



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2024,
Volumen 8, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2

**DISEÑO DE DIFERENTES MEZCLAS
INTRAESPECÍFICAS EN GENOTIPOS DE
MAÍZ PARA REDUCIR LOS DAÑOS DE
PLAGAS Y ENFERMEDADES FOLIARES**

DESIGN OF DIFFERENT INTRASPECIFIC MIXTURES
IN CORN GENOTYPES TO REDUCE DAMAGE FROM
PESTS AND FOLIAR DISEASES

Janeth Del Carmen Mosquera Ponce
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Abel Guillermo Muñoz Pinela
Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.11127

Diseño de Diferentes Mezclas Intraespecíficas en Genotipos de Maíz para Reducir los Daños de Plagas y Enfermedades Foliares

Janeth Del Carmen Mosquera Ponce¹

jd.mosquerap@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0003-8346-1645>

Universidad Estatal Amazónica
Ecuador

Abel Guillermo Muñoz Pinela

abel.munoz2014@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-1060-7714>

Universidad Estatal Amazónica
Ecuador

RESUMEN

El maíz es uno de los cultivos más afectado por una diversidad de enfermedades foliares y plagas, razón por la cual se requiere conocer métodos de control. En la actualidad se han propuesto generar nuevos métodos agroecológicos para proteger a la planta de las enfermedades y plagas, una de ellas es el uso de aspectos genéticos. De ahí que, a través de la realización de este trabajo de investigación, se planteó como objetivo de estudio: la evaluación del efecto que originan las mezclas intraespecíficas de genotipos en el maíz a fin de reducir el ataque de plagas y enfermedades foliares de la planta. En esta investigación se evaluaron las siguientes variables: altura de planta, altura de inserción de mazorca, peso de 100 semillas, longitud de mazorca, peso de granos por mazorca, relación grano-tuza y rendimiento. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar aplicados a diez tratamientos con tres repeticiones se usó la prueba de Tukey para comparación de medias. Como resultado se determinó una reacción positiva y efectiva de las mezclas de genotipos, debido a la reducción en cuanto al nivel de ataque de las enfermedades foliares y el nivel de daño y severidad del gusano cogollero. Los resultados obtenidos permiten concluir que el uso de mezclas intraespecíficas es eficiente y que deberían ser implementadas en el cultivo de maíz para mejorar el rendimiento de la productividad y generar utilidades a los productores.

Palabras claves: manejo agroecológico, severidad, rendimiento

¹ Autor principal

Correspondencia: jd.mosquerap@uea.edu.ec

Design of Different Intraspecific Mixtures in Corn Genotypes to Reduce Damage from Pests and Foliar Diseases

ABSTRACT

Corn is one of the most crop affected by a variety of foliar diseases and pests, which is why it is necessary to know about control methods. In the present time they have proposed to generate new agroecological methods to protect the plant from diseases and pests, one of them is the use of genetic aspects. Hence, through the realization of this research work, the following study objective was proposed: the evaluation of the effect caused by intraspecific mixtures of genotypes in corn in order to reduce the attack of pests and foliar diseases of the plant. This research to evaluated the following variables: plant height, ear insertion height, weight of 100 seeds, ear length, weight of grains per ear, graiturtle ratio and yield. A randomized complete block design applied to ten treatments with three repetitions was used, the Tukey test was used for comparison of means. As a result, a positive and effective reaction of the genotype mixtures was determined, due to the reduction in the level of attack of foliar diseases and the level of damage and severity of the fall armyworm. The obtained results allow us to conclude that the use of intraspecific mixtures are efficient and that them should be implemented in the corn crop to improve productivity performance and generate profits for producers.

Keywords: agroecological management, severity, yield

Artículo recibido 16 marzo 2024

Aceptado para publicación: 20 abril 2024



INTRODUCCIÓN

El cultivo del maíz, es de mucha relevancia económica a nivel global, pues además ser empleado como fuente de alimento para las personas, también para los animales o para la elaboración de productos industriales. La producción mundial del maíz entre los años 2017 y 2018 fue de más de 2034.45 millones de toneladas con un rendimiento de 6.75 toneladas por hectárea (CIMMYT, 2019).

En muchos países como Brasil, Argentina, Estados Unidos, Ecuador, etc. Así como las empresas dedicadas a ofertar semillas de este cultivo, y los agricultores que cultivan el maíz intentan contribuir a la conservación y generación de la diversidad genérica. Por un lado, mantienen variedades locales tradicionales y por el otro, seleccionan intencionadamente las semillas más favorables por sus diversas características, mediante las variantes que se han ido presentando por las siguientes características: selección natural, mutación, recombinación, introducción y aislamiento y así llegar a formar nuevas razas (Casafe, 2017).

A través de las investigaciones realizadas se ha mostrado que las semillas criollas mezcladas con semillas comerciales poseen características muy especiales como la resistencia a sequía, heladas y enfermedades. De modo que el uso de este tipo de variedades se ha convertido en una buena alternativa para incrementar la diversidad genética debido a que en estas mezclas existe mucha plasticidad y una gran adaptación a los diferentes ambientes (Quintana, 2019).

Debido a toda la información expuesta anteriormente en este trabajo investigativo se evaluó el efecto de las mezclas intraespecíficas en genotipos de maíz para la reducción del ataque de plagas y enfermedades foliares con la finalidad de determinar la incidencia de las enfermedades foliares (*Curvularia lunata*, *Spiroplasma kunkellii*, *Puccinia sorghi* y *Helminthosporium spp*) en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz, así como también la severidad de daño del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en los diferentes tratamientos que se aplicaron.

Tabla 1. Requerimientos edafoclimáticas del cultivo del maíz

Adapt.	Temp. °C	Precp. mm/ciclo	Text.	Prof. (cm)	Pte. (%)	PH
Optimo	19-24	700-850	Franco	+60	-15	Neutro
Bueno	15-19	500-700	850	Franco	40-60	Acido
	24-28		1000	arenoso	15-30	
Marginal	+28	-500 y +1000	Franco arcilloso	-----	30 o más	Acido/Alcalino

Fuente: (Brush, 2018).

Metodología de la investigación

La investigación se realizó en el Centro de Investigación, propiedad de la Universidad Estatal Amazónica, localizada en la ciudad de Santa Clara, provincia de Pastaza, cuya ubicación geográfica es de -77.99” de latitud sur y 79°29’22” de longitud oeste y a una altura de 73 msnm.

En la siguiente tabla, se muestran las características edafoclimáticas de la zona donde se realizó a cabo la investigación.

Tabla 2. Características edafoclimáticas del Centro de Investigación de UEA

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: Estación Agrometeorológica del INIAP. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Estación Experimental Tropical Pichilingue, (2021).

Diseño de la investigación

En cuanto al diseño y análisis estadístico fue necesario la utilización de un diseño de bloques completos al azar aplicados a diez tratamientos y con tres repeticiones. En cuanto a la comparación de las medias de los tratamientos se empleó la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

El material genético utilizado, fueron 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.

Instrumentos de investigación

En cuanto a las mezclas que fueron sembradas, estas provinieron de cuatro cultivares que poseen un mayor potencial en cuanto a aceptación de compra por parte de los productores, lo que significa que se utilizaron dos híbridos comerciales predominantes que se combinaron con dos variedades criollas que poseen características importantes en cuanto a resistencia y tolerancia a los problemas sanitarios prevalentes. Además, se procedió a comparar las parcelas de monocultivo con las de la mezcla intraespecífica, lo que resultó en diez combinaciones de cultivares, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 3. Combinación de híbridos usados en los diferentes niveles de mezclas y monocultivo, en función de sus características de resistencia a problemas fitosanitarios y sus características agronómicas.

