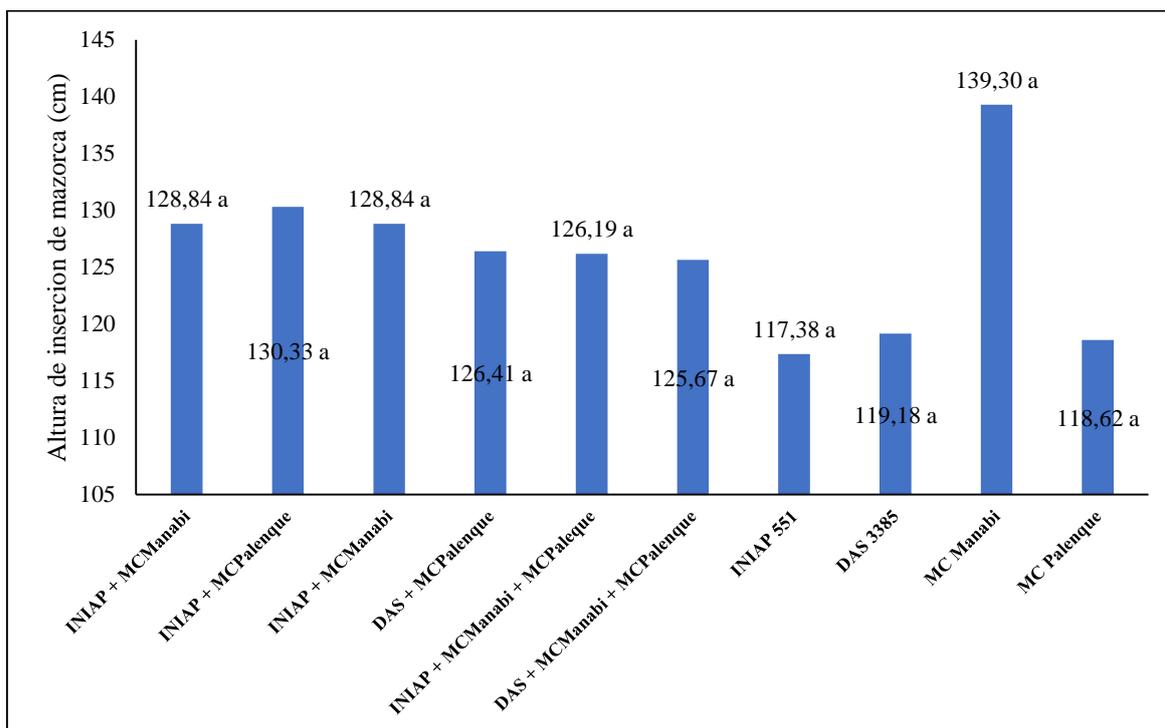


Gráfico 2. Altura de inserción de mazorca (cm).

4.1.3. Variables del rendimiento en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos

La variable longitud de mazorca no presentó significancia estadística alguna, siendo su coeficiente de variación 18,69%. Según la prueba de rangos múltiples de Tukey el tratamiento monocultivo INIAP-551 registro el mayor promedio en esta variable con 20,18 cm, en igualdad estadística a los tratamientos restantes que presentaron promedios que oscilaron de 15,39 a 14,40 cm (Tabla 7).

Los valores de la variable peso de grano por mazorca se presenta en la Tabla 7. Según el análisis de varianza (Anexo 4) los tratamientos mostraron significancia estadística, obteniendo un coeficiente de variabilidad del 8.63%. Realizada la prueba de rangos múltiples de Tukey el tratamiento que registró el mayor promedio fue el híbrido DAS-3385 con 117,33 en igualdad estadística a los tratamientos monocultivos INIAP-551, MC-Palenque y a las mezclas constituidas con INIAP-551 + MC-Manabí; DAS-3385 + MC-Palenque; DAS-3385

+ MC-Manabí, superior al resto de tratamientos que obtuvieron promedios que oscilan de 90,83 a 80,17 g.

En la variable peso de cien semillas no se registró significancia estadística, siendo su coeficiente de variación de 12,12% (Anexo 5). De acuerdo a la prueba de rangos múltiples de Tukey el tratamiento monocultivo DAS-3385 presente el mayor promedio de peso de cien mazorcas con 36,67 sin diferir estadísticamente del resto de tratamiento que obtuvieron promedios de 35,00 a 28,33 g (Tabla 7).

Los resultados de la relación grano tusa se presentan en la Tabla 7. Según el análisis de varianza (Anexo 6) no se registró significancia estadística alguna, siendo su coeficiente de variabilidad de 11,73%. La prueba de rangos múltiples de Tukey la mejor relación de grano tusa para el tratamiento monocultivo MC-Palenque con 5,59, sin diferir estadísticamente del resto de tratamiento que registraron promedios de 4 a 5 veces más peso del grano sobre la tusa.

Tabla 7. Principales características de componentes de rendimiento en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos.

