

Caracterización agronómica de dieciséis
maicillos mejorados
(*Sorghum bicolor* [L] Moench)
en diferentes localidades

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura.

presentado por

Rodolfo Pacheco Domínguez

Zamorano, Honduras
Abril, 1998

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Rodolfo Pacheco Domínguez

Zamorano, Honduras.
Abril, 1998

**Caracterización agronómica de dieciséis maicillos mejorados
(*Sorghum bicolor* [L] Moench)
en diferentes localidades**

presentado por

Rodolfo Pacheco Domínguez

Aprobada:

Juan José Alán, Ph.D.
Asesor principal

Juan Carlos Rosas, Ph.D.
Jefe de Departamento

Pablo Emilio Paz, Ph.D.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Keith L. Andrews, Ph.D.
Director

Juan José Alán, Ph.D.
Coordinador PIA

DEDICATORIA

Este trabajo, se lo dedico a mi mejor amigo, que siempre ha estado a mi lado en los momentos más difíciles de mi vida y que sin su ayuda no hubiera sido posible terminar este proyecto: mi amigo JESUCRISTO.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, Padre Misericordioso que me da la vida, la salud y la fuerza para seguir cada día, enfrentando con optimismo los nuevos retos.

Al Doctor Francisco Gómez, por toda su ayuda, apoyo desinteresado y buena voluntad para que este proyecto se llevara a cabo.

A mi cuerpo de asesores por el tiempo, consejos y ayuda prestada.

A los Ingenieros Agrónomos Jorge Morán, Hector Sierra y Oscar Martínez por su colaboración y ayuda brindada.

A todo el personal de CITESGRAN.

A mi familia y amigos.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADRES

Agradezco al proyecto INTSORMIL, por haber contribuído financieramente para la realización de mis estudios en el Programa de Ingeniero Agrónomo.

Agradezco a la Escuela Agrícola Panamericana por haber financiado en parte mis cuatro años de estudio, a través del Fondo Dotal de Becas.

Agradezco al Ministerio de Agricultura y Ganadería de Honduras, por su valioso apoyo financiero para obtener mi título de Agrónomo en Zamorano.

RESUMEN

Pacheco Domínguez, Rodolfo 1998. Caracterización agronómica de dieciséis maicillos mejorados (*Sorghum bicolor* [L] Moench) en diferentes localidades. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 61 p.

El aumento sostenido de la productividad de los cereales es una alternativa para contribuir con la seguridad alimentaria. Los maicillos mejorados presentan buena adaptabilidad y rendimientos aceptables para aumentar la productividad en Centroamérica. Los objetivos del presente trabajo fueron: evaluar 16 maicillos mejorados que se han seleccionado de acuerdo con características de alto rendimiento, resistencia a la sequía y a enfermedades, buena calidad de grano para la elaboración de tortillas, buena calidad de forraje y sensibilidad al fotoperiodo y, seleccionar las líneas con altas probabilidades para ser liberados en 1998 en zonas áridas y semiáridas del pacífico de Centroamérica, utilizando análisis de estabilidad de genotipo x ambiente. La evaluación se realizó en cuatro localidades: Zamorano, Rapaco y Choluteca en Honduras y en El Tablón, Jutiapa, en Guatemala. El diseño experimental utilizado fue un BCA con tres repeticiones. La parcela experimental fue de tres surcos de 5 m de largo, con una distancia entre surco de 0.80 m; la parcela útil fue el surco central de cada parcela experimental. Se estimaron cuatro índices de estabilidad de genotipo por ambiente utilizando el paquete estadístico Agrobases: Medida de superioridad del cultivar (Cultivar Superiority Measure); estabilidad de la varianza; estabilidad de varianza con covariable y el índice de ecovalencia. Después de estimar los índices para cada maicillo, se ordenaron y se delinearón los que se encontraban en por lo menos tres de los cuatro modelos utilizados. Los maicillos más rendidores fueron: DMV137, DMV221, DMV228, DMV210, DMV219 y DMV198. Los más estables, con rendimientos promedios de 2.74 t/ha, 2.42 t/ha y 2.38 t/ha, respectivamente, fueron: DMV219, DMV218 y DMV213. Los maicillos criollos ES727 y Porvenir alcanzaron rendimientos de 1.77 y 2.1 t/ha y también presentaron estabilidad. Los maicillos mejorados más estables superan en rendimiento a los criollos que también presentan alta estabilidad; el maicillo mejorado DMV219 superó por más de 0.6 t/ha al maicillo criollo Porvenir y por casi 1.0 t/ha al maicillo mejorado ES727 de El Salvador.

Palabras claves: estabilidad genotipo por ambiente, fotosensibilidad, maicillo criollo.

SE DESARROLLAN NUEVAS VARIETADES DE MAICILLOS RESISTENTES A LA SEQUIA

Los maicillos criollos son sorgos que durante 400 años han sido cultivados y seleccionados por los agricultores del pacífico de Centroamérica. En Honduras son sembrados por pequeños agricultores de los departamentos de Choluteca, Francisco Morazán, Intibucá y Valle. Estos maicillos son importantes porque los agricultores los utilizan para alimentar animales domésticos y para la elaboración de tortillas cuando se les termina el maíz.

Los agricultores los siembran en asocio con maíz para hacer un mejor aprovechamiento de la tierra. Los principales problemas que presentan los maicillos criollos son que por ser muy altos, el viento dobla sus matas con mucha facilidad y se acaman y además son atacados fuertemente por enfermedades de la hoja y producen menos de 15 quintales por manzana (qq/mz).

Una manera de mejorar los rendimientos de estos maicillos es introduciéndoles características deseables por medio de cruces con sorgos de características mejores. Desde 1982, en Zamorano y en otras localidades como Choluteca y Comayagua, se han estado realizando cruces entre los maicillos criollos del agricultor y sorgos con altos rendimientos con el objetivo de aumentar los rendimientos de los maicillos criollos.

La evaluación realizada en 1997 se llevó a cabo en cuatro localidades: Zamorano, Choluteca, Rapaco y Jutiapa en el sur de Guatemala. En estas localidades se probaron dieciséis de los mejores cruces comparándolos con cinco maicillos criollos y se encontró que dos de los mejores cruces, que se denominan DMV219 y DMV137 pueden ser prometedores para los agricultores porque produjeron rendimientos mayores de 45 qq/mz.

Los dos maicillos prometedores no solo producen mucho grano, sino que son de tamaño pequeño, resisten condiciones de poca lluvia, sus matas no son dobladas por el viento y se mantienen verdes a la cosecha, por lo que los agricultores pueden aprovechar este “guate” (forraje) para alimentar vacas, cabras y caballos.

Faltan algunos ensayos para confirmar estos resultados y poder distribuir semilla a los agricultores.

CONTENIDO

Portadilla.		i
Autoría		ii
Páginas de firmas		iii
Dedicatoria		iv
Agradecimientos		v
Agradecimiento a patrocinadores		vi
Resumen		vii
Nota de prensa		viii
Contenido		ix
Índice de cuadros		xi
Índice de figuras		xii
Índice de anexos		xiii
1.	INTRODUCCION	1
2	REVISION DE LITERATURA	3
2.1	Situación del sorgo a nivel mundial	3
2.2	Situación del sorgo en Honduras	3
2.3	Origen e importancia de los maicillos	4
2.4	Maicillos <i>versus</i> variedades mejoradas e híbridos	4
2.5	El fotoperiodismo en los maicillos criollos	4
2.6	Sistemas de siembra de los maicillos criollos	4
2.6.1	Simultáneo	5
2.6.2	Aporque	5
2.6.3	Relevo	5
2.7	Mejoramiento de maicillos criollos	6
3	MATERIALES Y METODOS	8
3.1	Localización de los ensayos	8
3.2	Materiales genéticos	9
3.3	Diseño experimental	9
3.4	Parcela experimental	9
3.5	Parcela útil	9
3.6	Labores culturales	10
3.7	VARIABLES ESTUDIADAS	10
3.7.1	VARIABLES DE COMPORTAMIENTO Y RENDIMIENTO	10
3.7.2	VARIABLES DE CANTIDAD Y CALIDAD DE FORRAJE	11
3.8	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	12