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

Elaborado por: Autores (2023).

En este apartado, se procedió a describir las características del experimento realizado en el trabajo de campo. Tal como se muestra a continuación:

Tabla 4. Características del experimento a estudiar.

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

Manejo del experimento

Preparación del suelo: Una vez seleccionada el área en la cual se trabajó y se llevó a cabo la investigación se procedió a preparar el suelo del terreno con dos pases de rastra, con la finalidad de que este quede listo para la siembra.

Siembra: Esta fase se procedió a realizarla de forma manual, empleando un espeque en el cual se depositaron 2 semillas por golpe, de acuerdo a una distancia entre plantas de 0.20 m, además la semilla fue curada con Vitavax 400 de acción sistémica, antes del proceso de siembra con el objetivo de que esta no sea dañada por los ataques de insectos u hongos.

Control de malezas: En cuanto el control de maleza, se empleó dos tipos de controles:

El método cultural, mismo que consistió en usar prácticas de manejo que le proporciono al cultivo un mayor manejo y facilidad en el control de las malas hierbas. Y, por otra parte, se usó el control químico, en el que se utilizó un preemergente (Glifosato y un Amino 6), a los 15, 30, 45 y 60 días después de la siembra.

Control de plagas y enfermedades: No se realizó ninguna aplicación de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades, debido a la naturaleza de la investigación, para no interferir en las variables que fueron evaluadas.

Fertilización: En la fase de fertilización se empleó NPK (Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K)), a los 8, 20, 35 y 60 días después de la siembra, también se aplicó el fertilizante foliar (EVERGREEN) en dosis de 0,5 a 1 litro por hectárea, a los 25, 45, 65 días posteriores de la siembra.

Cosecha: El proceso de cosecha se llevó a cabo manualmente, cuando se observó que las plantas presentaron total madurez fisiológica a los 120 días.

Variables evaluadas

Altura de planta

Para la variable altura fue medir desde el nivel del suelo hasta la base de la panoja masculina.

En lo que respecta a las muestras de las 10 plantas tomadas al azar de cada parcela útil, se empleó una regla para realizar la medición y la unidad expresada fue en metros. Esta actividad se evaluó 60 días después de la siembra.

Altura de inserción de mazorca

Se seleccionó un total de 10 plantas al azar que se encuentren en el área útil de cada parcela del experimento y se las midió con cinta métrica desde la base del tallo hasta el nódulo de la inserción de la mazorca, para luego sacar el promedio y se expresó la media en centímetros.

Peso de 100 semillas

Por cada tratamiento y en tiempo de la cosecha se procedió a tomar mazorcas al azar de cada parcela del área de experimento para luego pesar cien semillas.

Longitud de mazorca

Se midió la longitud de la mazorca midiendo desde la parte inferior hasta el ápice, y luego se sacó el promedio de los valores y expresados en centímetros.

Esta actividad requirió tomar diez mazorcas al azar en tiempo de cosecha que correspondieron a cada parcela del área del experimento.

Peso de granos por mazorca

Se tomaron diez mazorcas al azar correspondientes a cada parcela del área de experimento y se procedió a registrar el peso de los granos y a expresarlos en gramos.

Relación grano-tuza

La relación grano/tuza se determinó al tomar una muestra de diez mazorcas desgranadas de forma manual, dividiendo el peso del grano por el peso de la tusa.

Rendimiento

Se procedió a registrar el peso de todo el grano obtenido en cada unidad de las parcelas experimentales, luego se llevaron dichos valores a kg ha mediante regla de tres simples.

Niveles de severidad de enfermedades foliares (*Curvularia lunata*, *Spiroplasma kunkellii*, *Puccinia sorghi* y *Helminthosporium spp.*).

Se seleccionó plantas en las que se midió el daño causado por las enfermedades foliares, para ello se empleó la escala arbitraria propuesta por el CIMMYT, y se procedió a evaluarlas a los 45 y 65 días de edad del cultivo.

A continuación, se muestra dicha escala, que muestra los valores a considerarse:

Tabla 5. 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

Fuente: CINMYT (2019)

Nivel de severidad del gusano cogollero por daño/planta

Para identificar, conocer y evaluar el nivel de daño causado por (*Spodoptera frugiperda*), se procedió a realizar el monitoreo del cogollo de las plantas en toda el área útil de las unidades experimentales.

Esta evaluación se llevó a cabo mediante la toma de veinte plantas por tratamiento, en el que se registró el número de plantas que se encontraron sanas y dañadas también, esto se realizó de acuerdo a la escala de Davis tabla 6 y se procedió a evaluarlas a los veinte y treinta días de edad del cultivo, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Hojas roídas
- Excretas frescas
- Perforaciones de la hoja.

Tabla 6. Escala de daños de larvas de *Spodoptera frugiperda* en hojas.

Características	
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 grandes pequeños a medianos, uniformes 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.

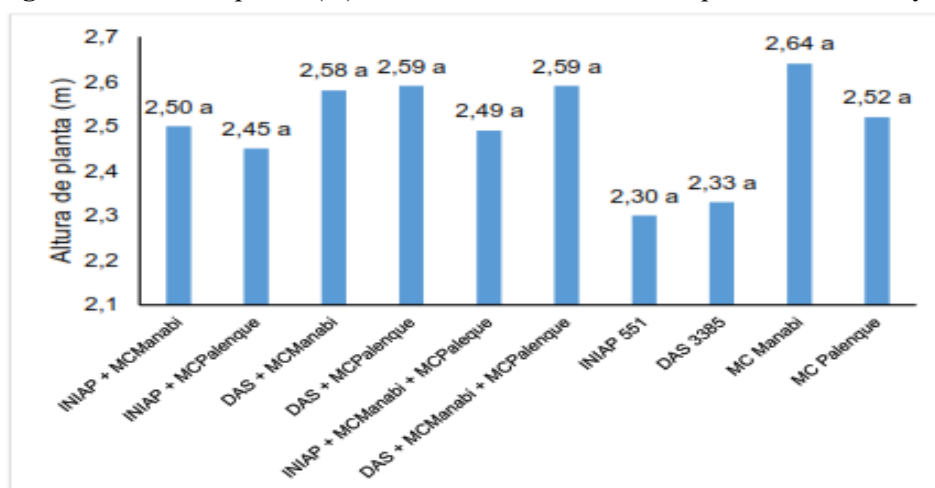
Análisis estadístico de datos

El análisis de datos se realizó mediante un análisis de varianza y prueba de Tukey con el objetivo de hacer una comparación de los tratamientos (prueba de hipótesis) y la predicción de una respuesta (variable dependiente) a partir de las variables dependientes para tener un estricto cumplimiento, con el fundamento de que, si la dispersión de datos es elevada, los datos se pudieron llegar a ajustarse a la normalidad. Dada la naturaleza de este experimento, tratando de racionalizar la información que se deriva de ella, las variables se analizaron desde dos puntos de vista distintos: por un lado, la situación de las mezclas mismo (el diseño incluye el monocultivo o un solo cultivar/parcela, hasta la mezcla de tres genotipos, el número de mezclas estará dispuesto de acuerdo al número de componentes o genotipos que lo integren, donde también se hizo un análisis estadístico de acuerdo al número de componentes).

