

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano**  
**Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria**  
**Ingeniería Agronómica**



Proyecto Especial de Graduación  
**Evaluación de familia S1 de maíz con resistencia a la Mancha de Asfalto**

Estudiante

Diego Fernando Miranda Tosta

Asesores

Raphael Wesly Colbert Ph.D.

Iveth Yassmin Rodríguez M.Sc.

Honduras, agosto 2023

**Autoridades**

**SERGIO RODRIGUEZ ROYO**

Rector

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**CELIA O. TREJO RAMOS**

Directora Departamento de Ciencia y Producción Agropecuaria

**HUGO ZAVALA MEMBREÑO**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros .....	5
Índice de Figuras .....	6
Abstract .....	8
Introducción .....	9
Materiales y Métodos .....	12
Ubicación del Estudio .....	12
Material Genético .....	12
Multiplicación del ínóculo .....	13
Manejo Agronómico .....	14
Condiciones Ambientales .....	14
Diseño y Unidad Experimental .....	15
Variables Medidas .....	16
Días a Floración Masculina .....	16
Días a Floración Femenina .....	16
Incidencia Mancha de Asfalto .....	16
Altura de Planta .....	16
Altura de Mazorca .....	16
Días a madurez Fisiológica .....	16
Acame a la Madurez Fisiológica .....	17
Porcentaje de Mazorcas con Mala Cobertura .....	17
Peso del grano Expresado en Gramos .....	17
Peso de Cien Semillas Expresados en Gramos .....	17
Rendimiento de Grano Expresado en kg ha <sup>-1</sup> .....	17

Análisis Estadístico .....	18
Resultados y Discusión .....	19
Conclusiones .....	24
Recomendaciones .....	25
Referencias.....	26

### Índice de Cuadros

Cuadro 1 Características agronómicas, día a floración masculina (DFM), día a floración femenina (DFF), intervalo polen estigma (IPE), día a madurez fisiológica (DMFi), altura de mazorca (AM) altura de planta (AP) y acame de raíz (AR) de familias S1 de maíz. Zamorano, Honduras 2022. ....	20
Cuadro 2 Severidad de la mancha de asfalto en las familias S1, severidad complejo mancha de asfalto (SCMA), incidencia mancha de asfalto (ICMA). Zamorano, Honduras 2022. ....	21
Cuadro 3 Características de rendimiento y componentes, número mazorca por planta (NMP), mazorcas podridas (MP), aspecto de mazorca (AM), peso de 100 semillas en gramos (P100Sg), índice de desgrane (ID), rendimiento de grano (RDT). Zamorano, Honduras 2022. ....	22

## Índice de Figuras

Figura 1 Ubicación del lote de ensayo mapa vega 4 Monte Redondo en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras 2022. ....	12
Figura 2 Vista de los esparcidores antes de la siembra del ensayo de Monte redondo en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras 2022. ....	13
Figura 3 Aplicación de la fuente de inóculo en los bordes esparcidores en el ensayo de Monte redondo en la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras 2022. ....	14
Figura 4 Datos de humedad relativa (%), temperatura promedio (°C) y la precipitación (mm) de la estación meteorológica "Pivote Central". Zamorano, Honduras 2022. ....	15

## Resumen

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos más importantes en la región de Centro América, por el impacto que ejerce en la nutrición de la población. Este grano básico se ve amenazado por distintos factores en el cual destacan las enfermedades fitopatógenas como la mancha de asfalto. Dentro de las alternativas que se ha presentado a lo largo de los años y que ha obtenido resultados positivos se encuentra el mejoramiento genético. Los objetivos de este estudio fueron: evaluar las características agronómicas y de rendimiento de las familias S1 que presentan resistencia a mancha de asfalto. El proceso de mejoramiento genético en la investigación inició con la cruce parental Tuxpeño × DICTA 96 para obtener las familias F1. Posteriormente, estas familias fueron auto fecundadas para obtener las familias S1. Un grupo de 152 familias S1 y los parentales fueron evaluados en campo de Zamorano y los criterios de selección se basaron sobre las características agronómicas, incidencia enfermedad mancha de asfalto y rendimiento. Se utilizó un diseño experimental alfa látice con tres repeticiones, y los datos fueron analizados usando el programa estadístico Infostat versión 2020I. Dentro de las 16 variables evaluadas, 14 presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre las familias y parentales incluyendo las características agronómicas, incidencia de la enfermedad y rendimiento. Con base en las características agronómicas la población S1 obtuvo mejores resultados que sus parentales para días a madurez fisiológica, altura de mazorca, altura de planta, y acame de raíz. La resistencia a enfermedades el parental Dicta 96 obtuvo los mejores resultados y las familias S1 presentaron resistencia intermedia a la mancha de asfalto. Para las variables de rendimientos los parentales se mostraron superiores que la población S1.

*Palabras clave:* DICTA 96, enfermedades fitopatógenas, mejoramiento genético, Tuxpeño.