4	RESULTADOS Y DISCUSION	13
4.1	Resultados	13
4.1.1	Variables agronómicas	13
4.1.1.1	Rendimiento	13
4.1.1.2	Número de plantas por parcela útil	15
4.1.1.3	Días a floración	16
4.1.1.4	Altura de planta	17
4.1.1.5	Número de tallos por parcela útil	18
4.1.1.6	Excerción de panículas	18
4.1.1.7	Número de panículas cosechadas por parcela útil	19
4.1.1.8	Longitud de panícula	20
4.1.2	Reacción de los maicillos a enfermedades	20
4.1.2.1	Roya	20
4.1.2.2	Mancha gris (Mancha cercospora)	21
4.1.2.3	Cenicilla	22
4.1.2.4	Tizón de la hoja	22
4.1.3	Calidad de planta	22
4.1.3.1	Grados Brix	22
4.1.3.2	Producción de materia verde (MV)	22
4.1.3.3	Producción de materia seca (MS)	23
4.1.4	Calidad de grano	24
4.1.4.1	Peso de 100 granos	24
4.1.4	Análisis de estabilidad genotipo x ambiente (GxE)	24
4.2	Discusión	26
4.2.1	El rendimiento, los componentes del redimiento y otras variables	26
4.2.2	Incidencia de enfermedades	30
4.2.3	Calidad de planta	30
4.2.4	Estabilidad de genotipo x ambiente (GxE)	31
5	CONCLUSIONES	33
6	RECOMENDACIONES	34
7	BIBLIOGRAFIA	35
8	ANEXOS	40

INDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Precipitación, temperatura máxima y mínima promedio mensuales y altitud de las localidades donde se evaluó el EIME 97.	8
2.	Resultados de los análisis de suelo de las localidades donde se llevó a cabo la evaluación de los materiales EIME 97.	9
3.	Escala para la evaluación de la incidencia de roya, antracnosis y mancha gris de la hoja en el EIME 97.	11
4.	Rendimientos promedio de los maicillos mejorados del EIME 97 en cuatro localidades.	14
5.	Floración (días) de los maicillos mejorados del EIME 97 en diferentes localidades.	16
6.	Altura (m) de los maicillos mejorados del EIME 97, evaluados en diferentes localidades.	17
7.	Excerción (cm) de panículas de los maicillos mejorados del EIME 97.	19
8.	Incidencia de roya en los maicillos mejorados del EIME 97 en tres localidades.	20
9.	Incidencia de mancha gris de la hoja en los maicillos mejorados del EIME 97.	21
10.	Producción de materia verde y materia seca (t/ha) por los maicillos mejorados del EIME 97.	23
11.	Evaluación de estabilidad genotipo x ambiente (GxE) de los maicillos mejorados del EIME 97 utilizando los índices de superioridad del cultivar, estabilidad de la varianza, estabilidad de la varianza con covariable e índice de ecovalencia	25
12.	Resumen de los cinco maicillos más estables en el análisis de GxE en los maicillos mejorados del EIME 97.	26

INDICE DE FIGURAS**Figura**

1. Etapas de crecimiento de los maicillos criollos y mejorados en las diferentes localidades..... 28

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Pedigrí de los materiales genéticos utilizados en el Ensayo Internacional de los Maicillos Enanos en 1997 (EIME 97), evaluados en cuatro localidades (Zamorano, Rapaco, Choluteca y Jutiapa (G)). 40
2. Análisis de varianza para las variables agronómicas de los maicillos mejorados del EIME 97. 41
3. Resumen de las separaciones de medias para las características evaluadas en los maicillos del EIME 97. 43
4. Resumen de las correlaciones entre los componentes del rendimiento y el rendimiento en las localidades donde se llevó a cabo la evaluación del EIME 97. 47

1. INTRODUCCION

Constantemente se está enfatizando en los medios de comunicación, la necesidad del aumento sostenido de la productividad de los cereales como una alternativa para contribuir con la seguridad alimentaria y buscar excedentes para exportar. Durante esta década se ha comenzado a desarrollar una cultura diferente con los agricultores, buscando mayores rendimientos y tratando de transformar áreas improductivas en áreas de gran producción, sembrando los cultivos que mejor se adapten a esas áreas. Muchas de esas áreas improductivas se encuentran en zonas áridas o semiáridas con precipitaciones bajas e irregulares donde el maíz presenta rendimientos erráticos y muy bajos. El sorgo, y, dentro de éste los maicillos mejorados, presenta buena adaptabilidad y rendimientos aceptables por lo que se le ha llegado a llamar “el cereal del siglo XXI en Centroamérica”.

Los maicillos criollos son sorgos tropicales, cultivados en la zona del pacífico de Centroamérica. Aunque tienen como ancestros a sorgos africanos, han divergido de éstos por procesos alopatricos, originando así un grupo de sorgos con una marcada sensibilidad al fotoperiodo. Los maicillos criollos tienen un bajo rendimiento de grano ($< 0.9 \text{ t ha}^{-1}$), son susceptibles a enfermedades y tienen una baja calidad de forraje (Gómez, Morán, Cerritos 1994). Los sorgos tropicales producen gran número de hojas en comparación con los sorgos de clima templado; sin embargo, estos últimos tienen mayor duración del área foliar por unidad de peso total de la planta y son más eficientes en la traslocación de los nutrimentos al grano. Además, los maicillos criollos son de gran altura que está determinada por cuatro locus homocigóticos dominantes: Dw_1 , Dw_2 , Dw_3 y Dw_4 (Quinby, 1974).

En la zona del pacífico de Centroamérica, especialmente en el sur de Honduras, los maicillos se siembran en sistemas intercalados con maíz, debido a su adaptabilidad a la sombra (Moncada, 1991). Después de cosechar el maíz, el maicillo continúa su desarrollo normal. Los maicillos se cultivan en zonas rurales semiáridas, en fincas de pequeños agricultores que en el 66% de los casos tienen un área de trabajo menor de 5 ha (Aguirre y Tablada, 1988; citados por Gutiérrez, 1990).

El sistema intercalado de producción de maíz y sorgo permite a los pequeños agricultores obtener mayor producción por área, utilizar el maicillo para su alimentación como tortillas después de que han consumido el maíz y es un seguro en períodos donde la producción de maíz es baja o casi nula; es así que se ha estimado que en el sur de Honduras más del 90% de la energía consumida diariamente durante la estación seca proviene del sorgo (Thompson, Dewalt, K, Dewalt B., 1985; citados por Gutiérrez, 1990).

Los productores de maicillos utilizan otros sistemas de cultivos además del intercalado como son: sistema simultáneo, que consiste en sembrar al mismo tiempo el maíz y el sorgo al inicio de primera; sistema de aporque, el maíz es sembrado en primera y el sorgo es sembrado 15 a 20 días más tarde; sistema de relevo, maíz sembrado en primera y el sorgo es sembrado durante la época de floración del maíz o más comúnmente al doblado de la planta de maíz, actividad realizada para acelerar el secado de la mazorca (Arias y Gallager, 1987).

Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar diez y seis maicillos mejorados, que durante algunos años se han estado estudiando y seleccionando de acuerdo con características de alto rendimiento, resistencia a la sequía y enfermedades, buena calidad de grano para la elaboración de tortillas, buena calidad de forraje para alimento animal y sensibilidad al fotoperíodo y tres maicillos criollos de Honduras y un maicillo mejorado de Guatemala y otro de El Salvador, utilizados como testigos. Seleccionar las líneas de maicillos mejorados con altas probabilidades de ser liberados en 1998 a los agricultores de zonas áridas y semiáridas del pacífico de Centroamérica, utilizando análisis de estabilidad de genotipo por ambiente.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 SITUACION DEL SORGO A NIVEL MUNDIAL

El sorgo es el quinto cereal de mayor importancia en el mundo, después del trigo, el arroz, el maíz y la avena. Los principales lugares de producción de sorgo se encuentran en las regiones áridas y semiáridas de los trópicos y sub trópicos (Doggett, 1988; citado por Hidalgo, 1997). Dentro de los países productores más importantes se encuentran: los Estados Unidos de América, La India, Argentina, China, México, Nigeria y Sudán. En latinoamérica los países donde se han registrado altos rendimientos son: Uruguay, Venezuela y Nicaragua (Compton, 1990).

2.2 SITUACION DEL SORGO EN HONDURAS

La producción del sorgo en Honduras se realiza en dos ciclos denominados **primera** y **postrera**. Según el último Censo Agropecuario (1993), existen 50,803 explotaciones de sorgo y la producción varía entre 50,000 y 86,363 toneladas (t) al año con una productividad de 900 a 1,200 kg/ha (15 a 19 qq/mz). A partir del año agrícola 1985/86 la producción total aumentó de 12,183 t a 87,965 t en el año agrícola 1992/93, pero en los últimos años la producción ha bajado como producto de la reducción del rendimiento de 1,174 kg/ha en 1992/93 a 921 kg/ha en 1993/94, ya que el área cosechada aumentó a 76,923 ha (Colyer, 1994).