RESULTADO

Altura de planta: De acuerdo con los datos de la recopilación, se identificó la altura de la planta de a cada una de las mezclas de maíz y monocultivos. En las que se evidenció que la planta más alta con 2,64 metros de altura fue el tratamiento monocultivo MC Manabí, seguidos de las de DAS + MC Palenque y DAS + MC Manabí + MC Palenque con 2,59 m, adicionalmente la mezcla de maíz de DAS + MC Manabí obtuvo 2,58 m, y la de INIAP + MC Manabí obtuvo una altura de 2,50. Estas plantas fueron de mayor altura, mientras que las restantes están entre 2,30 a 2,45 metros. Es evidente la diferencia y la incidencia que tienen las diferentes características de las semillas y la forma de cuidado y producción en la altura de la planta.

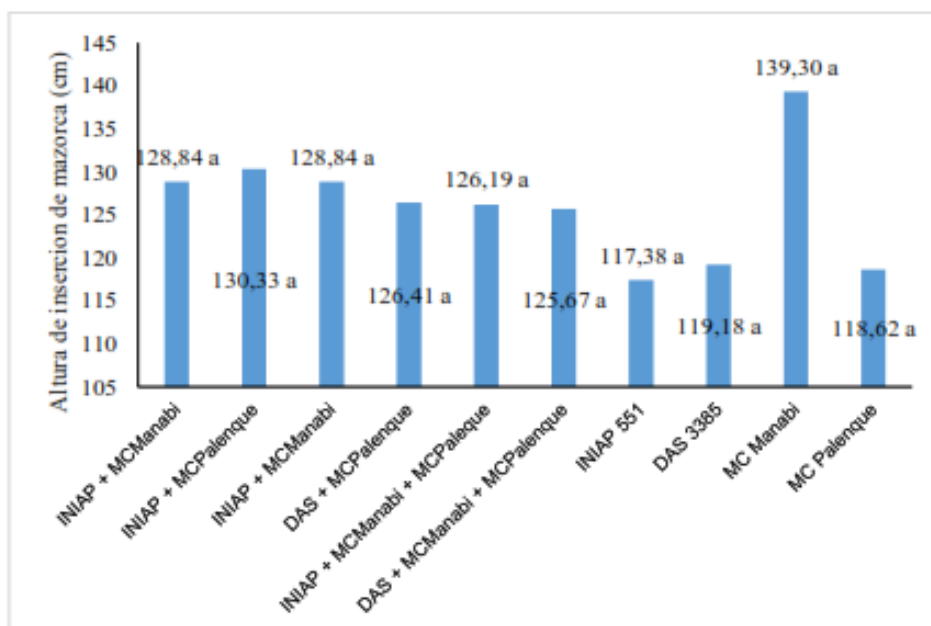
Figura 1. Altura de planta (m) en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos.



Altura de inserción de mazorca

Se puede evidenciar en los resultados del experimento, que el tratamiento MC Manabí dio como total en la medición 139,30 cm de altura de inserción de mazorca, la combinación INIAP + MC Palenque con 130,33 cm, las dos mediciones de INIAP + MC Manabí obtuvieron 128,84 cm, DAS + MC Palenque midió, 126,41 cm. Los demás tratamientos como INIAP 551, DAS 3385 y MC Palenque, estuvieron por debajo de la media (normal), entre 117,38 hasta 119,18 cm, respectivamente.

Figura 2. Altura de inserción de mazorca (cm) en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos.



Componentes de rendimiento

En lo que respecta los resultados de la tabla fue: se pudo evidenciar que los monocultivos tuvieron un promedio mayor en lo que respecta las características del componente de longitud mazorca (cm), dando lugar que los monocultivos obtuvieron un promedio menor en el rendimiento de peso de grano por mazorca (g), mientras que en el peso de 100 semillas (g) los monocultivos tuvieron un porcentaje medio y en lo que respecta la relación grano tusa los monocultivos se mantuvieron con un promedio medio.

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 + MCManabí	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 + MCManabí	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 + MCPalenque DAS + MCManabí +	15,05 a	90,33 b	31,67 a	4,32 a
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

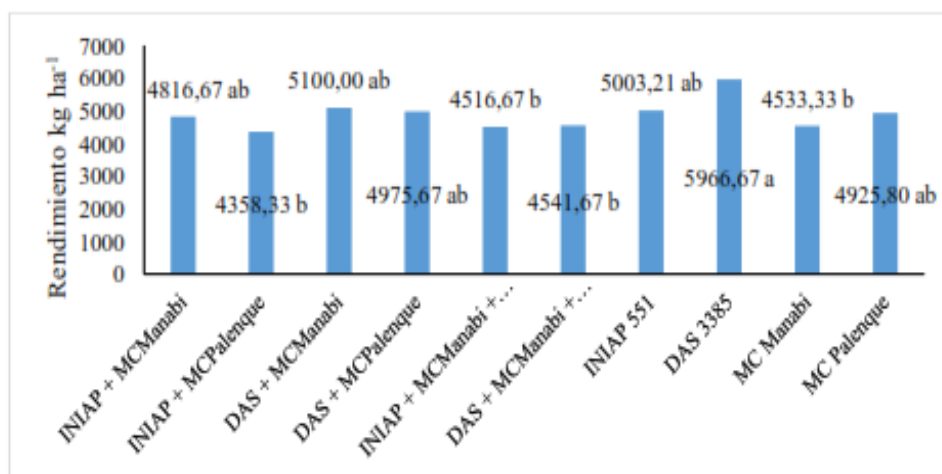
Nota: La prueba de significación de Tukey al 5% para tratamientos en la evaluación del rendimiento, separó los promedios en seis rangos de significación.

Rendimiento

Respecto a la figura 15 se detalla Los diferentes tratamientos con sus respectivas características: medidas (longitud de mazorca, peso de grano por mazorca, peso de 100 semillas y relación grano tusa).

En donde se evidencio el alto rendimiento de kg ha⁻¹ en los monocultivos resaltando el Das 3385.

Figura 3. Rendimiento kg ha en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos.



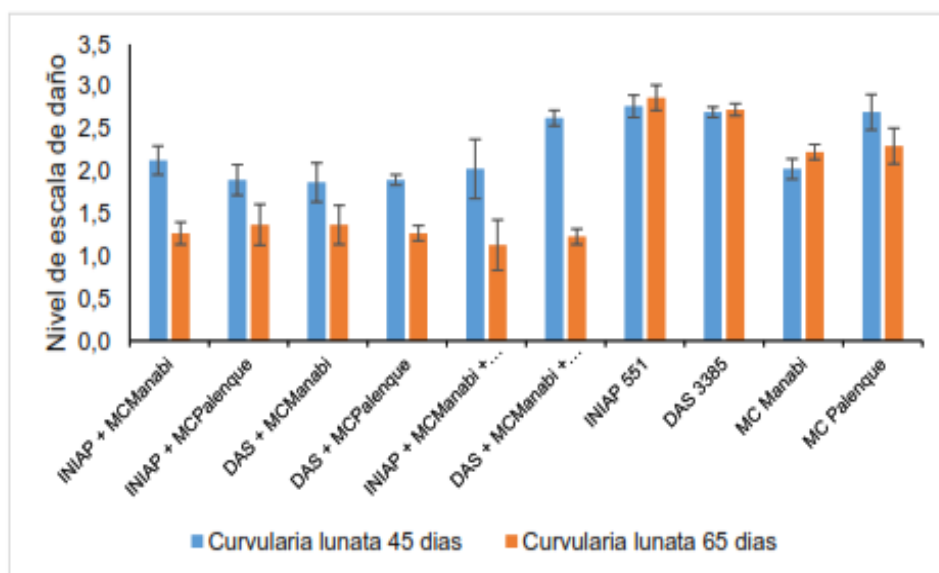
Incidencia de las enfermedades foliares (*Curvularia lunata*, *Spiroplasma kunkellii*, *Puccinia sorghi* y *Helminthosporium spp.*) en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz.