### Abstract

Maize (*Zea mays* L.) is one of the most important crops in the Central American region, due to the impact it has on the nutrition of the population. This basic grain is threatened by different factors in which phytopathogenic diseases such as the wide of asphalt stand out. Among the alternatives that has been presented over the years and that has obtained positive results is genetic improvement. The objectives of this study were: to evaluate the agronomic and performance characteristics of S1 families that present resistance tar spot. The process of genetic improvement in research began with the Tuxpeño parental cross × DICTA 96 to obtain the families F1. Subsequently, these families were self-fertilized to obtain the S1 families. A group of 152 S1 families and parents were evaluated in Zamorano field and selection criteria were based on agronomic characteristics, tar spot disease incidence and yield. An alpha lattice experimental design with three replications was used, and the data were analyzed using the statistical program Infostat version 2020I. Among the 16 variables evaluated, 14 of them presented significant differences ( $p \leq 0.05$ ) between families and parents including agronomic characteristics, disease incidence and performance. Based on the agronomic characteristics, the S1 population obtained better results than its parents for days at physiological maturity, cob height, plant height, and stem tilt. La resistance to diseases the parental Dicta 96 obtained the best results and the s families S1 presented intermediate resistance to the tar spot. For the performance variables, the parents were higher than the S1 population.

*Keywords:* DICTA 96, Genetic improvement, Phytopathogenic diseases, Tuxpeño.

## Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos más importantes a nivel regional de Centro América. El maíz se reporta desde tiempos precolombinos como el principal grano en la dieta de los habitantes y en la actualidad lo sigue siendo dentro de la población (Rosas 2006). En Honduras, para los años de 2017 y 2018 se reportó una producción 1,410 millones de kg (Unidad de Planteamiento y Evaluación de la Gestión 2018). Dentro del país, el maíz blanco es catalogado para consumo humano mientras que el maíz amarillo en su mayoría es proporcionado para la dieta animal. Dentro de la producción animal el grano de maíz es catalogado como el más importante por su gran aporte de energía, se compone de un 75% de almidón, 4 a 5% de aceites y un contenido del 8 al 10% de proteína (Gear et al. 2006).

Dentro de las mayores limitantes que existen en la producción de maíz se destacan las enfermedades fitopatógenas. El maíz es susceptible a una gran variación de enfermedades y la presencia de estas puede ver marcada por las condiciones ambientales, vectores y susceptibilidad de los materiales entre otros factores dejando así severas pérdidas de rendimiento que volcaran en una disminución económica (Varon y Sarria 2006- 2007). Entre las enfermedades que destacan en la actualidad dentro de la producción de maíz se encuentra el complejo de la mancha de asfalto (CMA), caracterizándose por ser muy agresiva si encuentra las condiciones ideales. El CMA es la sinergia entre los hongos *Phyllacora maydis*, *monographella maydis* y se menciona acerca de la participación de *Coniothyrium phyllachorae* (Pereyda et al. 2009).

El CMA es de comportamiento biótrofo obligado que se ve favorecido por temperaturas en promedio desde los 17°C hasta los 22°C, humedad relativa mayor al 75%, precipitación mensual mínimas de 150 mm, pocas horas luz, fertilizaciones ricas en nitrógeno y además el uso de genotipos susceptibles (Ruiz y Méndez Noviembre, 2018). El CMA se ha convertido en una enfermedad que ha generado una gran preocupación dentro de los agricultores por que puede tener pérdidas en rendimientos desde el 30% hasta el 100% (Mottaleb et al. 2019). Esta enfermedad puede ocasionar severas pérdidas en el

rendimiento si no se ejercen los manejos agronómicos necesarios para impedir el aumento de la incidencia de enfermedad en el cultivo. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo CIMMYT (1995) ha definido una serie de variables y características que se deben tomar a consideración para evaluar una población entre las cuales destacan días a floración masculina y femenina, altura de planta, altura de mazorca, enfermedades, acame de raíz, cobertura de mazorca, número de plantas cosechadas, peso de campo, número total de mazorcas, pudrición de mazorca, aspecto de mazorca y porcentaje de humedad.

Dentro de las herramientas que se emplean en la actualidad para un mejor control sobre las enfermedades y un mejor desarrollo de las características agronómicas deseables se ha destacado el uso de variedades mejoradas por medio del mejoramiento genético. Para obtener buenos rendimientos dentro de la producción de maíz y demás granos es importante escoger una buena variedad a sembrar; ya que los procesos de hibridación y selección han podido generar individuos con una mayor capacidad de producción y mejores rendimientos (Quiroz et al. 2017). Es importante las características agronómicas que presenta una determinada variedad ya que existen cultivares que ejercen mejor adaptación que otras, porque se sabe que el rendimiento está directamente asociado con la adaptación de una variedad (Guaman et al. 2020).