Tratamientos	Longitud de mazorca (cm)	Peso de grano por mazorca (g)	Peso de 100 semillas (g)	Relación grano tusa
INIAP + MCManabi	14,88 a	96,33 ab	31,67 a	5,07 a
INIAP + MCPalenque	14,63 a	87,17 b	28,33 a	4,71 a
DAS + MCManabi	14,76 a	102,00 ab	35,00 a	4,97 a
DAS + MCPalenque	15,39 a	93,17 ab	33,33 a	4,47 a
INIAP + MCManabi + MCPaleque	15,05 a	90,33 b	31,67 a	4,32 a
DAS + MCManabi + MCPalenque	14,93 a	90,83 b	35,00 a	4,57 a
INIAP 551	20,15 a	100,06 ab	33,33 a	4,44 a
DAS 3385	15,10 a	117,33 a	36,67 a	4,91 a
MC Manabí	14,40 a	90,67 b	30,00 a	5,59 a
MC Palenque	15,18 a	96,33 ab	33,33 a	4,61 a
CV (%)	18,69	8,63	12,12	11,73

4.1.4. Rendimiento

En el Gráfico 3, se aprecian los valores promedios de rendimiento; el análisis de varianza detectó diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados. La prueba de rangos múltiples de Tukey determinó que el monocultivo DAS-3385 fue el que presentó mayor rendimiento con 5966,67 kg ha⁻¹, sin diferir estadísticamente de los tratamientos monocultivos INIAP-551; MC-Palenque y las mezclas INIAP-551 + MC-Manabí; DAS-3385 + MC-Manabí; DAS-3385 + MC-Palenque y superior al resto de tratamientos que obtuvieron promedios por debajo de los 5000 kg ha⁻¹.

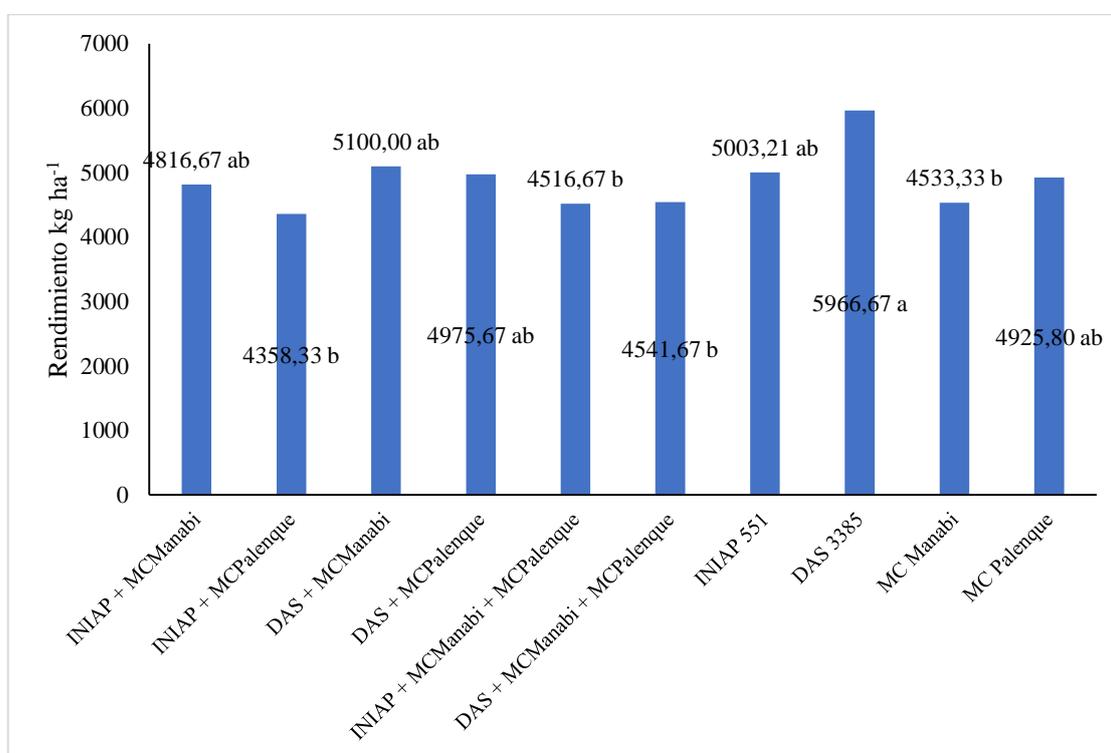


Gráfico 3. Rendimiento kg ha⁻¹ en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz.

4.1.5. Enfermedades foliares

4.1.5.1. Nivel de daño de *Curvularia lunata*

Se determinó que los monocultivos comerciales INIAP-551 y DAS-3385 a los 65 días tuvo mayor afectación que los otros tratamientos. Mientras que los tratamientos constituidos por las diferentes mezclas resultaron ser más tolerante a la enfermedad donde se evidencia que la evolución de la enfermedad es mínima sin causar mayores daños económicos (Gráfico 4).