En este apartado se procedió a determinar la incidencia de las enfermedades foliares *C. lunata*, *S. kunkellii*, *P. sorghi* y *Helminthosporium spp.* en las diferentes mezclas intraespecíficas de maíz, en las que se han determinado valores y resultados que demostraron los resultados, tal como se muestra a continuación:

a) Incidencia de Curvularia lunata

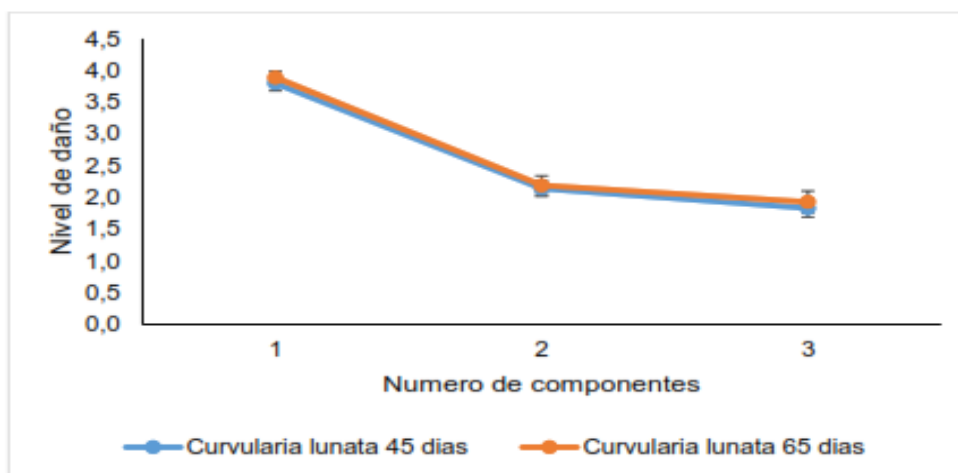
En la figura 16 se muestra la incidencia de la enfermedad Curvularia lunata, el nivel daño provocado por esta se presentó con niveles superiores en todos los monocultivos, el mismo escenario de presento a los 65 días.

Figura 4. Nivel de escala de daño de Curvularia lunata en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos, con error estándar.



De acuerdo con la figura 17 en lo que respecta a los promedios de daño presentes en los tratamientos se tiene lo siguiente: en los monocultivos a los 45 días el promedio de daño fue 3,80 y a los 65 días 3,89, en las mezclas de dos genotipos el promedio a los 45 días fue de 2,14 y a los 65 días fue de 2,19, y en la mezcla de los tres genotipos, el daño a los 45 días fue de 1,83 y a los 65 días de 1,93. Concluyéndose que en todos los componentes existió daño por esta enfermedad.

Figura 5



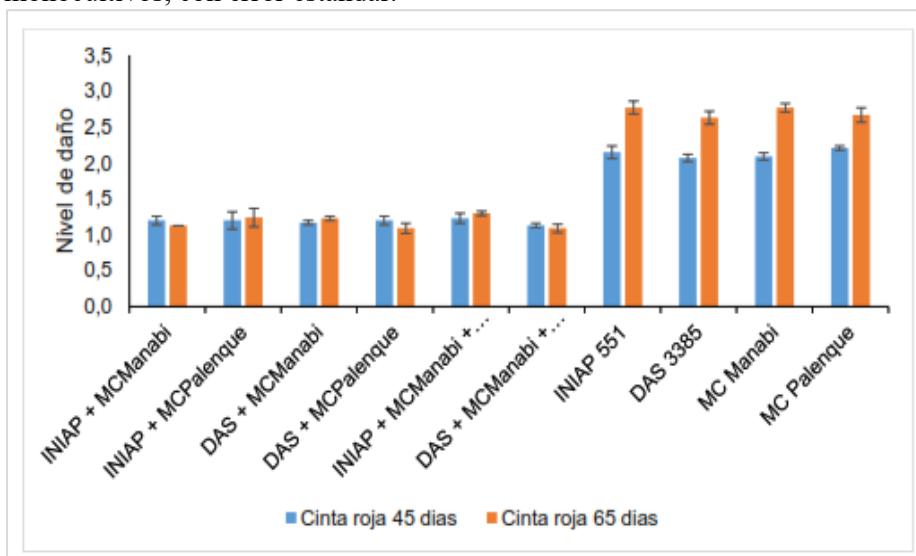
Nivel de escala de daño de *Curvularia lunata* y el número de componentes utilizados en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos, con error estándar. 1= promedios de los monocultivos; 2= promedios de mezclas de dos genotipos; 3= promedios de mezclas de tres genotipos.

b) Incidencia de *Spiroplasma kunkellii*

El nivel de daño provocado por *Spiroplasma kunkellii* se presentó con niveles medios en los tratamiento de INIAP + MCManabí, INIAP + MCPalenque, DAS + MCManabí, DAS + MCPalenque, INIAP + MCManabí MCPalenque, DAS + MC Manabí + MC Palenque a los 45 y 65 días, mientras que MCPalenque, INIAP, MC Manabí, el DAS 3385 tuvieron daños superiores en el mismo escenario de 45 y 65 días.

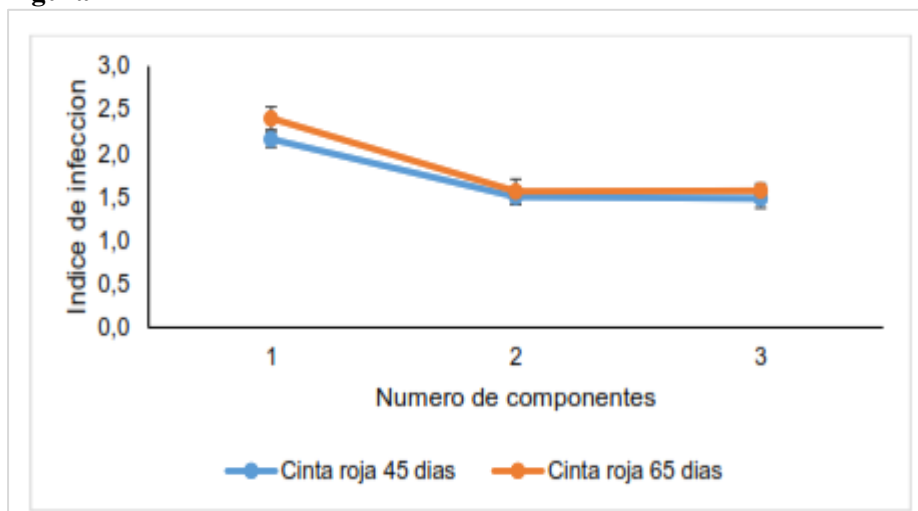
En esta medición, se evaluó el daño ocasionado por la *Spiroplasma kunkellii* conocido común mente como la “cinta roja”, y cuyos resultados son los siguientes:

Figura 6. Nivel de daño de *Spiroplasma kunkellii* en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos, con error estándar.