La selección de la variedad a utilizar debe ser en base a la que pueda ejercer la mejor adaptación al sitio donde se procederá su siembra para así tener una mejor expresión de sus genes. Dentro del marco nacional en producción de maíz existen muchos genotipos que poseen distintas características agronómicas y atribuciones. DICTA 96 es un híbrido que presenta resistencia al CMA con características agronómicas deseables como un rendimiento promedio de 8,385 kg ha<sup>-1</sup> (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) 2020). Otro genotipo a destacar que se cultiva mucho en la región por su adaptación es la variedad de maíz Tuxpeño que tiene un rendimiento de 2,198 kg ha (Jimenez Junio, 2021), al igual que posee características agronómicas deseables. El objetivo de esta investigación fue

evaluar las características agronómicas, resistencia a complejo mancha de asfalto y rendimiento de las familias S1 (Tuxpeño x DICTA 96).

## Materiales y Métodos

### Ubicación del Estudio

El experimento se llevó a cabo en La Vega 4 de Monte Redondo, lote correspondiente a la Unidad de Investigación y Desarrollo de Cultivos ubicado en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano (Figura 1). Cuenta con coordenadas  $13^{\circ}59'41''$  N y  $86^{\circ}59'19''$  O y una altura de 750 msnm a 32 km de Tegucigalpa, temperatura promedio de  $22.4^{\circ}\text{C}$  y una precipitación promedio de 129.38 mm por mes entre agosto y diciembre de 2022.

### Figura 1

*Ubicación del lote de ensayo mapa vega 4 Monte Redondo en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras 2022.*



### Material Genético

El material experimental incluye 152 familias S1 y los parentales Tuxpeño y DICTA 96. Los genotipos seleccionados provienen de la cruce entre Tuxpeño como aportador de los gametofitos femeninos y DICTA 96 como aportador de los gametofitos masculinos; a partir de esa cruce inicial se obtuvieron alrededor de 1500 plantas F1, en donde se auto fecundaron plantas que mostraron resistencia a La Mancha de Asfalto y características agronómicas deseables como ser altura de mazorca igual o menor a los 160 cm. De las plantas F1 auto fecundadas se obtuvo semilla S1 individualmente y fueron las que se

evaluaron bajo condiciones del complejo mancha de asfalto durante los meses de agosto a diciembre de 2022.

### **Multiplicación del inóculo**

Para aumentar la presión de enfermedad se sembraron bordes para favorecer la diseminación del complejo mancha de asfalto (CMA). Se utilizó el genotipo Tuxpeño ya que presenta alta susceptibilidad a dicha enfermedad, la siembra de los bordes se realizó 30 días antes de la siembra del ensayo. Se realizaron dos inoculaciones en la parcela, mediante la recolección de plantas enfermas que presentaron los signos característicos del CMA. Luego de la recolecta de estas plantas se dejaron reposar por 24 horas juntos con agua destilada, una vez contando con la fuente de inóculo se procedió hacer uso de un tamiz para separar impurezas que obstruyeran la bomba de mochila que se utilizaría para realizar la respectiva aplicación. Se le aplicó a la fuente de inóculo el coadyuvante BP337-500 Tween 20 para mejorar la adherencia de este. La primera aplicación del inóculo se realizó a los 32 DDS y posteriormente a los 8 días.

### **Figura 2**

*Vista de los esparcidores antes de la siembra del ensayo de Monte redondo en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras 2022.*



**Figura 3**

*Aplicación de la fuente de inóculo en los bordes esparcidos en el ensayo de Monte redondo en la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras 2022.*

**Manejo Agronómico**

Para el establecimiento de la parcela experimental se realizó un control de malezas utilizando los herbicidas pre emergentes (glufosinato de sodio como ingrediente activo). Con respecto a la preparación de suelo, se recurrió a una labranza mínima para preparar los surcos. Se delimitó el área correspondiente a los bloques experimentales por medio de cintas y medidas adaptadas al diseño estadístico. La demanda hídrica del cultivo fue cubierta por medio de sistema de riego por goteo y se mantuvo el ensayo a capacidad de campo. Posterior a la siembra se realizaron los respectivos monitoreos correspondientes al control de plagas para el gusano cogollero "*Spodoptera frugiperda*" por medio de insecticida (spinetoram como ingrediente activo). Además, se realizaron monitoreos permanentes para daño por invertebrados. Para satisfacer la demanda de nutrientes se llevaron a cabo tres aplicaciones durante el ciclo del cultivo y los fertilizantes empleados fueron 12-24-12 (22.67 kg), nitrato de amonio y urea (13.30 kg).