Según el Censo Agropecuario (1993), alrededor del 64% del sorgo sembrado en Honduras, es maicillo criollo y el 84% son cultivados en cinco departamentos: Choluteca, Francisco Morazán, Intibucá, Lempira y Valle; además, en estos departamentos se encuentran el 92% de las explotaciones sorgueras del país que tienen una área menor de 1.5 ha. Lo anterior indica que la producción de sorgo en Honduras se encuentra en manos de pequeños agricultores.

En Honduras, el sorgo ocupa el tercer lugar en importancia entre los cultivos de grano, después del maíz y el frijol. Más del 45% se produce en asocio con otros cultivos, su uso es casi exclusivo para la producción de alimentos concentrados para alimentación animal. Como se mencionó anteriormente, la región suroccidental de Honduras es donde se cultiva la mayor área de maicillos criollos. La siembra se lleva a cabo de abril a junio y se cosecha de noviembre a enero; sin embargo los rendimientos en esta región no son los mejores (797 kg/ha) debido a que es muy seca y a la competencia interespecífica del asocio con otros cultivos, especialmente maíz (Castillo, Nuñez, 1995).

2.3 ORIGEN E IMPORTANCIA DE LOS MAICILLOS

Los maicillos criollos provienen de sorgos guinea criollos del occidente, centro y sur de Africa y llegaron a Centroamérica en el siglo XVI como alimento para los esclavos negros (Quinby y Martin; citados por Compton, 1990).

Todos los maicillos criollos son fotosensitivos, de porte alto, resistentes a sequías, susceptibles a enfermedades, tardíos y de una baja pero estable productividad (Gómez, Morán, Cerritos, 1994). Los maicillos mejorados se originaron de los cruces de maicillos criollos con líneas mejoradas provenientes de Texas A & M y del ICRISAT. Mediante la introducción de germoplasma exótico se busca aumentar los rendimientos de los maicillos, introducir resistencia a enfermedades pero manteniendo todas las características de adaptabilidad, fotosensitividad y la resistencia a la sequía.

2.4 MAICILLOS *VERSUS* VARIEDADES MEJORADAS E HIBRIDOS

Todos los maicillos criollos son fotosensitivos, resistentes a la sequía y permiten ser sembrados en sistemas de asocio con otros cultivos como maíz; además, han evolucionado en las zonas áridas donde se cultivan.

Las variedades mejoradas e híbridos introducidos a Centroamérica no se adaptan a condiciones de asocio, ya que se desarrollaron para ser sembrados como monocultivo y necesitan de altos niveles de tecnología como la aplicación de grandes cantidades de fertilizantes y otros insumos, lo mismo que una buena preparación de suelo para su siembra, no son muy resistentes a la sequía, no se adaptan al presupuesto del agricultor y aumentan el riesgo.

2.5 EL FOTOPERIODISMO EN LOS MAICILLOS CRIOLLOS

El fotoperiodismo es la respuesta del crecimiento a la duración de los períodos de luz y oscuridad. Estudios realizados por Stoskopf en 1985 y Devlin en 1975 (citados por Compton, 1990), mostraron que el fotoperiodismo está bajo control hormonal y que es la hoja madura recientemente expandida la que percibe los cambios de duración del día. Cuando la hoja recibe el mensaje produce una sustancia hipotética llamada florigeno, la cual es transmitida al meristema y lo induce a florecer.

Los maicillos criollos, por ser sorgos tropicales de tierras bajas, permanecen en estado vegetativo hasta mediados o finales de octubre y florecen cuando los días se acortan y alcanzan aproximadamente 12 h de oscuridad (Meckenstock, Wall, Nolasco; 1985). El fotoperíodo es una respuesta que permitió a los ancestros de los maicillos criollos adaptarse a la distribución bimodal de las épocas de lluvia en las regiones semiáridas tropicales de Centroamérica y madurar al final de éstas. Por esta característica los maicillos se siembran de mayo a julio, florecen a finales de octubre cuando se alcanzan cerca de 12 h de oscuridad y maduran en época seca (diciembre y enero), ésto le permite al agricultor obtener grano de excelente calidad para consumo humano y animal (Granados 1992).

2.6 SISTEMAS DE SIEMBRA DE LOS MAICILLOS CRIOLLOS

La producción de maicillos generalmente se encuentra en regiones accidentadas semiáridas, con suelos erosionados y con una larga historia de cultivo con ausencia o escasez de obras de conservación (FAO-UNESCO, citados por Compton, 1988). Los tipos de suelos afectan los arreglos espaciales que se usan en el sistema maíz-maicillo; si la pendiente no es muy pronunciada, el terreno se puede preparar con bueyes y sembrar en surcos utilizando chuzo; también se puede aporcar con bueyes. Cuando el terreno es pedregoso es difícil el uso de tracción animal y la siembra es irregular lo que hace que la cosecha sea más baja y riesgosa.

Para el pequeño agricultor, la siembra de maicillos criollos es secundaria, ya que el maíz es el cultivo principal y los maicillos representan un seguro alimenticio en casos de que la producción de maíz sea baja o se pierda por efecto de condiciones climáticas adversas, que en las zonas semiáridas de Honduras son bastante frecuentes; por esa razón, el agricultor tiene diversos sistemas de siembra de los maicillos intercalados con maíz, aunque los más importantes son: simultáneo, aporque y relevo.

2.6.1 Simultáneo

En este sistema el maíz y el maicillo se siembran al mismo tiempo, generalmente al inicio de la época lluviosa. Cuando ambos cultivos se siembran en la misma postura reciben el nombre de “casado”; esta modalidad es muy importante en laderas con suelos de baja fertilidad, donde las prácticas culturales son difíciles por la presencia de malezas y la alta pedregosidad. Otras modalidades de este sistema simultáneo de maíz y maicillo en el mismo surco, pero en diferentes posturas se denomina “golpe alterno” y cuando se siembra en diferentes surcos es llamado “surco alterno” (Gómez, Meckenstock y Sierra, 1994 ; citados por Molina, 1997). En este sistema el rendimiento del maíz es el más bajo de la zona del pácifico de Centroamérica, pero se utiliza menos mano de obra y se asegura el establecimiento del maicillo antes del período de sequía o canícula del régimen bimodal de lluvias de la región. Por efecto de la precipitación, en Nicaragua éste es el más utilizado.

2.6.2 Aporque

En este sistema el maíz se siembra en primera y luego, 15 a 20 días después, coincidiendo con la limpia y el aporque se siembra el maicillo. La ventaja es que el maíz no tiene competencia durante las primeras semanas y se consigue un aumento en la producción de hasta un 46% de maíz; pero se produce una reducción de hasta el 41% en el rendimiento del maicillo por la alta competencia con el maíz (Compton, 1988). Se pueden encontrar variaciones similares a las del sistema simultáneo, pero dependerán de la pendiente del terreno y la facilidad de mecanización con tracción animal. En El Salvador, en zonas con buen régimen de lluvias se utiliza este sistema.

2.6.3 Relevo

En este sistema el maíz es sembrado al inicio de la primera. Todo su ciclo de crecimiento, desarrollo y comienzo de la maduración transcurren durante esta época y el maicillo es sembrado a finales de agosto cuando el maíz llega a la madurez fisiológica y es doblado para que se seque en el campo.

Los maicillos se pueden sembrar como monocultivos pero no es común que los agricultores lo cultiven de esta forma; también se pueden sembrar en postrera pero los rendimientos son bastante bajos, principalmente por el efecto de los días cortos al final del año que inducen la floración precoz.

El sistema de siembra utilizado afecta los rendimientos del maicillo debido a la competencia con el maíz; entre más tarde se siembre el maicillo más bajos serán sus rendimientos y más altos serán los del maíz (Casamalhuapa y Clará, 1980; citados por Compton, 1988). Los mejores rendimientos del maicillo se obtienen en el sistema de siembra simultánea (Guzmán, 1980; citado por Compton 1988) mientras que los mejores rendimientos de maíz se obtienen en el sistema de relevo y en el de aporque.

En el proceso de adopción de estos métodos tradicionales de siembra, los maicillos desarrollaron características únicas de lento crecimiento durante su ciclo vegetativo y, una baja tasa de respiración, lo que les permite tolerar la sombra del maíz aún siendo plantas C4.

2.7 MEJORAMIENTO DE MAICILLOS CRIOLLOS

Los maicillos toleran condiciones de bajo uso de recursos y la sequía mejor que otros granos básicos pero los rendimientos son también bajos. Según Hawkins (1984), citado por Compton (1988), debido a la base tan pobre de recursos que utilizaban los pequeños agricultores de Centroamérica era difícil que el sistema de maíz-maicillo tradicional pudiera proveer más que una vida de subsistencia; por esa razón fue necesario el mejoramiento genético de los maicillos criollos que habían evolucionado en el pacífico de Centroamérica.