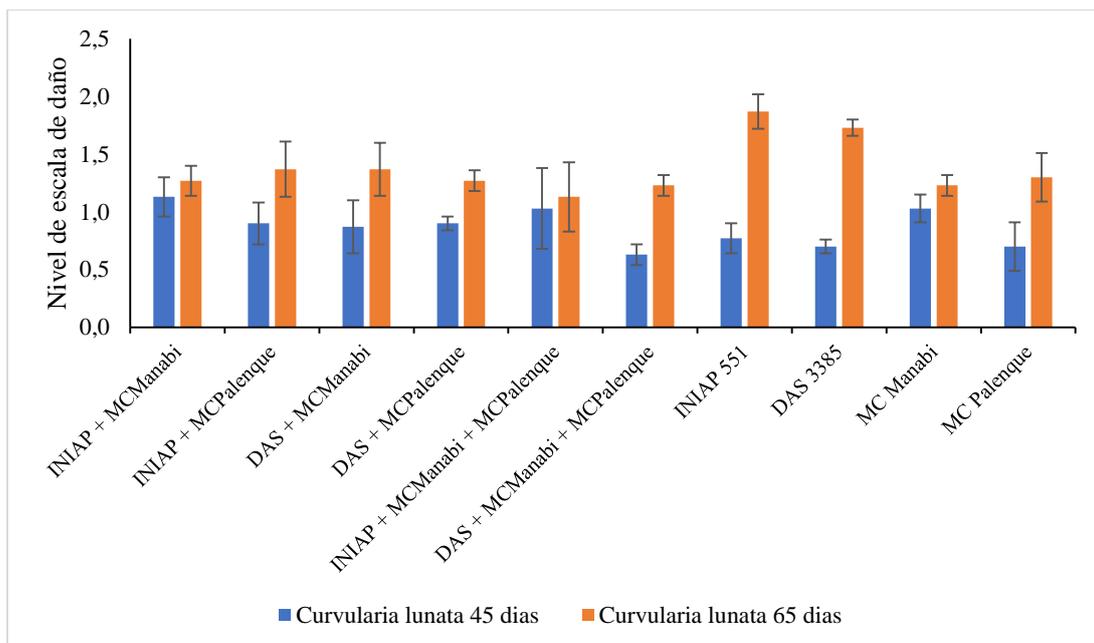


Gráfico 4. Nivel de escala de daño de *Curvularia lunata*, con SD.

4.1.5.2. Nivel de daño de *Spiroplasma kunkellii*

En el Gráfico 5, Se aprecia el nivel de daño de *Spiroplasma kunkellii*. Se determinó que los tratamientos monocultivos a los 65 días tuvieron una mayor afectación con valores cercano al 1,0 nivel de daño. Mientras que los tratamientos constituidos por las diferentes mezclas presentaron el menor nivel de daño de *Spiroplasma kunkellii* muy inferior al esperado.

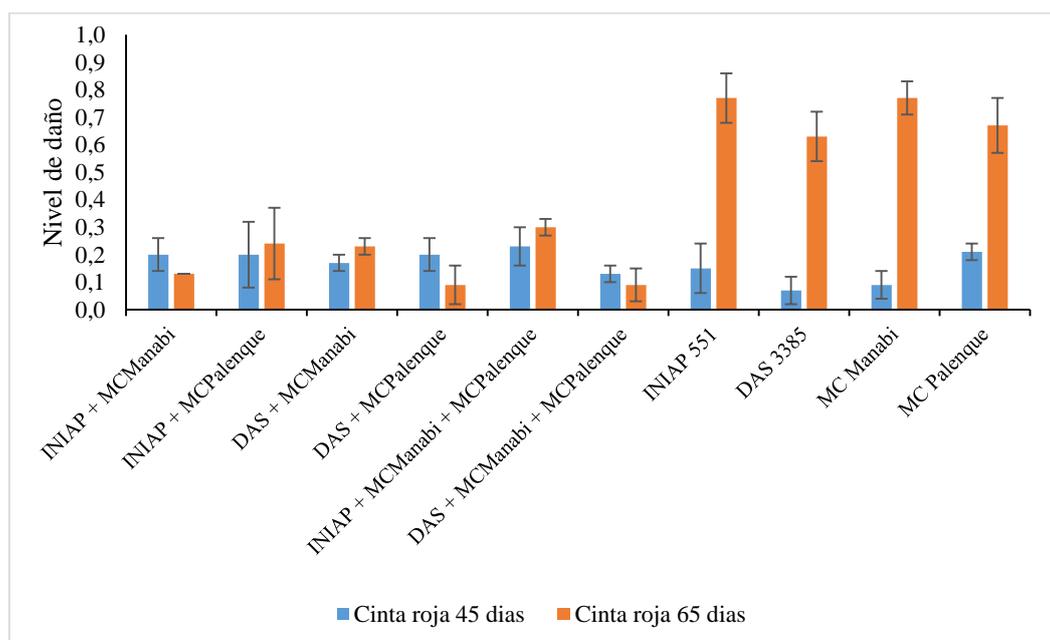


Gráfico 5. Nivel de daño de *Spiroplasma kunkellii*, con SD.

4.1.5.3. Nivel de daño de *Puccinia sorghi*

En el Gráfico 6, Se aprecia el nivel de daño de *Puccinia sorghi*. Se determinó que el monocultivo INIAP-551 a los 65 días tuvo una mayor afectación con 0,73 nivel de daño. Mientras que las mezclas de DAS-3385 + MC-Manabí + MC-Palenque presento el menor nivel de daño de *Puccinia sorghi* con 0,13.