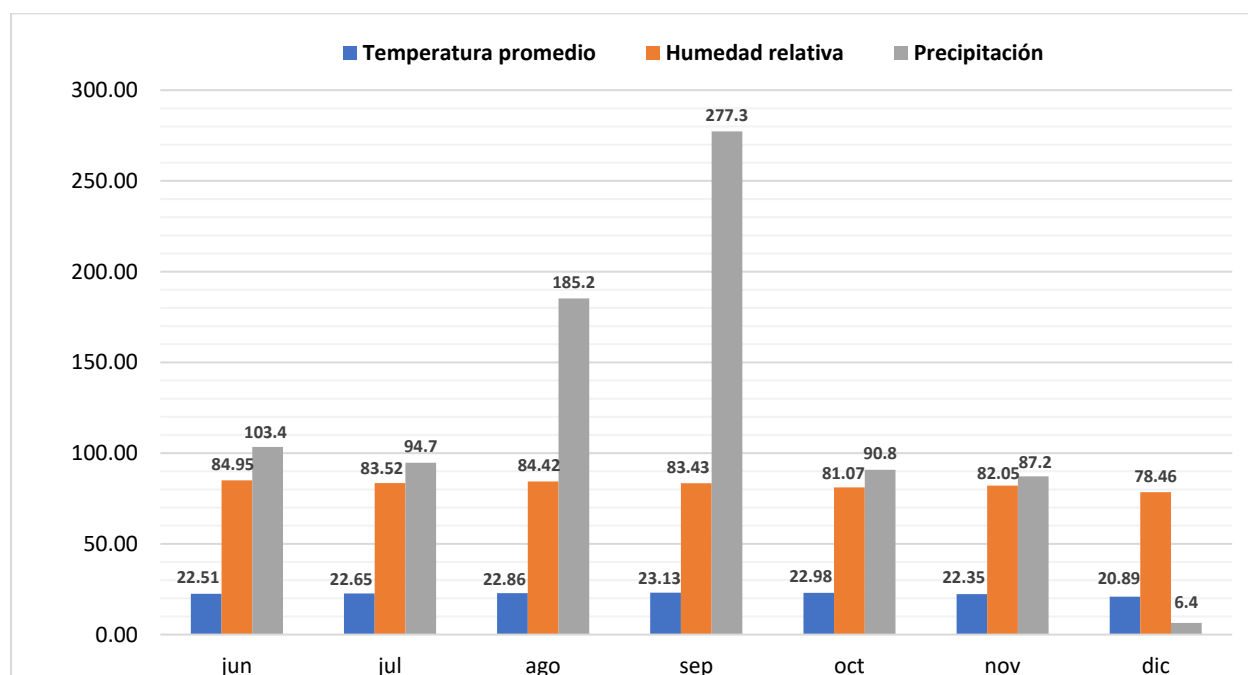
**Condiciones Ambientales**

Los datos climatológicos se tomaron de la estación meteorológica del Pivote Central de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Se registraron los datos de precipitación (mm), humedad relativa (%)

y temperatura promedio (°C) (Figura 4). La precipitación más alta registrada fue para el mes de septiembre y posteriormente hubo un decrecimiento característico en la región, afectando también paralelamente la humedad relativa y la temperatura en los meses posteriores.

#### Figura 4

*Datos de humedad relativa (%), temperatura promedio (°C) y la precipitación (mm) de la estación meteorológica "Pivote Central". Zamorano, Honduras 2022.*



#### Diseño y Unidad Experimental

La investigación fue desarrollada haciendo uso de un diseño alfa látice ( $6 \times 25$ ) con 3 repeticiones y cada unidad experimental midió 2 metros de largo con un distanciamiento entre planta de 20 cm y 90 cm entre surco.

## **VARIABLES MEDIDAS**

### ***Días a Floración Masculina***

Se evaluó cuando el 50% de las espigas de cada unidad experimental estaban completamente visibles y con liberación de polen.

### ***Días a Floración Femenina***

Se evaluó cuando el 50% de las plantas en cada unidad experimental presentaron estigmas visibles de 1-2 cm en la primera mazorca.

### ***Incidencia Mancha de Asfalto***

Se evaluó por medio de una escala de severidad desarrollada por la “Unidad de Investigación y Desarrollo de Cultivos” (UIDC) en donde 1 es una hoja sana y de forma ascendente hasta 5 es hoja dañada. Dicha evaluación se realizó en todas las plantas de cada unidad experimental en el dosel intermedio de la planta.

### ***Altura de Planta***

Se evaluó en 8 plantas de cada unidad experimental haciendo a un lado a las plantas bordes expresada en cm, medida desde la base de la planta hasta donde comienza a dividirse la espiga.

### ***Altura de Mazorca***

Se evaluó en 8 plantas de cada unidad experimental haciendo a un lado las plantas bordes expresada en cm, medida que va desde la base de la planta hasta la mazorca.

### ***Días a madurez Fisiológica***

Se determinó mediante la presentación de un cambio de color característico de la cobertura de la mazorca, en más del 50% de las plantas en cada unidad experimental.

### ***Acame a la Madurez Fisiológica***

Se evaluó en todas las plantas correspondientes a cada unidad experimental en donde por medio de conteo se registraron las plantas con acame de raíz (plantas con inclinación superior a 30° a partir de la base donde comienza la zona de raíces), y con acame de tallos rotos debajo de la mazorca.