En lo que respecta a los promedios de la figura 19 se puede observar que el nivel de daño se va reduciendo de acuerdo al número de componentes en las mezclas intraespecíficas de maíz a los 45 y 65 días. A continuación, se muestra el nivel de escala de daño promedio de la enfermedad foliar conocida comúnmente como “cinta roja”.

Figura 7

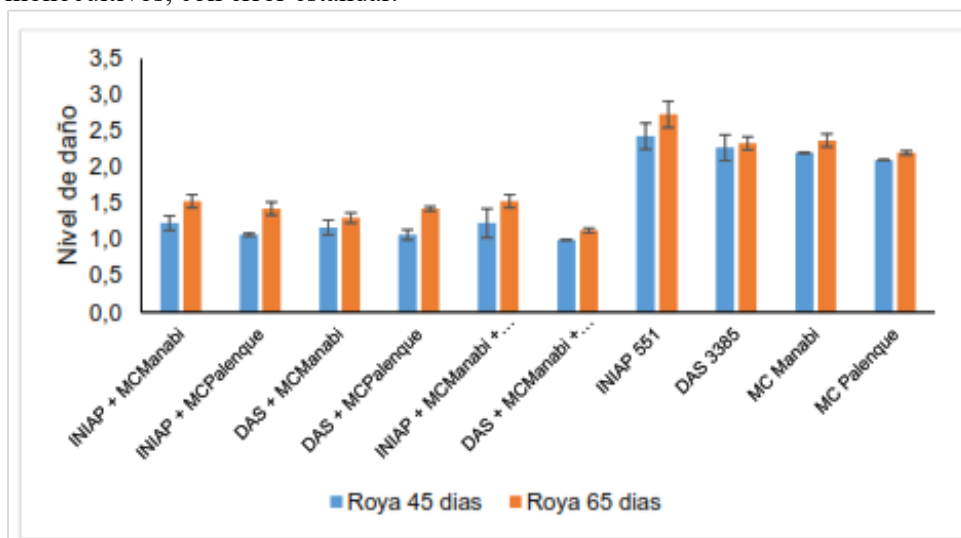


Nivel de escala de daño de *Spiroplasma kunkellii* y el número de componentes utilizados en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos, con error estándar. 1= promedios de los monocultivos; 2= promedios de mezclas de dos genotipos; 3= promedios de mezclas de tres genotipos.

c) Incidencia de *Puccinia sorghi*.

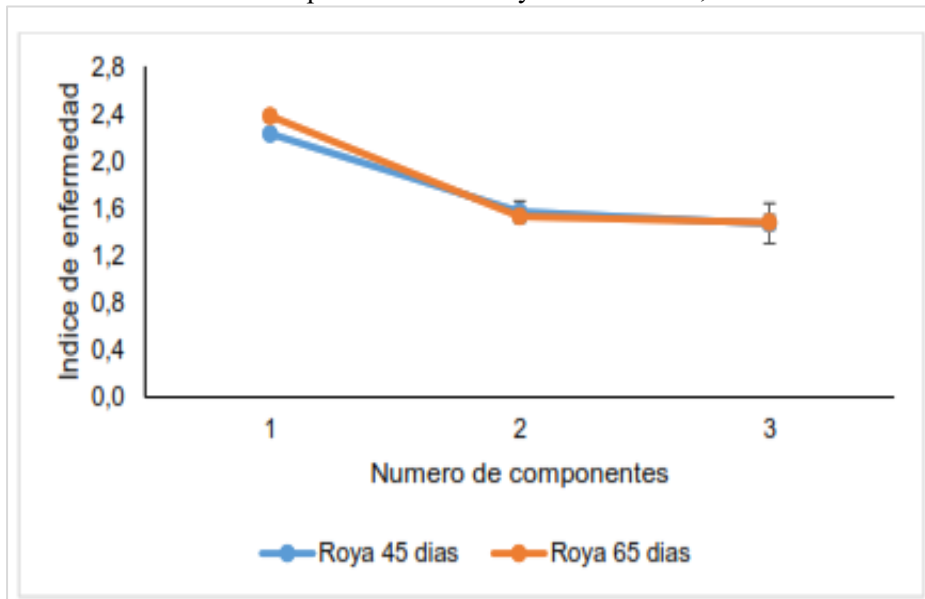
El nivel daño provocado por *P. sorghi* se presentó con niveles inferiores en los tratamientos de INIAP + MC Manabí, INIAP + MC Palenque, DAS + MC Manabí, DAS + MC Palenque, INIAP + MC Manabí + MC Palenque, DAS + MC Manabí + MC Palenque, mientras que, en MC Palenque, INIAP, MC Manabí, el DAS 3385 tuvieron daños superiores, el mismo escenario se presentó a los 65 días.

Figura 8 Nivel de daño de *Puccinia sorghi* en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos, con error estándar.



En lo que respecta a la Figura 21, los promedios de daño presentes de la roya en los tratamientos se tienen que: en los monocultivos a los 45 días el promedio de daño fue 2,23 y a los 65 días 2,38, en las mezclas de dos genotipos el promedio a los 45 días fue de 1,57 y a los 65 días fue de 1,53, y en la mezcla de los tres genotipos, el daño a los 45 días fue de 1,47 y a los 65 días de 1,48. También se observó un aumento en los componentes 1 y 3, mientras que en el 2 hubo una leve reducción a los 45 días.

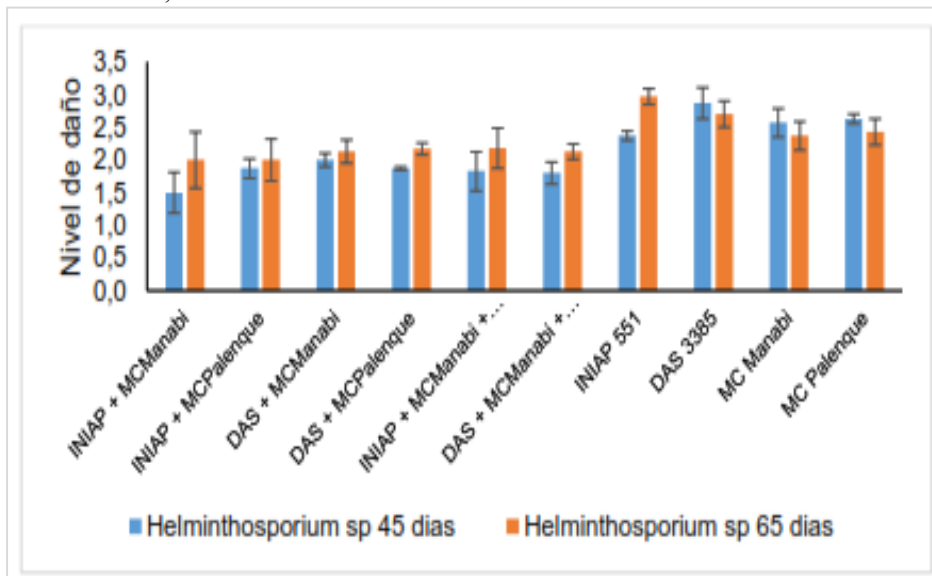
Figura 9. Nivel de escala de daño de *Puccinia sorghi* y el número de componentes utilizados en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos, con error estándar.



d) Incidencia de *Helminthosporium* spp.