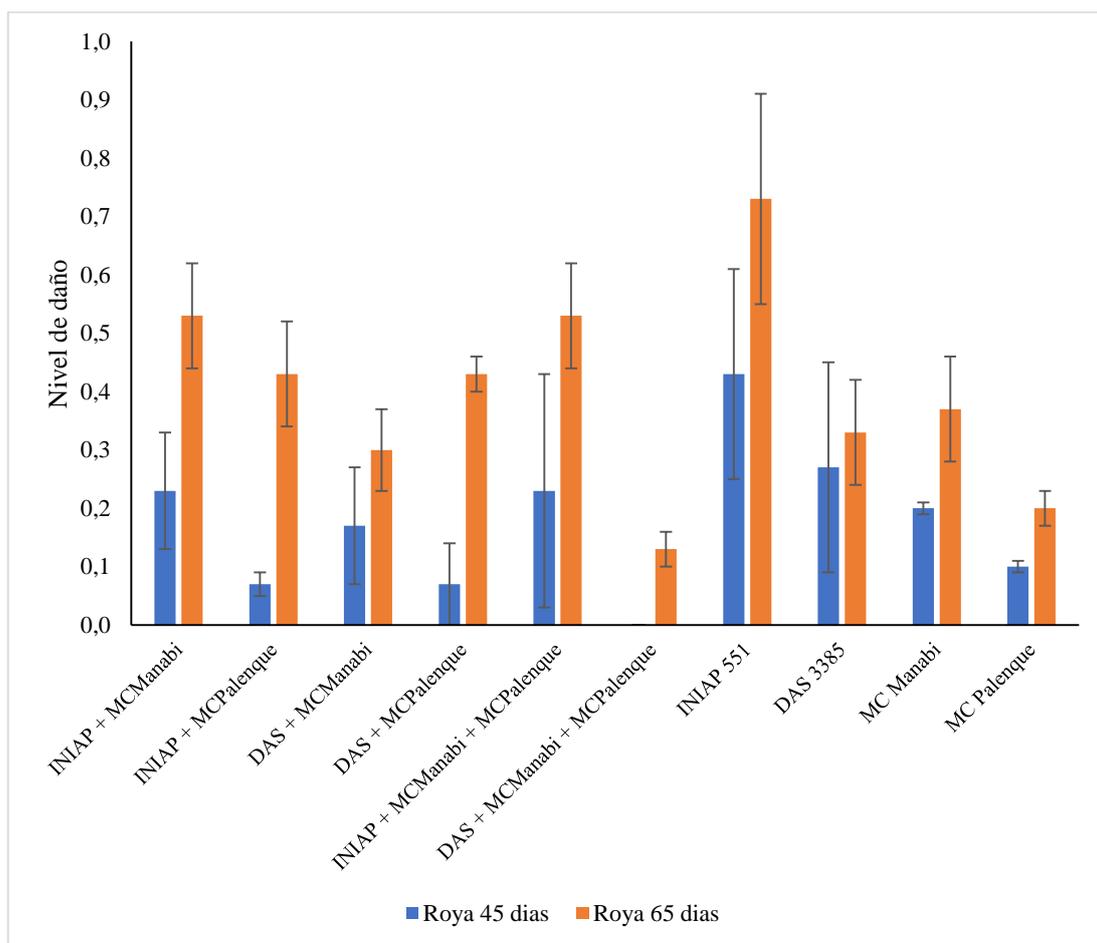


Gráfico 6. Nivel de daño de *Puccinia sorghi*, con SD

4.1.5.4. Nivel de daño *Helminthosporium spp*

En el Gráfico 7, Se aprecia el nivel de daño de *Helminthosporium sp*. Se pudo evidenciar que el monocultivo INIAP-551 a los 65 días tuvieron una mayor afectación con 1,97 nivel de daño. Mientras que las mezclas de INIAP-551 + MC-Manabí y INIAP-551 + MC-Palenque presentaron menor nivel de daño de *Helminthosporium spp* con nivel de daño 1,0.

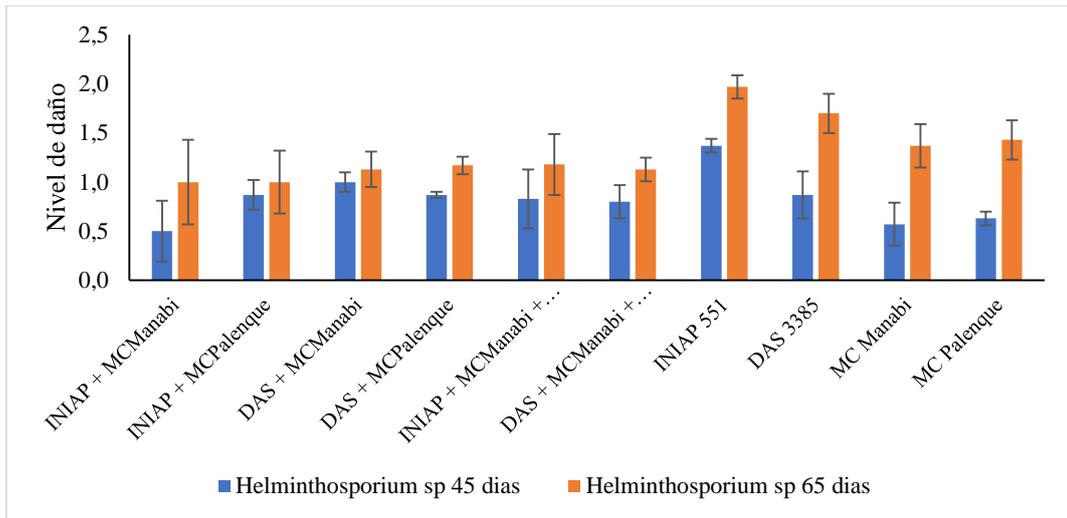


Gráfico 7. Nivel de daño de *Helminthosporium spp*, con SD.