### ***Porcentaje de Mazorcas con Mala Cobertura***

Se evaluó una vez contando con las mazorcas ya cosechadas en donde se registró las plantas cosechadas que hayan tenido una cobertura deficiente y con granos expuestos.

### ***Peso del grano Expresado en Gramos***

Después de registrar el peso de campo en mazorca, se procedió a desgranar las muestras de cada parcela y se registró el peso del grano por parcela.

### ***Peso de Cien Semillas Expresados en Gramos***

Se descontó 100 semillas de cada muestra y se tomó el peso. Humedad del grano en porcentaje, se determinó la humedad después de pesar el grano usando la muestra requerida según el medidor de humedad de marca "min GAC®".

### ***Rendimiento de Grano Expresado en kg ha<sup>-1</sup>***

Se calculó mediante el rendimiento de grano (RDG) en kg ha<sup>-1</sup> ajustado al 14% de humedad utilizando la ecuación [ 1]

$$\text{RDG (kg ha}^{-1}\text{)} = \frac{(\text{PDG (kg)} \times 10,000 \text{ m}^2)}{\text{Área cosechada (m}^2\text{)}} \times (100\% - \% \text{HDG}) \times 0.86 \quad [1]$$

En donde RDG = Rendimiento de grano; PDG = Peso de granos y HDG = Humedad de grano.

**Análisis Estadístico**

Las distintas variables fueron analizadas por medio de un análisis de varianza (ANDEVA) y prueba de separación de medias de la diferencia mínima significativa (DMS) de Fisher ( $p < 0.05$ ) utilizando el programa estadístico InfoStat 2020I.

## Resultados y Discusión

Las características agronómicas presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ). La variable guía fue días a floración masculina en donde el testigo Tuxpeño (57 días) y siete familias S1 mostraron alta precocidad en DFM siendo la familia Tuxpeño D96-104 la más precoz que el testigo Tuxpeño (Cuadro 1). (Espinosa et al. 2013) reportaron que la precocidad está asociada a rendimientos aceptables en el cultivo de maíz ya que es un factor correlativo que influye directamente en el rendimiento.

La variable Polen-estigma (IPE) es la diferencia entre los DFM y DFF, en donde muchas familias S1 obtuvieron una sincronización floral sin diferencia marcadas entre días con un promedio de 2.8. (Noriega et al. 2011) reportaron que el valor IPE está ligado a una correcta formación y llenado de grano y estos mismos nos conducen a obtener mejores resultados en la producción. En la variable días a madures fisiológica (DMFi) 145 familias S1 se mostraron superiores en comparación con el testigo DICTA 96 (104 días) y 86 Familias S1 se mostraron superior a Tuxpeño (102 días).

Basados en los rangos se obtuvo altura de mazorca (AM) y altura de planta (AP) con un intervalo en base al promedio de 96 cm a 197 cm, facilitando así las labores de cosecha para los agricultores y según (Cruz 2013) AM y AP no tienen influencia sobre el rendimiento de la población. (Ramírez et al. 2020) reportaron que la relación densidad/rendimiento se puede obtener por medio de un buen acame de la población y los testigos mostraron valores inferiores en comparación a la población, obteniendo así familias S1 con alta resistencia al acame. Según Rosas (2019), la heredabilidad se clasifica como media cuando cuenta con valores de media entre 0.31 a 0.60. Según los resultados obtenidos todas las variables presentan heredabilidad media exceptuando el acame raíz que fue inferior a 0.30.

**Cuadro 1**

*Características agronómicas, día a floración masculina (DFM), día a floración femenina (DFF), intervalo polen estigma (IPE), día a madurez fisiológica (DMFi), altura de mazorca (AM) altura de planta (AP) y acame de raíz (AR) de familias S1 de maíz. Zamorano, Honduras 2022.*

Familia (S1)	DFM	DFF	IPE	DMFi	AM cm	AP cm	AR (1-5)
Tuxpeño	57	62	4	102	108	227	2
TuxD96-33	58	60	3	101	91	194	2
TuxD96-311	58	61	3	97	96	194	1
TuxD96-102	58	62	3	101	106	190	2
TuxD96-97	59	59	1	101	81	157	2
TuxD96-214	59	62	3	100	111	211	1
TuxD96-163	59	63	5	99	61	173	4
DICTA 96	60	62	2	104	115	228	4
TuxD96-57	60	69	10	101	110	204	3
TuxD96-30	61	64	3	97	87	177	3
TuxD96-4	61	64	3	99	80	194	2
TuxD96-150	63	62	2	100	94	208	2
TuxD96-2	63	65	2	99	77	176	1
TuxD96-50	63	66	3	101	99	202	2
TuxD96-45	65	67	2	101	104	196	1
TuxD96-294	65	69	5	100	89	197	2
TuxD96-123	65	68	2	103	140	232	1
TuxD96-297	65	66	2	106	104	185	3
TuxD96-289	66	65	0	103	83	182	3
TuxD96-65	67	69	3	105	95	191	1
TuxD96-159	67	68	1	103	94	202	4
TuxD96-240	68	73	5	102	106	217	3
Promedio	62.4	65.2	2.8	101.4	96.5	197.4	2.3
Rango	56-70	58-73	0.3-9.6	97-106	61.3-140	148.3-232.3	1.0-4.7
DMS (0.05)	5.53	5.56	3.31	3.33	21.42	28.49	2.05
Valor p	<0.00001	<0.0001	0.0022	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.006
CV (%)	5.52	5.22	72.38	2.05	13.81	8.98	55.61
R <sup>2</sup>	0.55	0.6	0.48	0.57	0.57	0.6	0.46
Heredabilidad	0.46	0.55	0.33	0.56	0.55	0.55	0.29