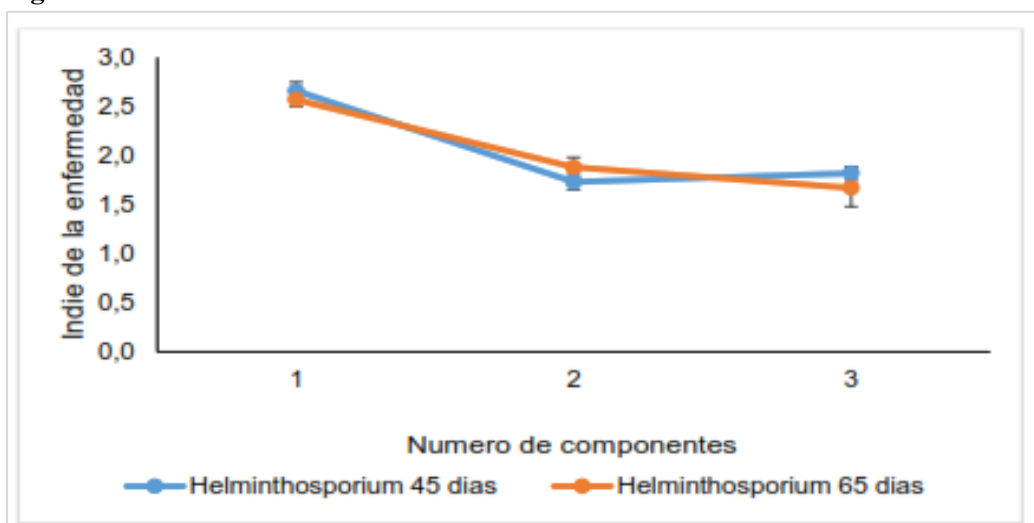
En esta figura se observó claramente el nivel del daño provocado por *Helminthosporium* spp en dos líneas de tiempo diferentes de medición: a los 45 días y a los 65 días, de los cuales se obtuvo que el nivel de escala de daño fue severo en todos los monocultivos.

Figura 10. Nivel de daño de *Helminthosporium* spp. en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos, con error estándar.



Los promedios de daño presentes de *Helminthosporium* spp en los tratamientos se tiene que: en los monocultivos a los 45 días el promedio de daño fue evidente el daño severo aumento así a los 65 días por el número de componente.

Figura 11



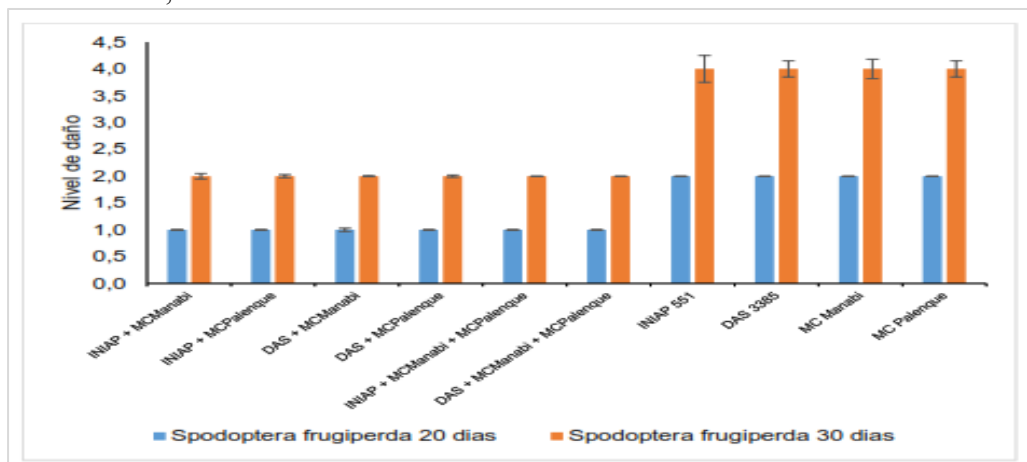
Nivel de escala de daño de *Helminthosporium* spp y el número de componentes utilizados en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos, con error estándar. 1= promedios de los monocultivos; 2= promedios de mezclas de dos genotipos; 3= promedios de mezclas de tres genotipos.

Severidad de daño del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz.

La severidad de daño de *S. frugiperda* fue evaluada para cada tratamiento en el cultivo de maíz.

De acuerdo a la escala de Davis categoriza como daño bajo= 1, 2 y 3, daño medio= 4, 5 y 6 y daño alto= 7, 8 y 9. Los resultados observados indican que en los primeros 20 días todos los tratamientos evaluados se encontraba en un nivel de daño bajo y a los 30 días el daño aumento al nivel medio en todos los tratamientos de monocultivos.

Figura 12. Nivel de daño de *Spodoptera frugiperda* en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos, con error estándar.

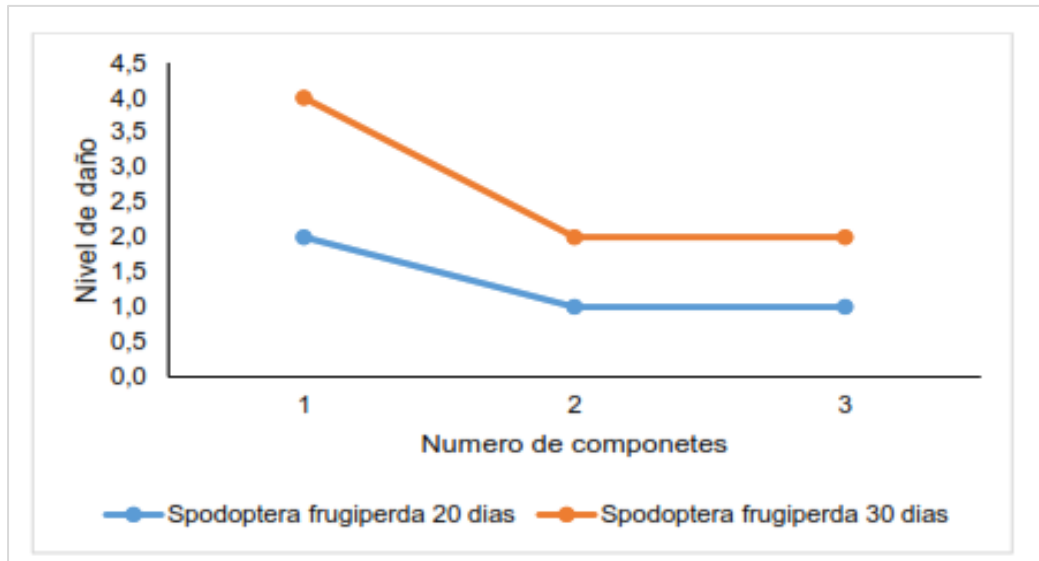


Según escala de Davis: daño bajo 1, 2 y 3; daño medio 4, 5 y 6; daño alto 7, 8 y 9.

Representa a los promedios de monocultivos y obtuvo como nivel de daño 2,00, a los 20 días y a los 30 días fue de 4,00, En lo que respecta a la mezcla de dos componentes es de 1,00 a los 20 días y a los 30 días como resultado fue de 2,00 de daño y la mezcla de tres genotipos obtuvo a los 20 días 1,00 y a los 30 días el 2,00 de nivel de daño en la planta.