4.2. Nivel de severidad del gusano cogollero por daño/planta.

En el Gráfico 8, Se aprecia el nivel de escala de daño de *Spodoptera frugiperda*. Se determinó que los monocultivos INIAP-551, DAS-3385, MC-Manabí y MC-Palенque a los 40 días tuvieron una mayor afectación con nivel de daño 2.0. En el caso de los tratamientos constituidos por diferentes mezclas a los 20 días no registro ningún daño causado por esta plaga, mientras a los 40 días si se evidencio un daño ligero nivel 1,0 según la escala de estudio.

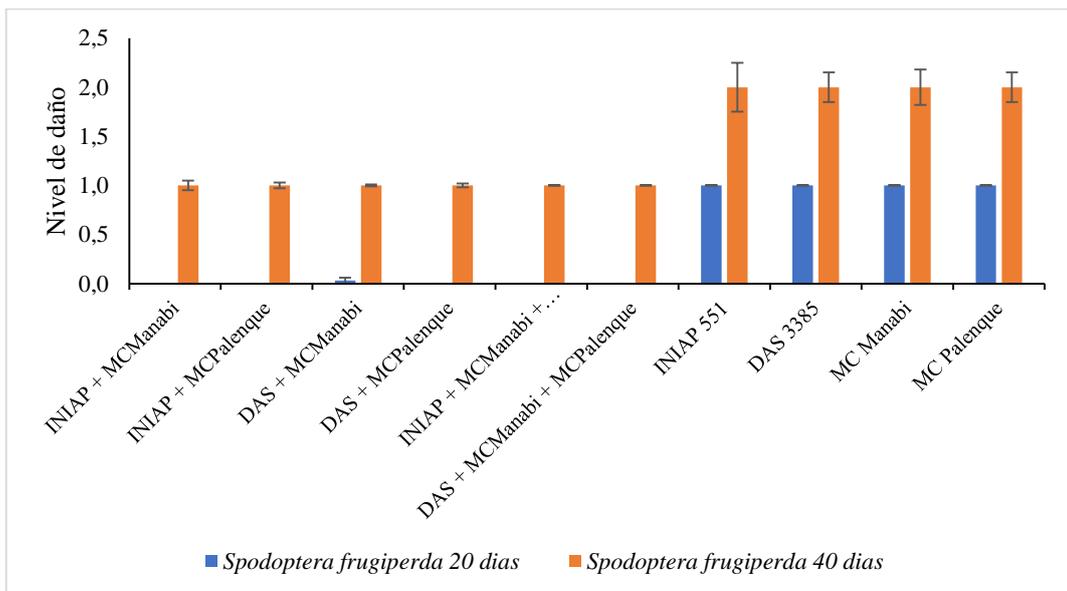


Gráfico 8. Nivel de daño de *Spodoptera frugiperda*, con SD

4.3. Discusión

La altura de la planta es un parámetro importante, ya que es un indicativo de la velocidad de crecimiento, que está determinado por la elongación del tallo al acumular en su interior los nutrientes producidos durante la fotosíntesis, los que a su vez son transferidos a la mazorca durante el llenado de grano. La altura de planta está influenciada por el carácter genético de la variedad, tipo de suelo y el manejo agronómico del cultivo (Paliwal, 2001). En el presente estudio se pudo apreciar una amplia diferencia entre las diferentes mezclas y monocultivo dando como resultado que el monocultivo con mayor altura fue MC-Manabí.

La altura de inserción de la mazorca es una característica de importancia agronómica al momento de seleccionar una variedad para la producción del grano (Valverde, 2015), sugiere que mientras menor sea la altura de inserción de la mazorca esta tendrá más hojas que los provea de nutrientes y por ende mayor rendimiento del cultivo. También plantea que esta variable es un elemento que contribuye notablemente al rendimiento del grano en el maíz, ya que las hojas superiores y las del medio de la planta son las principales suplidoras de carbohidratos a la mazorca y grano.

La longitud, peso de grano y relación grano tusa es uno de los componentes de mayor importancia en el rendimiento del maíz. Son variables de mucha importancia debido que tiene una relación directa, en la obtención de máximos rendimientos, así a mayor longitud de mazorca, mayor número de granos por hilera y por consiguiente mayores rendimientos (Mora, 2019). En el carácter peso de 100 semillas y rendimiento el monocultivo DAS-3385 alcanza el mayor valor, seguido por las mezclas DAS-3385 + MC-Manabí y DAS-3385 + MC-Manabí + MC-Palenque e INIAP-551 esto evidencia que el uso de las mezclas mantiene las características de los híbridos. El rendimiento agrícola de los cultivos está determinado por los componentes del rendimiento, cuyo comportamiento influye en rendimiento final, éste viene determinado por los factores genéticos cuantitativos que se pueden seleccionar con relativa facilidad. El potencial de rendimiento puede definirse como el rendimiento de una variedad en ambientes a los que se ha adaptado, donde no hay limitaciones en cuanto a nutrientes y agua y donde las plagas, enfermedades, malas hierbas, el acame u otros factores negativos se controlan con eficiencia (Paucar, 2014).