Los resultados indican diferencias significativas entre los tratamientos para las variables de enfermedad de la mancha de asfalto CMA (1-9) ( $p \leq 0.05$ ), exceptuando la variable ICMA que no presentó diferencia significativa (Cuadro 2). El testigo DICTA 96 presentó los niveles más bajos de la escala de severidad de enfermedad con valores de 1 y 4 respectivamente para CM. Según (Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) 2020), el híbrido DICTA 96 presenta resistencia a la mancha de asfalto

por lo cual posee el gen correspondiente. La segregación de las familias S1 ante la presión de enfermedad fue positiva ya que mostraron menor daño del CMA.

El cruzamiento Tuxpeño x DICTA 96 ha presentado familias con resistencia a CMA en estudios anteriores (Arevalo 2022). El testigo tuxpeño presento alta susceptibilidad a CMA como era de esperarse ya que no posee los genes de resistencia para el mismo. (Jimenez Junio, 2021) en estudio previos ha demostrado la susceptibilidad que presenta Tuxpeño ante la presión de enfermedad. La característica de heredabilidad fue media para las variables severidad complejo mancha de asfalto exceptuando la incidencia mancha de asfalto que presenta heredabilidad baja según Rosas (2019), ya que posee una heredabilidad baja de 0.30.

## Cuadro 2

*Severidad de la mancha de asfalto en las familias S1, severidad complejo mancha de asfalto (SCMA), incidencia mancha de asfalto (ICMA). Zamorano, Honduras 2022.*

Familia S1	SCMA 1-9	ICMA (%)
DICTA 96	1	7
TuxD96-289	1	20
TuxD96-163	1	3
TuxD96-57	1	7
TuxD96-30	1	10
TuxD96-4	1	10
TuxD96-294	1	0
TuxD96-50	2	17
TuxD96-33	2	13
TuxD96-311	2	3
TuxD96-214	2	13
TuxD96-240	2	0
TuxD96-97	2	27
TuxD96-2	2	7
Tuxpeño	2	3
TuxD96-297	2	7
TuxD96-159	2	37
TuxD96-45	2	27
TuxD96-150	2	0
TuxD96-65	2	7
TuxD96-123	2	0
TuxD96-102	4	10
Promedio	1.9	10.7
Rango	1.0-3.6	0-36

Familia S1	SCMA 1-9	ICMA (%)
DMS (0.05)	1.31	19.79
Valor p	0.0027	0.06
CV (%)	42.8	115.22
R <sup>2</sup>	0.53	0.44
Heredabilidad	0.33	0.19

El Cuadro 3 muestra diferencias significativas entre los tratamientos para las variables de MP (1-5), AM, P100S g, ID y RDT Kg ha<sup>-1</sup> ( $p \leq 0.05$ ) a excepción del NMP. La variable guía como característica superior entre las 16 variables tomadas para el ensayo fue el rendimiento (kg ha<sup>-1</sup>), en donde se muestran las 10 mejores y peores familias más los testigos. Los parentales Tuxpeño (4643 kg ha<sup>-1</sup>) y DICTA 96 (6347 kg ha<sup>-1</sup>) mostraron rendimientos superiores en comparación con las familias S1, presentando así Dicta 96 los rendimientos más altos. Según (MacRobert et al. Noviembre, 2015) los híbridos presentan características genéticas mejoradas en las que destacan el alto rendimiento, ya que estas han sido sometidas a procesos de selección muchas generaciones anteriores.

Las familias S1 pueden presentar alta variabilidad en la expresión de sus genes y por ende alcanzar niveles de uniformidad muy bajos. La variabilidad genética muestra una amplia distribución de los genotipos en las familias S1 ya que se evidencia la presencia de polimorfismos (Gutierrez et al. 2015). Tuxpeño al ser una variedad adaptada a la región donde se llevó el estudio pudo presentar niveles significativos de rendimiento. (Rodriguez et al. 2015) reporta que los agricultores prefieren el uso de semilla que se encuentra ya adaptada a las condiciones climáticas que se encuentran en la zona.