Esto deja ver que el mayor daño lo obtuvieron los monocultivos a los 30 días, seguido de la mezcla de los dos y tres genotipos fue menor al de los monocultivos.

Figura 13



Nivel de daño de *Spodoptera frugiperda* y el número de componentes utilizados en diferentes mezclas intraespecíficas de maíz y monocultivos. 1= promedios de los monocultivos; 2= promedios de mezclas de dos. Según escala de Davis: daño bajo 1, 2 y 3; daño medio 4, 5 y 6; daño alto 7, 8 y 9 genotipos; 3= promedios de mezclas de tres genotipos. Según escala de Davis: daño bajo 1, 2 y 3; daño medio 4, 5 y 6; daño alto 7, 8 y 9.

DISCUSIÓN

Las enfermedades foliares impactan sobre el rendimiento y los componentes numéricos que lo conforman (longitud de mazorca, peso de grano por mazorca, peso de las semillas y relación grano tusa), pues producen alteraciones en los sistemas responsables de la producción dentro de la planta, como disminuciones en el índice de área foliar verde (Alavanja, 2019). Los resultados en la presente investigación corroboran lo antes mencionado.

De acuerdo cálculo del rendimiento por kg ha para determinar la incidencia de las enfermedades en la capacidad de producción, se pudo observar que en esta investigación las enfermedades afectan negativamente los rendimientos, esta situación coincide con Quintana (2019) quien manifiesta que “las enfermedades foliares constituyen uno de los principales factores bióticos que limitan la expresión de los rendimientos del cultivo”.

Se pudo notar el nivel de incidencia que tienen las enfermedades foliares en las distintas mezclas intraespecíficas, que fueron INIAP + MCManabí, INIAP + MCPalenque, DAS + MCManabí, DAS +

MCPalenque, INIAP + MCManabí + MCPalenque, INIAP + MCManabí + MCPalenque, INIAP + MCManabí + MCPalenque, DAS + MCManabí + MCPalenque, así como monocultivos INIAP 551, DAS 3385, DAS 3385, MC Manabí, MC Palenque. En lo que respecta a la *Curvularia lunata*, *Spiroplasma kunkellii*, la *Puccinia sorghi* el *Helminthosporium* spp. se hizo evidente la disminución del nivel de daño debido al número de sus componentes.

Se ha podido observar y analizar que las enfermedades foliares afectan negativamente al cultivo de maíz, y que el creciente aumento evidenciado se debe a la deficiencia presente en el manejo de los mismos, por eso es necesario la realización de una propuesta como alternativa, la cual se requirió tener los datos de los apartados anteriores en los que se demostró tanto la incidencia de las plagas y enfermedades, así como los daños ocasionados por la plaga del gusano cogollero al cultivo de maíz que se sometió a este experimento investigativo con la finalidad de contribuir positivamente al tratamiento y resultados de la producción de la planta.

Según los resultados en cuanto a las mezclas de varios genotipos (DAS 3385, Maíz criollo Manabí y Maíz criollo Palenque) se identifica que al mezclar los genotipos se ven influenciados por el cruce de genes de resistencia de materiales criollo a híbridos y viceversa, afectando positivamente al desarrollo agronómico y resistencia a plagas y enfermedades, esto nos da la pauta para recomendar este tipo de alternativas en producciones del cultivo de maíz donde se minimizará las aplicaciones de fitosanitarios. Se logró identificar la severidad de daño del gusano cogollero en los 10 tratamientos aplicados en esta investigación, en la que se determinó en dos medidas de tiempo a nivel general: 20 y 30 días para realizar su respectiva medición en la que quedó plasmado que el nivel de daño ocasionado a los 20 días fue bajo, pero a medida que aumentó el tiempo (30 días) el nivel aumentó a nivel medio. En este aspecto Louette y Smale (2016) manifiesta que las infestaciones de esta plaga provocan daños severos a los cultivos, lo que ocasiona directamente a la reducción del rendimiento en niveles superiores al 30%. Por lo que hay que tener mucho cuidado al manejo del cultivo.

En cuanto al promedio de daño de *S. frugiperda* presente en los tratamientos y de acuerdo con los componentes empleados en el cultivo de maíz, se obtuvo que el mayor daño lo obtuvieron los monocultivos, pues la mezcla de los dos genotipos, así como los de los tres genotipos fue menor los daños ocasionados por las enfermedades y plagas; lo que deja ver como consecuencia que la mezcla

intraespecífica de semillas puede afectar positivamente a la severidad del daño que causa esta plaga común en el cultivo del maíz.

Coincidiendo con Yáñez et al., (2018) quienes manifiestan que las mezclas intraespecíficas se establecen con fines reproductores, alimenticios y de protección frente a plagas y enfermedades y esto las hace más resistentes y que no afecten considerablemente al rendimiento del cultivo.

Toda la información en este trabajo se direcciona a la importancia de darle un correcto manejo y cuidado a los diferentes cultivos, en especial el del maíz el cual se ve constantemente atacado por plagas y enfermedades que afectan a la producción. La reducción de daño debido a la mezcla de genotipos y monocultivos empleados, permite tomar acciones por parte del agricultor a fin de evitar situaciones que afecten directamente al cultivo, así como a su economía debido a la reducción en los rendimientos.

En lo que respecta a la aplicación de las diferentes mezclas intraespecíficas en el maíz y los resultados sobre la resistencia que presentaron ante el ataque de plagas y enfermedades, hace notar la importancia de aplicarlos en el cultivo de maíz. Así también coincide (Barg y Armand 2017), quienes manifiestan que al utilizar mezclas intraespecíficas y diferentes genotipos de maíz se está evitando parcialmente que las plagas deterioren al cultivo y por ende se evite afectar el rendimiento de la producción, pero también es vital pues debido a que se utilizan métodos agroecológicos se puede resolver los problemas referentes a la erosión y se conservará mejor el suelo e incrementará la estabilidad de los sistemas agrícolas.

Las mezclas intraespecíficas aplicada al maíz, pues generan efectos positivos en la entomofauna del cultivo, pues a su vez permite darle un manejo adecuado a este y se consigue proteger no solo la producción sino también los suelos, la regulación de las aguas, la conservación de la biodiversidad y por supuesto la reducción de los costos en muchas tareas laborales que realiza por lo general el agricultor (Sánchez y Ruiz 2016).

Por lo que se puede concluir en base a este análisis de aplicar mezclas intraespecíficas para el control y atención de plagas y enfermedades presente en el cultivo de maíz, generaría un efecto positivo tanto en la producción como en la preservación del ecosistema.

CONCLUSIÓN

El uso de diferentes mezclas intraespecíficas de maíz de los diferentes tratamientos aplicados en el experimento permite la reducción en la incidencia de las enfermedades foliares *Curvularia lunata*, *Spiroplasma kunkellii*, *Puccinia sorghi* y *Helminthosporium* spp.

La mezcla intraespecífica de DAS 3385, maíz criollo Manabí y maíz criollo Palenque reduce el ataque del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*).