En la variable de enfermedades foliares se encontraron diferencias en el comportamiento de las cuatro enfermedades evaluadas. Según el nivel de daño, *Curvularia lunata* fue la que

mayor impacto provocó en los monocultivos INIAP-551 y DAS-3385, mientras que las mezclas interespecíficas presentaron el menor nivel de daño provocado por *Curvularia lunata*. Resultados que coincide con Fiallos (2011), donde evaluando la incidencia, distribución espacial y severidad de enfermedades foliares entre ellas la de *Curvularia*, encontraron algunos genotipos evaluados, con valores de severidad (%) de 1.0 (la enfermedad se presenta en las plantas sin causar daño económico). Caso similar fue encontrado en Centro América en genotipos de maíz, encontrándose bajos porcentajes de pudrición de mazorca (4-10%), lo cual indica que, si combinamos genotipos resistentes, tolerantes y susceptibles a este factor adverso de origen biótico, si se considera esta enfermedad como la enfermedad de mayor importancia económica en Honduras, Costa Rica y Guatemala (Fuentes *et al.*, 1993).

La enfermedad foliar que atacó al cultivo con menos intensidad fue *Puccinia sorghi*. La enfermedad se presenta tarde en los estados de grano lechoso – pastoso. Pineda (2005), considera que esta enfermedad es de poca importancia debido a los ataques tardíos. Las enfermedades foliares más frecuentes fueron: tizón foliar *Helminthosporium spp* y mancha por *Curvularia lunata*. Estas se presentaron en todos los tratamientos evaluados. Estos resultados coinciden con los reportados por Beltrán y Jaraba (1995), quienes afirman que estas enfermedades son las de mayor incidencia en las zonas maiceras tropicales, pero de baja severidad.

La roya se presentó con una severidad baja. La enfermedad se presenta tarde en los estados de grano lechoso – pastoso y es una enfermedad que se presenta en periodos secos. Ochoa citado por Pineda (1975), considera que esta enfermedad es de poca importancia debido a los ataques tardíos.

Un aspecto que cabe resaltar es que en las parcelas donde se utilizaron mezclas de cultivares no observamos ataques severos de *Spodoptera frugiperda*, lo cual está indicando que posiblemente el sistema, contribuye al control cruzado de este tipo de plagas. Los resultados obtenidos en esta investigación, concuerdan con lo manifestado por Jarvis *et al* (Padoch, & Cooper, 2011), quienes reportan el uso de mezclas intraespecíficas de varias especies cultivadas alrededor del mundo, con muy buenos resultados para contribuir a un manejo ecológico y sostenible de plagas y enfermedades, con el beneficio de lograr una mayor producción, alimento de buena calidad y principalmente aumentar los ingresos del productor.

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Los tratamientos que mejor rendimiento tuvieron fue el monocultivo DAS-3385 con 5966,67 kg ha⁻¹ y la mezcla constituida por los genotipos DAS-3385 + MC-Manabí con 5100,00 kg ha⁻¹.
- En el carácter de enfermedades foliares se encontraron diferencias de las cuatro enfermedades evaluadas según el nivel de escala de daño, la mayor afectación fue de 2,0 y se evidenció en los tratamientos monocultivos INIAP-551 y DAS-3385.
- En base a la escala de nivel de severidad del gusano cogollero. Los tratamientos constituidos por las diferentes mezclas mostraron menor daño de 1,0 en comparación con los tratamientos monocultivos que fueron de 2,0.
- Otras ventajas del uso de mezclas intraespecificas que concuerdan con la propuesta de este proyecto es su impacto en el ambiente y el mantenimiento de cultivares en peligro de extinción implementando como parte del manejo integrado de plagas y enfermedades.

5.2. Recomendaciones

- Se debe promover la siembra en mezclas diversas para poder conservar la diversidad genética de los genotipos locales.
- Utilizar a mayor escala para estabilizar las epidemias de las enfermedades en los campos de los agricultores e incrementar los rendimientos.
- Confirmar estos resultados con experimentos similares en diferentes ambientes y repetir en los mismos para ver la consistencia.
- Este estudio aporta resultados útiles para el diseño de siembra de agroecosistemas de maíz en zonas tropicales que ayudaran a mejorar la regulación del manejo de plagas y contribuir así a una mejor calidad de los sistemas agrícolas de este sector.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1. Referencias bibliográficas