El mejoramiento genético de los maicillos criollos comenzó en El Salvador en 1977, y el objetivo primordial fue mejorar la productividad en sistemas de cultivo asociados con maíz y frijol; produciendo plantas de porte más bajo, más resistentes a plagas y a enfermedades, con mayores rendimientos y mejor calidad para consumo humano. Los trabajos continuaron en Honduras y Guatemala, hibridando los maicillos con sorgos mejorados insensitivos al fotoperíodo y transfiriéndoles características deseables.

Evaluaciones realizadas en 1982, en El Salvador, mostraron que los maicillos mejorados con porte mediano aumentaron su rendimiento en 35%, en comparación con los maicillos criollos y que los maicillos enanos aumentaron los rendimientos en un 50% en comparación con los testigos (Compton, 1988).

A partir de 1982, el Programa de Mejoramiento de los Maicillos Criollos en Centroamérica, fue establecido por el Instituto Internacional para la Investigación de los Cultivos de los Trópicos Semiáridos (ICRISAT), el Instituto Internacional para el Mejoramiento de Sorgo y Milo (INTSORMIL), El Ministerio de Agricultura y Ganadería de Honduras (antes llamado Secretaría de Recursos Naturales) y la Escuela Agrícola Panamericana (EAP) (Compton, 1988). El enfoque principal de estos estudios fue:

- Reducir la altura de planta
- Aumentar la producción de grano
- Mantener la sensibilidad al fotoperíodo
- Aumentar el número de semillas por panoja
- Mejorar la calidad tortillera
- Permanencia del follaje para aprovecharlo como forraje
- Introducción de resistencia a enfermedades

El sistema de mejoramiento ha consistido en el cruce de varios maicillos criollos con líneas elites para introducir las características deseadas en el germoplasma nativo de la región. Los cruces eran evaluados en viveros donde se seleccionaron las características deseadas. Después de varios ciclos de selección, las líneas superiores fueron incluidas en el Ensayo Internacional de Maicillos Enanos (EIME) donde se les asignó un número de Dwarf Maicillo Varieties (DMV). Los maicillos mejorados, Gigante mejorado (DMV 179) y Porvenir mejorado (DMV 198); ya han sido evaluados en fincas de agricultores, en la zona sur de Honduras, bajo tratamientos de control del complejo de langosta [(*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith), *Metaponpneumata rogenhoferi* (Moeschler), *Spodoptera latifascia* (Walker), *Mocis latipes* (Guenee)] y fertilización nitrogenada (Gómez, Morán, Cerritos, 1994).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION DE LOS ENSAYOS

La evaluación de las líneas mejoradas del Ensayo Internacional de los Maicillos Enanos (EIME), se realizó en cuatro localidades: Zamorano, Rapaco y Choluteca en Honduras y en El Tablón, Jutiapa en Guatemala. En el Cuadro 1 se muestran algunas características climatológicas de las localidades.

cuadro 1. Precipitación, temperatura máxima y mínima promedio mensuales y altitud de las localidades donde se evaluó el EIME 97.

	Datos climatól.	jun.	jul.	agos.	sept.	oct.	nov.	dic.	Total
Zamorano	Precipit. (mm)		96	84	160	103	109	5	820
	T ^o máxima (°C)		30.87	31.69	33.18	30.27	30.31	30.51	557
	T ^o mínima (°C)		19.23	18.91	19.10	17.63	17.76	14.24	
Rapaco	Altitud								614
	Precipit. (mm)		47.2	47.4	17.4	75.8	143.5	0.00	487.5
	T ^o máxima (°C)		29.8	34.0	35.4	30.1	31.87	29.53	
Choluteca	T ^o mínima (°C)		16.1	21.5	20.3	20.3	17.54	14.20	
	Altitud								50
	Precipit. (mm)			76.2	138.8	-	-	-	
Jutiapa (G)	T ^o máxima (°C)			-	-	-	-	-	
	T ^o mínima (°C)			-	-	-	-	-	
	Altitud								906
Jutiapa (G)	Precipit. (mm)	425.0	133.5	207.0	415.5	68.5	24.0	5.0	1,278
	T ^o máxima (°C)	30.57	31.50	31.72	28.45	29.63	nr	nr	
	T ^o mínima (°C)	18.5	20.69	19.89	19.09	18.25	nr	nr	

Notas: nr = Temperaturas no registradas.

La elección de estas localidades se hizo porque son zonas maicilleras muy importantes y en ellas existen estaciones experimentales, que permiten un buen control de los ensayos.

Todos los ensayos fueron establecidos en la época de primera, similar a la utilizada por el agricultor; en Choluteca se sembró el 27 de junio pero por efecto de la sequía se perdió y se volvió a sembrar el 6 de septiembre cuando volvió a llover; en Rapaco se sembró el 23 de junio; en Zamorano el 15 de julio y en Guatemala el 9 de junio.

Cuadro 2 Resultados de los análisis de suelo de las localidades donde se llevó a cabo la evaluación de los materiales EIME 97.

Localidad	Textura	pH (H ₂ O)	M.O (%)	N _{total} (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
Zamorano (Hond.)	Franco	5.31 FA	1.84 B	0.11 M	8 B	205 A	1282 A	97 B
Rapaco (Hond.)	Arenoso	5.25 FA	0.76 B	0.06 B	10 B	124 M	510 B	52 B
Choluteca (Hond.)	Franco arcilloso	5.66 MA	1.72 B	0.11 M	103 A	168 A	1960 A	250 M

Notas: A=Alto, M=Medio, B=Bajo, pH FA=Fuertemente ácido, pH MA=Moderadamente ácido.

3.2 MATERIALES GENETICOS

Los materiales genéticos utilizados en la caracterización fueron 16 líneas de maicillos mejorados que resultaron del cruzamiento de maicillos criollos fotosensitivos del pacífico de Centroamérica con sorgos mejorados insensitivos provenientes de Texas A & M e ICRISAT. Estas líneas de maicillos mejorados (Anexo 1) mostraron en años anteriores buen comportamiento para características de selección como: calidad de grano para consumo humano, facilidad de trilla, calidad de forraje, fotosensitividad, etc.

Los testigos que se utilizaron fueron tres maicillos criollos de Honduras (San Bernardo III, Porvenir y Pelotón), un maicillo mejorado de Guatemala (Lerdo ligero) y un maicillo mejorado de El Salvador (ES 727). Estos testigos son representativos de las características de todos los maicillos criollos que utilizan los agricultores del pacífico de Centroamérica en sus siembras en asocio con maíz.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar (BCA) con tres repeticiones. Se sembró en monocultivo.

3.4 PARCELA EXPERIMENTAL

La parcela experimental fue de tres surcos de 5 m de largo, con una distancia entre surco de 0.80 m; representando una área de 12 m² para cada línea mejorada y cada repetición. La distancia entre plantas fue de 0.1 m; con este distanciamiento se buscaba una población teórica de 125,000 plantas por ha, similar a la usada por el agricultor.

3.5 PARCELA UTIL

La parcela útil, donde se realizó la toma de todos los datos, fue el surco central de cada parcela experimental (4 m²).

3.6 LABORES CULTURALES

La semilla fue tratada con el insecticida thiocarb (Semevin 350 SA) a una dosis de 22 ml de producto comercial por kg de semilla, para brindarle protección contra hormigas y gusanos cortadores hasta por 15 días después de la siembra. Inmediatamente después de la siembra se realizaron aplicaciones de atrazina (Gesaprim 80) a una dosis de 2.28 kg /ha (5lb /ha) para combate de malezas.

En todas las localidades, la primera fertilización se realizó a la siembra aplicando 90 kg de 18 - 46 - 0/ha (36 g/surco de 5 m). En Rapaco, Zamorano y Jutiapa, la segunda fertilización se realizó la última quincena de septiembre con urea (46 % de N) a una dosis de 250 kg/ha (100 g/surco de 5 metros), para que el nitrógeno estuviera disponible para la producción de grano y no de forraje y, la cantidad adecuada para brindarle condiciones al cultivo para rendir hasta 4,000 kg de grano/ha. En Choluteca, la segunda fertilización se realizó el 17 de octubre, debido a problemas de resiembra por el no establecimiento del cultivo por falta de agua. La dosis utilizada fue la misma que en las demás localidades.

Las labores de deshierba y de aporque se realizaron con azadón antes de la fertilización nitrogenada.

No se presentaron ataques de insectos por lo que no se realizaron aplicaciones de insecticidas al cultivo establecido.

3.7 VARIABLES ESTUDIADAS

Las variables que se midieron se separaron en variables de comportamiento y rendimiento y, variables de calidad de forraje.

3.7.1 Variables de comportamiento y rendimiento

3.7.1.1 Rendimiento. Se cosechó el grano de la parcela útil y se pesó en kg. Conociendo el rendimiento de la parcela se realizó una extrapolación del rendimiento a kg/ha al 13% de humedad del grano.