La implementación de diferentes mezclas intraespecíficas en las que se empleen varios genotipos de maíz, permiten altos rendimientos kg ha⁻¹

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguirre, A., Bellon, M., y Smale, M. (2019). A regional analysis of maize biological diversity in Southeastern Guanajuato, México. CIMMYT Economics Working, 89.
- Allen, T. (2016). Herbario virtual y Fitopatología del maíz: Enfermedades y plagas del maíz, Obtenido de https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=162
- Alavanja, M. (2019). Pesticides use and exposure extensive worldwide. *Rev. Environ Health*, 29(4), 303- 309.
- Arévalo, P., y Mejía, I. (2018). Manejo del Gusano cogollero. Retrieved from www.soccolhort.com/revista/pdf/vol1/art9
- Arregui, M., y Puricelli, E. (2018). Mecanismos de Acción de Plaguicidas. Dow Agrosiences.
- Bernardino, H. U., Torres, H., Sánchez, G., Reyes, L., y Zapién, A. (2019). Uso de plaguicidas en el cultivo de maíz en zonas rurales del Estado de Oaxaca, México. *Rev. salud ambiental*, 19(1), 23-31.
- Brush, B. (. –1. (2018). Genetic diversity and conservation in traditional farming systems. *Journal of Ethnobiology* 6, 153–165.
- Caballero, P., Murillo, R., Muñoz, D., y Williams, T. (2019). El nucleopoliedrovirus de *Spodoptera frugiperda* (Lepidóptera: Noctuidae) como bioplaguicida. *Revista Colombiana de Entomología*, 2(35), 105-115.
- Caicedo, M. (2017). Situación actual del cultivo de maíz en Ecuador. Lima, Perú: INIEA.

- CIMMYT. (2019). Maize seed industries, revisited: Emerging roles of the public and private sectors. México: CIMMYT.
- Corra, L. (2019). Herramientas de capacitación para el manejo responsable de plaguicidas y sus envases: efectos sobre la salud y prevención de la exposición. Buenos Aires: Organización Panamericana de la Salud - OPS.
- Devine, G., Eza, E., Ogusuky, E., y Furlong, M. (2018). Uso de insecticidas: contexto y consecuencias ecológicas. *Rev. Perú Med Exp Salud Pública*, 2(1), 74-100.
- Duke, S. O. (2016). *Herbicide-Resistant Crops: Agricultural, Environmental, Economic, Regulatory and Technical Aspects*. Boca Raton, Florida: CRC Press, Lewis Publ.
- Gómez, G., y Minelli, M. (2017). La producción de semillas: Texto básico para el desarrollo del curso de Producción de semillas en la Universidad de Nicaragua. Managua, Nicaragua: Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, Escuela de Producción Vegetal.
- González, B. (2016). La Revolución Verde en México. *Revista Agraria*, 40-68.
- Goodman, G., y Rawling, J. O. (2018). Appropriate characters for racial classification in maize. *Economía Botánica*, Vol. 47, 44- 59.
- Guerrero, A., J. Florián, M., y Florián, J. (2017). Uso de fertilizantes y plaguicidas en el distrito de Poroto, Trujillo-La Libertad. *Sciendo*, 91-102.
- Kundu, S. R., Ved Prakash, H., Gupta, H. P., y Ladha, J. (2017). Long-term yield trend and sustainability of rainfed soybean –wheat system through farmyard manure application in a sandy loam soil of the Indian Himalayas. *Biology & Fertility of Soils*, 271–280.
- Louette, D., y Smale, M. (2016). Genetic diversity and maize seed management in a traditional Mexican community: Implications for in situ conservation in maize. México: NGR.
- Maffei, J., y Bueno, L. (2018). Suelos y Fertilización. *Olivicultura en Mendoza. Raigambre de una actividad que se renueva*. Buenos Aires: Ed. Fundación Pedro Marzano.
- Maya, N. (2016). Evaluación de siete genotipos de maíz (*Zea mays* L.) en cuatro localidades de Nicaragua. Trabajo de posgrado. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Naranjo, A. (2017). *Desenfoque en el modelo agrario. El caso del Maíz*. México.

- 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). Quevedo: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Ortega, R. (2017). El maíz como cultivo II. La diversidad del maíz en México. México, D.F.: Dirección General de Culturas populares e Indígenas.
- PAN International. (2016). Consult Manual. Pesticide Action Network International. California, EUA.
- Pesticide Action Network. (2018). Lista de Plaguicidas Altamente Peligrosos. PAN Internacional.
- Pirkle, J. L., Sampson, E. J., Needham, L. L., Patterson, D. G., y Ashley, D. L. (2016). Using biological monitoring to assess human exposure to priority toxicants. *Environ Health Perspect*, 45-48.
- Poehlman, J., y Sleper, D. (2015). Mejoramiento Genético de las Cosechas. México: Limusa.
- Quintana, W. (2019). Diversidad genética del maíz con fines de bioseguridad. Portoviejo: Universidad Técnica de Manabí.
- Ramírez, J., y Lacasaña, M. (2018). Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. *Arch. Prevención Riesgos Laborales*. Barcelona. España. 4 (2): 67-75. *Revista Agroecológica*, 4(2), 67-75.
- RAP-AL. (2017, septiembre 23). Qué son los plaguicidas. Retrieved from <http://www.rap-al.org/index.php?seccion=4&f=plaguicidas.php>
- Rendón, B. A., y Aragón, M. (2017). Diversidad de maíz en la Sierra Sur de Oaxaca, México: conocimiento y manejo tradicional. *Polibotánica*, 151-74.
- Rimache, M. (2018). Cultivo del Maíz. Venezuela: Espasandes.
- Romero, Y. (2019, febrero). Control biológico del cogollero del maíz con baculovirus. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/32926352>
- Salazar, N., y Aldana, M. (2018). Herbicida glifosato: usos, toxicidad y regulación. *Biotecnia*, 13(2), 8-23.
- Sánchez, J. J., y Ruiz, C. (2016). Flujo genético entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico. México: Trillas.
- Tielemans, E., Van Kooij, E., Velde, B. A., y Heederik, D. (2017). Exposición a plaguicidas y disminución de las tasas de fertilización in vitro. *The Lancet*, 484-485.

- Timoty, D., Hattenway, W., Grant, U., Torregroza, M., Sarria, D., y Vela, D. (2016). Razas de Maíces del Ecuador. Boletín Técnico N° 12. Colombia: ICA.
- Villamil, E., Bovi, G., y Nassetta, M. (2017). Situación actual de la contaminación por plaguicidas en Argentina. *Rev. Int. Contam. Amb.*, 19(1), 25-43.
- Yáñez, C., Zambrano, J., y Caicedo, M. (2018). Guía de Producción de maíz para pequeños agricultores y agricultoras. Quito, Ecuador: INIAP.
- Yanggen, D., Crissman, C., y Espinosa, P. (2019). Los plaguicidas, Impactos en producción, salud y medio ambiente en Carchi, Ecuador. Carchi, Ecuador: Universidad Técnica Particular de Loja.

Figura 18. Síntomas de la enfermedad *Gibberella zeae*



Figura 19. Gusano *Agrotis ipsilon*.



Figura 20. Adulto *Sesamia nonagrioides* causando daños en el maíz.



Figura 21. Mosca *Phorbia platura*.



Figura 22. Daños producidos por *Elasmopalpus angustellus*.



Figura 23. Mariposa adulta *Elasmopalpus angustellus*.



Figura 24. *Rhopalosiphum maidis* causando daño en el maíz.



Figura 25. Daños causados por *Colletotrichum graminícola*