### Cuadro 3

*Características de rendimiento y componentes, número mazorca por planta (NMP), mazorcas podridas (MP), aspecto de mazorca (AM), peso de 100 semillas en gramos (P100Sg), índice de desgrane (ID), rendimiento de grano (RDT). Zamorano, Honduras 2022.*

Familias S1	NMP	MP (1-5)	AM	P100S (g)	ID	RDT (kg ha <sup>-1</sup> )
DICTA 96	1	3	3	24.9	0.8	6347
Tuxpeño	1	3	3	23.8	0.7	4643

Familias S1	NMP	MP (1-5)	AM	P100S (g)	ID	RDT (kg ha <sup>-1</sup> )
TuxD96-297	1	1	2	21.8	0.8	4442
TuxD96-50	1	1	2	22.2	0.8	4194
TuxD96-289	1	2	3	23.0	0.8	4121
TuxD96-159	1	2	2	25.6	0.8	4049
TuxD96-33	1	5	2	24.9	0.8	4036
TuxD96-311	1	3	3	16.2	0.7	3958
TuxD96-45	1	2	2	21.7	0.8	3952
TuxD96-97	1	2	3	18.6	0.8	3927
TuxD96-102	1	2	3	22.0	0.6	3919
TuxD96-150	1	3	3	22.4	0.7	3911
TuxD96-163	1	3	4	13.5	0.8	1696
TuxD96-65	1	2	3	16.8	0.8	1643
TuxD96-214	1	2	2	17.4	0.8	162
TuxD96-30	1	5	3	18.3	0.8	1522
TuxD96-57	1	2	4	19.9	0.7	1467
TuxD96-4	1	3	3	15.0	0.8	1437
TuxD96-294	1	4	3	14.4	0.8	1423
TuxD96-123	1	2	3	21.2	0.6	1392
TuxD96-2	1	2	2	15.3	0.8	1358
TuxD96-240	1	1	2	14.3	0.8	927
Promedio	0.98	2.46	2.72	19.67	0.76	2821.43
Rango	0.73-1.08	1.0-5.0	1.5-4.0	13.3-25.6	0.6-0.8	927-6347
DMS (0.05)	0.14	1.7	1.45	4.21	0.1	1629.2
Valor p	0.87	0.0002	0.22	<0.0001	0.003	0.0004
CV%	9.17	43	33.36	13.34	8.73	35.93
R <sup>2</sup>	0.35	0.49	0.4	0.65	0.47	0.5
Heredabilidad	0.000	0.385	0.099	0.706	0.560	0.373

### **Conclusiones**

DICTA 96 segregó genes de resistencia a mancha de asfalto en las familias S1 que presentaron severidad de enfermedad de 1.

En promedio las familias S1 mostraron mejor resultados en comparación con sus parentales para las variables altura de mazorca, altura de planta, días a madurez fisiológica y acame de raíz.

Los parentales Tuxpeño ( $4643 \text{ kg ha}^{-1}$ ) y DICTA 96 ( $6347 \text{ kg ha}^{-1}$ ) mostraron mejores rendimientos en comparación con las familias S1.

### **Recomendaciones**

Desarrollar el experimento en condiciones que favorezcan una mayor diseminación de enfermedades (niveles más altos de precipitación).

Desarrollar familias de hermanos completos a partir de la selección de las mejores familias S1.

Bajo los principios de la campana de Gauss, analizar cómo la población se traslada más hacia la derecha o izquierda bajo los criterios de la variable y evaluar sus resultados bajo el desarrollo de unas familias de hermanos completos.

## Referencias

Arévalo, Francisco (2022): Selección en etapa temprana de poblaciones de maíz para resistencia a la mancha de asfalto y respuesta de variedades a micorriza “Mycoral® R”. Proyecto Especial de Graduacion. EAP Zamorano, Honduras. Disponible en línea en <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/4bec464e-48a5-46fb-903c-5245b8f4c1ca/content>, Última comprobación el 18/08/2023.

Cruz, O. (2013): El cultivo de maíz. Selección de variedades e híbridos. En colaboración con Secretaria de Agricultura y Ganadería. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). Honduras. Disponible en línea en <https://dicta.gob.hn/files/2013,-Manual-cultivo-de-maiz--G.pdf>, Última comprobación el 18/08/2023.

Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) (2020): Híbrido de Maíz. Dicta 96 tolerante a la mancha de asfalto. En colaboración con Secretaría de Agricultura y Ganadería. Honduras. Disponible en línea en <https://dicta.gob.hn/files/2020,-Dicta-96---Hibrido-de-maiz.pdf>.

Espinosa, A.; Tadeo, M.; Turrent, A.; Sierra, M.; Gómez, N.; Zamudio, S. (2013): Rendimiento de variedades precoces de maíz grano amarillo para valles altos de México. En: *Agronomía Mesoamericana* 24 (1). DOI: 1321.