3.7.1.2 Número de plantas. Se contó el número total de plantas de la parcela útil antes del macollamiento.

3.7.1.3 Días a floración. Se tomó el día juliano en que el 50% de las plantas de la parcela útil estaban en antesis (50% de la panoja).

3.7.1.4 Altura de planta. Se midió (en cm) desde la base del tallo hasta la punta de la panícula en la parcela útil.

3.7.1.5 Ejerción. Se midió (en cm) la distancia entre la última hoja y la base de la panícula.

3.7.1.6 Longitud de panícula. Se midieron (en cm) todas las panículas cosechadas desde de la base de la panícula hasta la punta y se obtuvo un promedio.

3.7.1.7 Número de tallos. Se contó el número de tallos de la parcela útil. Esta variable es de mucha importancia para conocer la capacidad de macollamiento de las líneas.

3.7.1.8 Número y peso de las panojas cosechadas. Se contó el número de panojascosechadas de la parcela útil y se pesaron (en kg). Esta variable es de mucha importancia para conocer rendimientos por panoja.

3.7.1.9 Incidencia de cenicilla (*Peronosclerospora sorghi*). Se contó el número total de plantas con la enfermedad en toda la parcela experimental. El patotipo 1 de esta enfermedad se presenta principalmente en Zamorano. En las otras localidades donde se desarrolló el ensayo generalmente no hay ataque de esta enfermedad.

3.7.1.10 Otras enfermedades. Se tomó la incidencia de roya (*Puccinia sorghi*), antracnosis (*Colletotrichum graminicola* (Cesati)), mancha gris de la hoja (*Cercospora sorghi* (Ellis y Everhart)) y tizón (*Exserohilum turcicum* [Leo y Sug]). Estas enfermedades se midieron en una escala de 0 a 5 (cuadro 3).

Cuadro 3. Escala para la evaluación de la incidencia de roya, antracnosis y mancha gris de la hoja en el EIME 97.

ESC	EXPLICACION
0	Planta sana
1	Resistente: no se nota la enfermedad o se presenta ocasionalmente en una planta
2	Enfermedad presente: más del 50% de las plantas están infectadas pero con una baja severidad, sin causar daño económico.
3	Enfermedad severa: todas las plantas infectadas con una área menor del 25% de la hoja destruida.
4	Enfermedad severa pero con plantas infectadas con más de 25% de la hoja destruida.
5	Todas las plantas muertas o con más del 75% de la hoja destruida.

3.7.2 Variables de cantidad y calidad de forraje

3.7.2.1 Cantidad de forraje producido. La cantidad de forraje producido se midió cortando las plantas desde la base del tallo en los 3 m centrales de la parcela útil (2.4 m²), esta área se considera representativa. Se pesó en kg y se hizo una extrapolación a t/ha de forraje; esta variable se midió únicamente para Zamorano. El corte y pesado del forraje se hizo inmediatamente después de haber cosechado las panojas.

3.7.2.2 Calidad del forraje. Los Grados Brix. Fue medido tomando al azar cinco plantas de la parcela útil, luego se extrajo el jugo de la porción central del tallo de cada planta, se mezcló el jugo de las cinco plantas y se hizo una lectura en un refractómetro. Este análisis se llevó a cabo solo en los ensayos de Zamorano y Rapaco. **Materia seca.** Fue medida cortando en trozos pequeños (2 a 3 cm) una muestra de 500 g de forraje de cada línea mejorada, y puesta en un horno de secado a 60 °C durante 72 horas. Después del periodo de secado se tomó el peso final y se obtuvo la cantidad de materia seca como un porcentaje y la posterior conversión a toneladas/ha de MS para cada línea. Esta variable se midió únicamente para Zamorano.

3.8 ANALISIS ESTADISTICO

En el análisis estadístico se utilizó el paquete “Statistical Analysis System” (SAS) versión 6.04, realizando un análisis de varianza y una separación de medias para cada una de las variables medidas.

Análisis de estabilidad del rendimiento. Con los rendimientos promedios de las líneas en cada una de las localidades, se realizó un análisis de estabilidad calculando cuatro índices o parámetros diferentes; utilizando el paquete estadístico AGROBASE/4TM, para determinar si existían interacciones de genotipo x ambiente (GxE). Los índices utilizados fueron los siguientes:

- Medida de superioridad del cultivar (“Cultivar Superiority Measure”): Los valores estimados son los cuadrados de las diferencias entre la media de la entrada y la media máxima en una localidad, sumada y dividida por el doble de las localidades. Los genotipos con los valores más bajos tienden a ser más estables y tener los rendimientos mayores.
- Estabilidad de la varianza (Shukla): Los valores son estimados de la varianza de un tratamiento en todos los ambientes o localidades. Las líneas con los índices más bajos son los más estables.
- Estabilidad de varianza con covariable: Este índice es similar al anterior, pero utiliza las medias de cada localidad como covariable.
- Índice de ecovalencia: Los valores resultantes son estimados de la interacción de GxE de cada entrada elevados al cuadrado y sumados a través de todas las localidades.

Después de haber estimado los índices para cada línea, se ordenaron ascendentemente y se delinearon las líneas que se encontraban en los primeros cinco lugares; luego se buscaron las líneas que se encontraban en por lo menos tres de los cuatro modelos utilizados.

En todos los análisis de estabilidad utilizados, a menor índice, más estable es el maicillo y por lo tanto tiene menor interacción con el ambiente.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 RESULTADOS

Los datos recolectados fueron evaluados en forma separada para cada localidad.

4.1.1 Variables agronómicas

4.1.1.1 Rendimiento. El modelo utilizado fue altamente significativo para la variable rendimiento en las cuatro localidades donde se llevó cabo el experimento (pro $F > P$ de 0.0001 a 0.0006), con una buena repetitividad en los bloques donde no se encontraron diferencias significativas a un Alpha de 5%, lo que indica que todos los tratamientos se comportaron iguales en los diferentes bloques dentro de cada localidad (Anexo 2).

En Zamorano se registró la media de rendimiento más alta con 3,710.3 kg/ha, con un CV de 24% y un R^2 de 0.75 (Cuadro 4); los rendimientos promedios en Choloteca y Jutiapa, Guatemala, fueron estadísticamente similares: 2,710 kg/ha y 2,335 kg/ha, respectivamente, con coeficientes de variación de 26% y 20%, con R^2 de 0.65 y 0.80 (Cuadro 4). La localidad donde se registraron los rendimientos más bajos fue Rapaco con 523 kg/ha como promedio; además, un CV de 80% (alto) y con un R^2 de 0.7 expresando un 70% de la variabilidad de los maicillos en ese experimento.

Se realizó una separación de medias utilizando la prueba de Student-Newman-Keulls (SNK) a un Alpha de 0.05, para cada localidad (Anexo 3).

En Rapaco la prueba separó al maicillo criollo Lerdo ligero del resto y tuvo la media de rendimiento más alta (1,980 kg/ha). Floreció primero (16 al 20 de octubre a los 117 días), favorecido por las lluvias ocurridas durante los últimos días de septiembre. otros maicillos rendidores bajo las condiciones de esta localidad fueron: DMV224 (1,070 kg/ha), DMV218 (973 kg/ha), DMV219 (800 kg/ha), DMV228 (785 kg/ha) y DMV226 (730 kg/ha).

En Zamorano, el maicillo mejorado DMV137 tuvo la media de rendimiento más alta con 6,044 kg/ha, seguido por los maicillos mejorados DMV210 (5,887 kg/ha), DMV198 (5,537 kg/ha), DMV221 (4,749 kg/ha) y el maicillo Pelotón (4,784 kg/ha). Los maicillos mejorados DMV225 (2,047 kg/ha), DMV238 (1,763 kg/ha) y DMV239 (1,739 kg/ha) produjeron los rendimientos más bajos (Cuadro 4).

Cuadro 4.- Rendimiento promedio (kg/ha) de los maicillos mejorados del EIME 97 en cuatro localidades.