- Alemayehu, F. R., & Parlevliet, J. E. (2006). Variación de la resistencia a *Puccinia hordei* en variedades locales de cebada de Etiopía. *90*(3), 365-370.
- Altieri, M. A. (2009). Agroecología: Principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria, *192*. Retrieved from <http://portal.mda.gov.br/portal/saf/arquivos/view/ater/livros/Agroecologia>.
Obtenido de
- Araujo, A.V. (2010). Clasificación de las raíces. *La web de botanica*.45 impacto-de-las-agroquímicos-en-ecuador.
- Beltrán, E. R., & Jaraba, J. D. 1995. Reconocimiento de enfermedades patogénicas en cultivo del maíz (*Zea mays*) en el Valle del Sinú y Sabanas de Córdoba. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Córdoba, Montería
- Bioversity International. (2015). Using diversity to fight and manage crop pests and diseases. Rome, Italy.
<https://www.bioversityinternational.org/researchportfolio/agriculturecosystems/pests-and-diseases/>.
- Borja, E. J. (2015). Evaluación agronómica de tres variedades de soya (*Glycine max L.*) con cinco densidades poblacionales, en la zona agroecológica de la parroquia Ricaurte del cantón Urdaneta, provincia los Ríos (*Bachelor's thesis, Universidad Estatal de Bolívar. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería Agronómica*).
- Brown, H. D., & Hodgkin, T. S. (2007). Medición, manejo y mantenimiento en fincas de la diversidad genética de los cultivos. *Manejo de la Biodiversidad en los Ecosistemas Agrícolas*.
- Calderón, Á. J. (2011). Severidad de *Curvularia* en 67 líneas autofecundadas S4 de maíz amarillo. *Ciencia y Tecnología*, *4*(2), 39-44.
- Cervantes, A. N. (2010). Enfermedades foliares reemergentes del cultivo de maíz: royas (*Puccinia sorghi yinia polysora*), tizón foliar (*Exserohilum turcicum*) y mancha ocular (*Kabatiella zae*). INTA, Argentina.
- Clavijo, A. S. (2003). Fundamentos de manejo de plagas (No. 632.9 C617). Universidad Central de Venezuela, Caracas (Venezuela). Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico.

- Coronel, B. J. (2010). " Agro biodiversidad genetica intra-especifica de frejol voluble (*Phaseolus vulgaris L.*) en el cantón saraguro, alternativa de manejo ambiental sostenible" (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Departamento Agrometeorológico del INIAP. (2020). Información Agrometeorológica de la Finca Experimental "La María". Quevedo, Ecuador. *Intituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Estación Experimental Tropical Pichilingue.*
- Delgado, L. S. (2016). Identificación del agente causal y control químico de la mancha foliar en maíz amarillo duro (*Zea mays L.*) a nivel in vitro en el distrito de Santa Ana-La Convención-Cusco.
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F. G., Balzarini, M. G., Gonzalez, L. A., Tablada, M. E., Robledo, C. W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>
- FAO (Food and Agricultural Organization). 2001. Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos para Alimentación y Agricultura. Rome. 250 p.
- Fiallos, R. G., Calderón, J. A., Delfini, A. L., & Morán, J. J. (2011). Severidad de *Curvularia* en 67 líneas autofecundadas S4 de maíz amarillo. *Ciencia y Tecnología*, 4(2), 39-44.
- Fuentes, M. J., Quemé, J. L., y Pérez, C. M. 1993. Efectos de aptitud combinatoria general e identificación de híbridos triples de maíz (*Zea mays L.*) grano blanco. Programa Regional de Maíz (PRM), 1991. *Agronomía Mesoamericana* 4:71-76
- García, R. F. (2009). Manejo integrado del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-CORPOICA.
- Henríquez, H. C. (2011). Caracterización del desarrollo y absorción de nutrimentos del híbrido de maíz HC-57. *Agronomía Costarricense*, 35(2), 33-47.
- Huis, A. V. (2008). Control integrado de plagas de maíz, sorgo y frijol en Centro America con un ejemplo de Nicaragua. XXII reunion annual del PCCMCA. San Jose, Costa Rica. Volumen II. P M-10-17.
- Jaramillo, D. A. (2009). Efecto del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) sobre el rendimiento del maíz. *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín* 42: 25- 33.
- Jarvis, D. I., Padoch, C. M., & Cooper, H. D. (2011). El manejo de la biodiversidad en los sistemas agrícolas. Publicado por Bioversity Internacional. ISBN: 978-92-9043-823-6.

- INIAP. (2004). Guía breve para la producción de maíz en el litoral ecuatoriano. 17-18. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1535/1/Bolet%C3%ADn%20divulgativo%20%20N%C2%BA%20171.PDF>
- Jarvis, D. I. (2011). An Heuristic Framework for Identifying Multiple Ways of Supporting the Conservation and Use of Traditional Crop Varieties within the Agricultural Production System. *Critical Reviews in Plant Science* 30: 125 – 176.
- Liebman, M. E. (2007). Mezclas intraespecífica. En M. Altieri, *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable* (págs. 133-141). La Habana, Cuba: CLADES.
- López, P. D., Zanabria, H. E., Quispe, R. J., & Hinojosa, B. R. (2013). *Creación del banco de germoplasma de maíz de la UDEA*. Universidad para el desarrollo Andino Facultad de Ciencias e Ingeniería.
- Magnone, G. J. (2012). Efecto de fungicidas foliares y momento de aplicación sobre la severidad de tizón foliar y enfermedades de raíz y tallo en maíz. XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas.
- Marcillo, D. J. (2012). Contribución económica de la biodiversidad de *Musa spp* a la sostenibilidad de la producción agrícola a nivel del pequeño productor. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. 187 p. . Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.e>.
- Martínez, C. F. (2010). Desarrollo de un Tutorial Multimedia Sobre Manejo Integrado de Plagas Para el Cultivo del Maíz (*Zea maíz*) Orientado a los Estudiantes del Grado Octavo del Instituto Agrícola de Guacavía en el Municipio de Cumaral, Departamento del Meta (Doctoral dissertation).
- Mora, V. Á. (2019). Control de la enfermedad Roya Asiática de la Soya (*Phakopsora pachyrhizi*) en el cultivo de soya en la zona de Babahoyo Provincia de Los Ríos (Bachelor's thesis, Babahoyo).
- Navarrete, C. L. (2017). Efecto del manejo cultural de un sistema de mezcla intraespecífica de musáceas sobre la incidencia y severidad de los principales problemas fitosanitarios (Bachelor's thesis, Quevedo-UTEQ).
- Odorizzi, A. S. (2015). Parámetros genéticos, rendimiento y calidad forrajera en alfalfas (*Medicago sativa* L.) extremadamente sin reposo con expresión variable del carácter multifoliado obtenidas por selección fenotípica recurrente (Doctoral dissertation).