Gear, J.; Álvarez, A.; Depetris, G.; Cortamira, N.; Vartorelli, M. (2006): Maíz y Nutrición. Informe sobre los usos y las propiedades nutricionales del maíz para la alimentación humana y animal 2. Disponible en línea en <http://www.maizar.org.ar/documentos/ilsi%20maizar.pdf>, Última comprobación el 18/08/2023.

Guaman, R.; Desiderio, T.; Villavicencio, A. (2020): Evaluación del desarrollo y rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) utilizando cuatro híbridos. En: *Siembra* 7 (2). DOI: 8928.

Gutierrez, J.; Ramirez, J.; Raya, J.; Covarrubias, J.; Chable, F.; Aguirre, L. (2015): Variabilidad genética de líneas endogámicas de maíz comparadas con progenitores criollos mediante Microsatélites. Instituto Tecnológico de Agropecuaria. México. Disponible en línea en <https://www.redalyc.org/journal/944/94446004007/html/>, Última comprobación el 18/08/2023.

Jimenez, B. (Junio, 2021): Evaluación de la resistencia de accesiones de maíz a la mancha de asfalto mediante criterios epidemiológicos y sensores remotos. Marco teórico. Proyecto Especial de Graduacion. EAP Zamorano, Honduras, Última comprobación el 18/08/2023.

MacRobert, J.; Setimela, P.; Gheti, J. (Noviembre, 2015): Manual de producción de semilla de maíz híbrido. En colaboración con Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). México. Disponible en línea en <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/16849/57179.pdf>.

Mottaleb, A.; Lodadze, A.; Sonder, K.; Kruseman, G. (2019): Threats of Tar Spot Complex disease of maize in the United States of America and its global consequences. En: *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change* 24, pág. 281–300. Disponible en línea en <https://link.springer.com/article/10.1007/s11027-018-9812-1#:~:text=Since%20TSC%20has%20been%20reported,securities%20at%20the%20global%20scale.>, Última comprobación el 18/08/2023.

Noriega, L.; Preciado, R.; Andino, E.; Terron, A.; Covarrubias, J. (2011): Fenología, crecimiento y sincronía floral de los progenitores del híbrido de maíz QPM H-374C\*. Resultados y discusión. En: *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2 (4). DOI: 0934.

Pereyda, J.; Hernández, J.; Sandoval, S.; Aranda, S.; León, M. de (2009): Etiología y manejo de la mancha de asfalto (*Phyllachora maydis* Maubl.) del maíz en Guerrero, México. En: *Agrociencia* 43 (5). DOI: 9766.

Quiroz, J.; Pérez, D.; González, A.; Arriaga, M.; Gutierrez, F.; Martínez, J.; Ramirez, J. (2017): Respuesta de 10 cultivares de maíz a la densidad de población en tres localidades del centro mexicano. En: *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8 (7). DOI: 0934.

Ramírez, J.; Ledezma, A.; Martínez, V.; Aleman de la Torre, I.; Ruiz, Ariel; Salinas, Y. (2020): Mejoramiento del progenitor parcialmente endogámico de maíz B-3a para tolerancia al acame. En: *Revista Fitotecnica Mexicana* 41 (4). DOI: 7380.

Rodríguez, I.; Flores, Y.; Carrasco, J. (2015): Dinámica de conservación en el lugar de las variedades criollas de maíz en la aldea El Trapiche, Choluteca, Honduras. Disponible en línea en <https://www.camjol.info/index.php/RCT/article/view/2682>.

Rosas, J. (2006): Mejoramiento de maíces criollos de Honduras mediante la aplicación de metodologías de fitomejoramiento participativo. Introducción. En: *Agronomía Mesoamericana*, pág. 383–392. DOI: 7444.

Ruiz, A.; Méndez, R. (Noviembre, 2018): Estimación espacial de mancha de asfalto en maíz en los municipios de la Franja transversal del Norte, Alta Verapaz, Guatemala. Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). Guatemala. Disponible en línea en <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Informes%20Finales%20IICA-CRIA%202020/4%20MAIZ%20NORTE/Mancha%20Asfalto-CUNOR-%20A%20Ru%C3%ADz/Informe%20IICA%20Ma%C3%ADz%20Asfalto.pdf>, Última comprobación el 18/08/2023.

Unidad de Planteamiento y Evaluación de la Gestión (2018): Rubro Maíz. Resumen Ejecutivo. Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA). Honduras. Disponible en línea en <https://reliefweb.int/report/honduras/honduras-rubro-maiz-analisis-de-coyuntura-ii-trimestre-2018>, Última comprobación el 18/08/2023.

Varon, F.; Sarria, G. (2006- 2007): Enfermedades del maíz y su manejo. Introducción. Instituto Colombiano Agropecuario. Colombia. Disponible en línea en <https://www.ica.gov.co/getattachment/f1c1f3f1-d775-4216-a5d0-d9d4a67b7943/Publicacion-8.aspx>, Última comprobación el 18/08/2023.