Maicillo	Rapaco Kg/ha	Zamorano Kg/ha	Choluteca Kg/ha	Jutiapa Kg/ha	Promedio Kg/ha
DMV137	302	6044	4202	4066	3654
DMV221	206	4749	2520	3886	2840
DMV228	785	4168	3988	2280	2805
DMV210	220	5887	2011	2913	2758
DMV219	801	4000	3233	2935	2742
DMV198	272	5537	2457	2668	2734
MC	1980	4324	2597	1903	2701
MC	222	4319	2583	2978	2526
DMV218	973	3321	3388	1988	2418
DMV213	465	4371	2719	1968	2381
MC	53	4784	3109	1562	2377
DMV224	1078	2719	3535	1541	2218
DMV222	551	2857	3616	1748	2193
DMV223	514	3345	3258	1500	2154
MC	302	3493	1967	2629	2098
DMV225	709	2047	3363	2222	2085
DMV179	359	3262	1372	2217	1803
MC	52	3036	2508	1498	1774
DMV226	729	2154	2716	1485	1771
DMV239	237	1739	1596	2883	1614
DMV238	150	1763	942	2156	1253
D.M.S.	708	1495.5	1262	775	1060

Rango	52-1980	1739-6044	942-4202	1485-4066
Media	522	3710	2747	2335
R2	0.66	0.75	0.67	0.80
CV	79%	24.40%	26.20%	20.12%
C.M.E	413.32	906.27	729.33	469.6
Valor F	3.24	5.53	3.51	7.12
Probabilidad > F	0.0008	0.0001	0.0003	0.0001

D.M.S.= Dos valores en la misma localidad que difieran más que el valor de la diferencia mínima significativa, se consideran diferentes en un 95% de probabilidad. Diferencias menores que la D.M.S. pudieron haber ocurrido por el azar.

En La localidad de Jutiapa, Guatemala, los mayores rendimientos se obtuvieron con los maicillos: DMV137 (4,066 kg/ha) y DMV221 (3,886 kg/ha); los rendimientos inferiores con los maicillos criollos Pelotón (1,562 kg/ha), ES727 (1,500 kg/ha) y los maicillos mejorados DMV224 (1,541 kg/ha), DMV223 (1,500 kg/ha) y DMV226 (1,485 kg/ha).

En Choluteca, los mejores rendimientos medios se obtuvieron con los maicillos mejorados: DMV137 (4,202 kg/ha), DMV228 (3,988 kg/ha), DMV222 (3,616 kg/ha), DMV224 (3,535 kg/ha), DMV218 (3,388 kg/ha), DMV225 (3,363 kg/ha), DMV223 (3,258 kg/ha), DMV219 (3,233 kg/ha) y Pelotón (3,109 kg/ha); mientras que los más bajos se obtuvieron con DMV239 (1,596 kg/ha), DMV179 (1,372 kg/ha) y DMV238 (942 kg/ha).

Maicillos precoces como DMV223, DMV224, DMV225 y DMV226 que fueron de los mejores en Rapaco donde hubo problemas de sequía, tuvieron rendimientos más bajos en Jutiapa, donde hubo buena precipitación, pero se comportaron muy bien en Choluteca y en Zamorano.

Como se puede apreciar en el Cuadro 4, los seis maicillos mejorados que en promedio rindieron más en todas las localidades fueron DMV137, DMV221, DMV228, DMV210, DMV219 y DMV198.

Es muy importante señalar que existen relaciones genéticas bastante estrechas entre este grupo de maicillos mejorados. El DMV137 es hermano del DMV198; ya que son cruces de la línea élite TAM428 con el maicillo criollo Hondureño Porvenir, a la vez comparten la línea TAM428 con el maicillo mejorado DMV210 (cruce de TAM428*MC100). Los maicillos mejorados DMV228 y DMV219 también son hermanos producto de las cruces de dos maicillos mejorados [SPV346*(81LL691*Billy)]*[SC414*P.N].

4.1.1.2 Número de plantas por parcela útil. Para esta variable se encontraron diferencias altamente significativas a un Alpha de 5%, en Zamorano y Jutiapa (G); con medias de 24 y 30 plantas por parcela útil, respectivamente, y con CV de 23% y 15% (Anexo 2). En Rapaco y Choluteca se encontraron diferencias significativas (0.011 y 0.051), con medias más altas de plantas en comparación con las localidades anteriores (Anexo 1).

En Rapaco el modelo no separó las medias para número de plantas excepto para el cultivar DMV226 que tenía el menor número de plantas; posiblemente por problemas de baja germinación de la semilla. En Zamorano los maicillos mejorados con mayor número de plantas fueron los siguientes: DMV221, DMV223, DMV219 Y DMV228; en Jutiapa fueron DMV179, DMV219 y el maicillo criollo San Bernardo III. En Choluteca fueron el maicillo criollo Lerdo ligero, junto con DMV198, DMV221, DMV179 y DMV210.

En las tres localidades, el maicillo mejorado DMV226 fue el de menor número de plantas, sumándosele el maicillo criollo ES727 en Jutiapa y el DMV223 en Choluteca.

4.1.1.3 Días a floración. El modelo fue altamente significativo en todas las localidades (Pr F> 0.0001) (Anexo 2). En Rapaco y Choluteca se encontraron correlaciones negativas altamente significativas (0.0001) entre días a floración y número de panículas (-0.67 y -0.69 respectivamente) y entre días a floración y peso de las panículas (-0.63 y -0.51 respectivamente) (Anexo 4).

Cuadro 5.- Floración (días promedios) de los maicillos mejorados del EIME 97 en diferentes localidades.

DMV	ZAMORANO	JUTIAPA	RAPACO	CHOLUTECA	MEDIA
DMV222	80.0	96.3	87.7	81.3	86.3
DMV223	75.3	122.7	86.7	88.0	93.2
DMV224	84.3	100.7	109.3	90.3	96.2
LerdoLigero	88.3	123.7	117.0	71.0	100.0
DMV226	98.3	124.7	110.7	80.3	103.5
DMV225	104.0	131.3	120.0	83.0	109.6
DMV221	106.3	134.3	136.3	90.0	116.7
DMV210	107.0	134.7	136.0	91.0	117.2
DMV137	109.3	139.7	135.3	88.3	118.2
DMV219	112.3	142.3	139.7	90.3	121.2
DMV228	114.7	143.7	142.0	87.3	121.9
SanBernardo	109.0	135.0	145.7	99.7	122.3
DMV218	112.3	143.0	148.0	89.0	123.1
DMV179	112.3	141.0	140.7	100.3	123.6
DMV198	112.3	141.7	145.0	96.7	123.9
DMV213	114.3	143.7	139.7	98.7	124.1
ES727	113.7	151.7	141.3	94.0	125.2
Porvenir	108.7	139.7	157.3	102.3	127.0
DMV238	123.3	145.3	154.3	112.0	133.7
Pelotón	117.0	153.7	165.0	103.0	134.7
DMV239	126.3	143.7	154.0	115.0	134.8

En Rapaco casi todos los maicillos, exceptuando al grupo que tuvo floración precoz (Lerdo ligero, DMV222, DMV223 y DMV226); florecieron desuniformemente no solo entre parcelas sino que también dentro de las parcelas, llegando algunos maicillos únicamente al estado de bota sin que la panoja saliera. En Rapaco, se observó mucho aborto en las inflorescencias y poco cuajado de grano, principalmente en los maicillos de floración tardía. En el Cuadro 5 se muestra un resumen de la floración de los maicillos evaluados, en las diferentes localidades.

4.1.1.4 Altura de planta. El modelo fue altamente significativo en todas las localidades (Pr F> 0.0001). En Zamorano se registraron las medias de altura más altas (2.2 m). Entre Choluteca y Jutiapa no hubo diferencias significativas (2.06 m y 2.04 m) y en Rapaco las plantas alcanzaron una altura promedio de 1.6 m (Anexo 2).

Cuadro 6.- Altura (m) de los maicillos mejorados del EIME 97, evaluados en diferentes localidades.

DMV	ZAMORANO	JUTIAPA	RAPACO	CHOLUTECA	MEDIA
Porvenir	3.0	3.0	2.1	3.1	2.8
Pelotón	3.1	3.1	2.1	2.6	2.7
SanBernardo	3.0	3.0	2.3	2.6	2.7
DMV179	2.7	2.4	1.9	2.4	2.3
DMV218	2.7	2.2	1.6	2.7	2.3
DMV213	2.5	2.1	1.7	2.3	2.2
DMV221	2.4	2.3	1.6	2.0	2.1
DMV210	2.6	2.2	1.5	2.1	2.1
LerdoLigero	2.2	2.1	1.8	1.9	2.0
DMV198	2.5	2.1	1.5	2.0	2.0
DMV137	2.1	2.0	1.5	1.9	1.9
DMV238	2.0	1.9	1.6	2.0	1.9
DMV225	1.9	1.9	1.5	1.9	1.8
DMV239	1.8	1.8	1.4	1.8	1.7
ES727	2.0	1.5	1.5	1.8	1.7
DMV224	1.8	1.6	1.5	1.9	1.7
DMV219	1.8	1.8	1.3	1.7	1.6
DMV226	1.7	1.7	1.3	1.5	1.6
DMV223	1.6	1.5	1.1	1.8	1.5
DMV228	1.5	1.5	1.2	1.6	1.5
DMV222	1.4	1.3	1.0	1.7	1.3

Como se aprecia en el Cuadro 6, las plantas en Rapaco no expresaron su potencial en altura.