- Paliwal, R. L. (2001). El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción. Food & Agriculture Org.
- Paucar, S. M. (2014). Comportamiento agronómico de tres híbridos de maíz (*Zea Mays L.*) en el cantón Pueblo Viejo provincia de los Ríos (Bachelor's thesis, Quevedo: UTEQ).
- Pineda, B. M. (2005). Enfermedades del maíz en Colombia. Noticias Fitopatológicas 4(2):167-168.
- Sabando, Z. A. (2015). Establecimiento de una parcela de maíz (*Zea mays l.*) empleando buenas prácticas agrícolas. *labin*.
- Sevilla, P. R. (2001). Diversidad del maíz en la región andina experiencias en el cultivo de maíz ma cooperativo de investigación agrícola para la subregión andina-PROCIANDINO/BID en el área Andina (No. IICA PROCIAND F01 i59e). IICA, Quito (Ecuador). Progra
- Sosa, R. M. (2003). Daño por *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) en maíz bajo siembra directa en diferentes épocas en el noreste santafesino. Revista INTA - Estación Experimental Agropecuaria Reconquista. Santa Fe-Argentina. Pp. 1-4.
- Timothy, D. J. (2003). Races of maize in Ecuador. Las razas del maíz V: Agrupación de razas de maíz sobre la base de la morfología de la mazorca. Botánica económica, 471-481. (No. SB191. M2 T5).
- Valverde, V. M. (2015). Caracterización e identificación de razas de maíz en la Provincia del Azuay. (Doctoral dissertation, tesis de grado. Universidad de Cuenca.
- Vera, A. D. (2017). Biodiversidad intraespecífica varietal para mejorar ambientes degradados por monocultivos en Musáceas, como medida de control de plagas y enfermedades. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Zacapa, D. L. (2015). Evaluación de la línea de productos Bayer para el cultivo de maíz (*Zea maíz*). Facultad de Agronomía área integrada subárea de ejercicio profesional supervisado de agronomía epsa, 988.
- Zhu, Y. Y., Wang, Y. Y., & Zhou, J. H. (2007). Diversificación varietal de los cultivos para el control de enfermedades. *Manejo de la Biodiversidad en los Ecosistemas Agrícolas*.

CAPÍTULO VII
ANEXOS

ADEVAS

Anexo 1. Análisis de varianza de la variable altura de planta a los 60 días.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Tratamientos	9	0,33	0,04	0,86	0,58
Repeticiones	2	0,57	0,29	6,65	0,01
Error	18	0,78	0,04		
Total	29	1,68			
CV =	8,31				

Anexo 2. Análisis de varianza de la variable altura inserción de mazorca.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Tratamientos	9	1137,89	126,43	0,73	0,67
Repeticiones	2	869,28	434,64	2,52	0,11
Error	18	3099,77	172,21		
Total	29	5106,94			
CV =	10,44				

Anexo 3. Análisis de varianza de la longitud de mazorca.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Tratamientos	9	75,8	8,42	1,01	0,47
Repeticiones	2	19,63	9,81	1,18	0,33
Error	18	150	8,33		
Total	29	245,43			
CV =	18,69				

Anexo 4. Análisis de varianza de la variable peso de grano por mazorca.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Tratamientos	9	2038,08	226,45	3,27	0,02
Repeticiones	2	139,99	69,99	1,01	0,38
Error	18	1246,53	69,25		
Total	29	3424,6			
CV =	8,63				

Anexo 5. Análisis de varianza de la variable peso de 100 semillas.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Tratamientos	9	167,50	18,61	1,18	0,37
Repeticiones	2	31,67	15,83	1,00	0,39
Error	18	285,00	15,83		
Total	29	484,17			
CV =	12,12				

Anexo 6. Análisis de varianza de la variable relación grano tusa.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Tratamientos	9	3,84	0,43	1,36	0,27
Repeticiones	2	0,36	0,18	0,58	0,57
Error	18	5,63	0,31		
Total	29	9,83			
CV =	11,73				

Anexo 7. Análisis de varianza de la variable rendimiento.

FV	GL	SC	CM	Fc	p-valor
Tratamientos	9	5095245,76	566138,42	3,27	0,02
Repeticiones	2	350016,52	175008,26	1,01	0,38
Error	18	3116482,66	173137,93		
Total	29	8561744,94			
CV =	8,63				



Anexo 8. Siembra del cultivo de maíz



Anexo 9. Letreros con los diferentes tratamientos.



Anexo 10. Fertilización del cultivo



Anexo 11. Cultivo de maíz



Anexo 12. Raleo del cultivo



Anexo 13. Toma de datos de enfermedades



Anexo 14. Toma de datos



Anexo 15. Parcela de maíz



Anexo 16. Cosecha del maíz



Anexo 17. Mazorca cosechada MC Manabí