4.1.1.5 Número de tallos por parcela útil. Se encontraron diferencias significativas y altamente significativas entre las medias de tallos por parcela útil en las diferentes localidades. Las medias fueron: 43, 49, 52 y 46 en Rapaco, Zamorano, Cholteca y Jutiapa, respectivamente. Hubo poblaciones de 107,500 tallos/ha a 130,000 tallos/ha. En Zamorano se observó alta capacidad de macollamiento (105%), en Cholteca un 11%, 18% en Rapaco y 53% en Jutiapa (Anexo 2); la capacidad de macollamiento estuvo en función de la cantidad de plantas.

4.1.1.6 Exercicio de panículas. Las mayores medias de exercicio de panículas se registraron en Jutiapa y Cholteca con 9.06 y 8.80 cm, respectivamente (Anexo 2). En Jutiapa los maicillos criollos como San Bernardo III, Porvenir y Pelotón tuvieron buenas excersiones, a diferencia de otras localidades donde presentaron poca o ninguna excersion, como se puede observar en el Cuadro 7.

El maicillo mejorado DMV218 tuvo la mejor excerción, de 18 cm como promedio (Cuadro 7). DMV219 tuvo una excerción promedio de 10 cm, las medias para esta característica en este maicillo mejorado variaron entre 12 y 14 cm en Zamorano, Choluteca y Jutiapa; pero en Rapaco no hubo excerción (Cuadros 7), lo que nos indica que aquí la característica posiblemente fue afectada por el estrés hídrico. En los maicillos mejorados DMV228 y DMV198 la excercion varió entre 11 y 6 cm, en Zamorano, Choluteca y Jutiapa, pero también fue afectada por el estrés hídrico en Rapaco.

Los maicillos mejorados DMV210, DMV221 y DMV137 se encuentran entre los de menor excerción (menos de 5 cm). No tuvieron excerción en Rapaco ni en Zamorano donde no hubo estrés hídrico, lo que indica que posiblemente la excerción está influenciada más por factores genéticos que por ambientales (Cuadro 7); pero no se podría afirmar con certeza. Posiblemente la poca excerción de estos maicillos cause un rechazo de parte del agricultor.

Cuadro 7.- Excerción (cm) de panículas de los maicillos mejorados del EIME 97.

DMV	ZAMORANO	JUTIAPA	RAPACO	CHOLUTECA	MEDIA
DMV218	25.0	20.0	2.7	24.3	18.0
DMV224	14.0	6.3	16.7	11.3	12.1
DMV225	10.7	15.3	10.0	9.0	11.3
DMV219	13.7	11.7	0.0	14.0	9.8
DMV213	10.0	11.3	3.3	10.0	8.7
DMV228	8.7	9.3	1.0	11.3	7.6
DMV222	10.0	5.3	4.7	10.0	7.5
LerdoLigero	10.0	5.7	4.0	10.0	7.4
DMV226	8.7	5.3	6.7	7.7	7.1
DMV198	3.7	9.0	2.3	10.7	6.4
SanBernardo	1.7	15.7	0.0	5.7	5.8
DMV179	0.0	11.7	1.7	6.3	4.9
ES727	4.7	7.3	0.0	7.0	4.8
DMV239	0.0	6.7	0.0	11.7	4.6
DMV210	0.7	8.0	0.0	9.3	4.5
Porvenir	0.0	11.0	0.0	6.0	4.3
DMV238	1.7	8.0	0.0	7.0	4.2
DMV221	4.3	9.7	0.0	2.7	4.2
Pelotón	0.0	9.0	0.0	7.0	4.0
DMV137	0.0	2.3	0.0	3.7	1.5
DMV223	0.0	1.7	3.3	1.0	1.5

4.1.1.7 Número de panículas cosechadas. A pesar de haber una población alta de plantas por parcela útil en Rapaco se registró el menor número de panículas cosechadas (20); ya que durante la floración se presentó un severo estrés hídrico. En Zamorano y Choluteca el número de panojas fue de alrededor de 40 por parcela útil (Anexo 2); en estas zonas no hubo estrés hídrico durante los periodos de formación y llenado de la panoja. En Zamorano y Jutiapa se encontraron correlaciones positivas altamente significativas (0.0001) entre el

número de panojas cosechadas y el número de plantas de la parcela (0.65 y 0.99), aunque la correlación entre el número de panojas y el número de tallos por parcela en Zamorano fue más alta (0.89); mientras que esta misma correlación en Jutiapa fue altamente significativa, pero más baja (0.44) (Anexo 4).

Lo anterior nos muestra que en Zamorano y Jutiapa no hubo estrés hídrico. En Zamorano los tallos producto del ahijamiento de las plantas produjo panojas que contribuyeron a aumentar los rendimientos, esto no sucedió en Jutiapa y por eso la correlación panojas cosechadas y número de tallos es baja.

4.1.1.8 Longitud de panícula. La longitud promedio varió desde 15.6 cm en Rapaco hasta 23 cm en Jutiapa con valores medios de 21 y 22 para Zamorano y Choluteca (Anexo 2). En Rapaco el tamaño de la panoja fue en promedio 29% más pequeña que en el resto de las localidades, además, las panojas tendieron a ser más compactas producto del poco desarrollo del raquis.

4.1.2 Reacción de los maicillos a enfermedades

Rapaco y Zamorano han sido localidades en las cuales se han seleccionado los maicillos para resistencia a roya, mientras en Choluteca se ha seleccionado para mancha gris de la hoja (*Cercospora*); estas localidades fueron seleccionadas ya que el inóculo es abundante.

Cuadro 8.- Incidencia de roya en los maicillos mejorados del EIME 97 en tres localidades (Escala de 0 a 5).

DMV	Rapaco	Zamorano	Guatemala	Media
ES727	5.0	4.8	4.0	4.6
Porvenir	4.5	5.0	3.7	4.4
SanBernardo III	4.5	4.0	4.0	4.2
Pelotón	4.0	4.8	3.3	4.0
LerdoLigero	2.3	4.2	5.0	3.8
DMV210	4.0	4.5	2.7	3.7
DMV225	1.0	4.0	4.7	3.2
DMV238	4.0	3.5	1.7	3.1
DMV239	3.5	4.2	1.0	2.9
DMV121	2.2	2.8	2.0	2.3
DMV137	1.0	4.2	1.8	2.3
DMV179	2.3	2.7	1.3	2.1
DMV198	1.5	2.8	1.3	1.9
DMV213	2.5	1.7	1.3	1.8
DMV228	1.3	1.2	2.3	1.6
DMV226	0.3	2.0	1.0	1.1
DMV218	0.8	1.5	1.0	1.1
DMV219	1.0	1.0	1.0	1.0
DMV224	1.0	0.3	0.8	0.7
DMV222	0.3	0.3	0.7	0.4
DMV223	0.0	0.3	0.7	0.3

4.1.2.1 Roya En Rapaco, se encontró alta severidad de roya en los maicillos criollos utilizados como testigos, ES727, Porvenir, San Bernardo III y Pelotón y, en los maicillos mejorados, DMV210, DMV238, DMV239. Todos los demás presentaron ataques bajos o casi nulos. En Zamorano, se encontró alta incidencia de la enfermedad en todos los maicillos criollos utilizados como testigos y en los siguientes maicillos mejorados: DMV210, DMV137, DMV238, DMV239 y DMV225. La enfermedad se presentó en las etapas tardías del cultivo.

4.1.2.2 Mancha gris (Mancha cercospora) En Choluteca esta enfermedad afecta severamente los maicillos criollos causando un secamiento prematuro de las hojas, pero durante la presente evaluación no hubo ataque severo en ésta ni en las demás localidades como se puede apreciar en el Cuadro 9.

Cuadro 9.- Incidencia de mancha gris de la hoja en los maicillos mejorados del EIME 97 (Escala de 0 a 5).

DMV	Rapaco	Zamorano	Choluteca	media
DMV218	2.3	1.2	1.1	1.5
DMV219	0.3	2.3	1.4	1.3
DMV121	2.0	0.0	1.9	1.3
Pelotón	1.0	1.0	1.9	1.3
DMV137	0.3	1.7	1.5	1.2
DMV238	1.3	0.7	1.3	1.1
DMV213	1.0	1.3	1.0	1.1
DMV179	1.3	0.3	1.3	1.0
DMV198	0.0	1.5	1.2	0.9
ES727	0.0	0.7	2.0	0.9
DMV239	0.7	0.7	1.2	0.9
LerdoLigero	0.3	0.0	2.3	0.9
DMV224	1.3	0.0	1.0	0.8
DMV223	0.7	0.0	1.5	0.7
SanBernardo III	0.0	0.3	1.9	0.7
Porvenir	0.0	0.3	1.8	0.7
DMV210	0.0	0.0	1.8	0.6
DMV222	0.3	0.0	1.5	0.6
DMV225	0.0	0.0	1.8	0.6
DMV226	0.0	0.0	1.7	0.6

En Jutiapa se encontró alta incidencia en los maicillos criollos: LerdoLigero, ES727, Porvenir y San BernardoIII, y en el maicillo mejorado DMV225; pero el resto presentó poco ataque. En Choluteca no se presentó daño de esta enfermedad.

4.1.2.3 Cenicilla La cenicilla generalmente se ha evaluado en Zamorano (Patotipo 1) y en Comayagua (Patotipo 1 y 5), pero durante la evaluación la enfermedad solo se presentó en los maicillos criollos Porvenir y San Bernardo III en Zamorano con incidencias insignificativas.

4.1.2.4 Tizón de la hoja Se encontró incidencia de baja a moderada en Zamorano en los maicillos criollos ES727, San Bernardo III y Porvenir con daños menores de 25% en las hojas; en los demás maicillos no se presentó la enfermedad.

4.1.3 Calidad de planta

4.1.3.1 Grados Brix La determinación de los grados Brix se realizó únicamente en Zamorano y Rapaco. En Zamorano los maicillos mejorados DMV198, DMV238, DMV239, DMV224 y DMV218 presentaron los porcentajes más altos de azúcares (10.3, 10.8, 12.0, 9.8 y 11.0 respectivamente). En Rapaco se dificultó mucho esta medición ya que los maicillos tenían poco jugo o carecían de él debido al estrés hídrico.

En Rapaco los porcentajes más altos se registraron en los maicillos mejorados DMV224, DMV218, DMV226 Y DMV225 con porcentajes de 9.0, 8.7, 5.5 y 4.7, respectivamente, estos maicillos fueron los más precoces de esta localidad.

4.1.3.2 Producción de materia verde (MV) Las mayores producciones de MV se lograron con los maicillos criollos LerdoLigero y Pelotón con 29.7 t/ha y 31.27 t/ha, y, con los maicillos mejorados DMV218, DMV238, DMV198, DMV224, DMV219, DMV179 y DMV210 con 30.6, 29.93, 28.57, 28.34, 26.43, 25.8 y 25.6 t/ha respectivamente (Cuadro 10).

Los maicillos criollos Lerdo ligero y Pelotón son maicillos de porte alto (2.2 y 3.1 m), presentaron altas densidades de tallos 247,200 tallos/ha y 237,500 tallos/ha pero son duros y tienen bajos niveles de azúcares, lo que los hace poco palatables para el ganado. Los maicillos mejorados DMV224 y DMV238 a pesar de tener baja producción de tallos y porte bajo, son buenos para la producción de forraje fresco y succulento y sus plantas (tallos) son de color amarillo como las prefiere el agricultor porque el guate (rastrojo después de la cosecha) es más apetecido por el ganado. Tienen la desventaja de que presentan ataques altos de roya.

El DMV219 es una buena opción no solo por la producción de grano, sino por la producción de forraje, también es un maicillo con plantas (tallos) de color amarillo y las enfermedades de la hoja lo atacan con menor severidad; a pesar de ser de porte bajo (1.7 m), tiene gran capacidad para producir tallos (más del 240% de macollamiento en Zamorano).

Cuadro 10.- Producción de materia verde y materia seca (t/ha)
por los maicillos mejorados del EIME 97 en Zamorano.

DMV	MV (t/ha)	MS (t/ha)	MS (%)
DMV218	30.60	10.80	35.3
Pelotón	31.27	10.80	34.5
DMV179	25.80	10.70	41.5
DMV210	25.60	10.60	41.4
DMV219	26.43	10.23	38.7
DMV213	24.43	9.77	40.0
DMV238	29.93	9.17	30.6
Porvenir	22.80	9.10	39.9
SanBernardo	24.17	9.07	37.5
DMV221	23.77	9.00	37.9
DMV228	23.27	8.90	38.2
Lerdoligero	29.70	8.90	30.0
DMV198	28.57	7.93	27.8
ES727	24.67	7.93	32.1
DMV239	21.83	7.03	32.2
DMV224	28.34	6.60	23.3
DMV137	23.60	6.40	27.1
DMV223	23.23	6.00	25.8
DMV226	15.97	4.03	25.2
DMV222	13.07	3.33	25.5
DMV225	16.10	3.07	19.1

Los demás maicillos DMV179, DMV210, DMV198 y DMV218 son de porte alto (2.4 a 2.7 m) y tienen gran capacidad de producción de tallos. No se encontraron correlaciones significativas entre la producción de materia verde (MV) y la altura.

4.1.3.3 Producción de materia seca (MS) El maicillo criollo Pelotón junto con los mejorados DMV218, DMV179, DMV210, DMV219 registraron el rendimiento más alto en producción de MS; con 10.8, 10.8, 10.7, 10.6 y 10.23 t/ha (Cuadro 10). El maicillo DMV224, a pesar haber sido uno de los que produjo más materia verde, tuvo bajos rendimientos de materia seca (6.6 t/ha), lo mismo sucedió con el maicillo criollo Lerdo ligero con 8.9 t/ha de MS.

Tanto el maicillo mejorado DMV224 como el criollo lerdo ligero son suculentos, pero el segundo no tiene niveles de azúcares altos y es atacado fuertemente por la roya y además tiene plantas (tallos) de color rojo que son menos palatables para el ganado.

El maicillo DMV218 es una buena opción para utilizar su forraje ya que además de producir abundante materia seca mantiene el follaje verde después de la cosecha, su contenido de azúcares es alto (11% de ^aBrix en Zamorano). El maicillo DMV219, a pesar de producir cantidades altas de materia seca y de que se mantiene verde aún después de la cosecha tuvo poca jugosidad en Zamorano, lo que hizo imposible medir los niveles de azúcares.

El maicillo DMV179 produce gran cantidad de MS, es de porte alto (doble enano), y de planta amarilla pero de poca jugosidad. En años anteriores fue evaluado en fincas de agricultores y tuvo un buen desempeño, con rendimientos de hasta 54 t/ha de forraje y 15 % de grados Brix (Gómez, Morán, Cerritos; 1994).

4.1.4 Calidad de grano

4.1.4.1 Peso de 100 granos Los maicillos mejorados DMV179, DMV210, DMV137, DMV226, DMV238 y DMV213, fueron los que tuvieron los mayores pesos de 100 granos (2.4 a 2.6 g).

Los menores pesos fueron registrados por los maicillos mejorados DMV223, DMV219 y DMV228 con un peso entre 1.8 y 1.9 g. Los maicillos DMV219 y DMV228 a pesar de tener grano pequeño tienen rendimientos aceptables.

4.1.5 Análisis de estabilidad de genotipo x ambiente (GxE)

Los resultados de los maicillos más estables para cada índice de estabilidad evaluado se encuentran en los Cuadros 11 y 12.

Índice de superioridad del cultivar: el maicillo mejorado DMV137 fue el más estable, seguido de los maicillos mejorados DMV221, DMV219, DMV198, DMV228; bajo este índice de estabilidad los maicillos mejorados DMV226, DMV239 y DMV238 fueron los más inestables. El DMV137 fue el maicillo que tuvo los rendimientos promedio más altos en Zamorano, Choluteca y Jutiapa, pero tuvo rendimiento bajo en Rapaco

Cuadro 11 – Evaluación de estabilidad genotipo x ambiente (GxE) de los maicillos mejorados del EIME 97 utilizando los índices de superioridad del cultivar, estabilidad de la varianza, estabilidad de la varianza con covariable e índice de ecovalencia.

#	CSM		SV		SVC		ECOV	
	Índice	Maicillo	Índice	Z	Índice	Z	Índice	Maicillo
	351961	DMV137	2	4	3	2	73669	DMV219
	960703	DMV221	3	2	5	2	200854	ES727
	973262	DMV219	5	1	13	1	563768	DMV213
	102171	DMV198	6	0	17	1	577417	Porvenir
	102287	DMV228	6	0	19	1	745684	SanBernard
	115651	DMV210	7	0	20	1	854801	DMV218
	123388	SanBernard	7	0	24	0	912906	DMV228
	127662	LergoLiger	7	0	25	0	970269	DMV223
	146188	DMV213	7	0	31	0	102490	DMV179
	159569	Peloton	9	1	38	0	175566	DMV222
	167618	DMV218	9	1	41	0	194532	DMV226
	204793	Porvenir	9	0	41	0	209112	Peloton
	211365	DMV223	10	2	41	0	215582	LergoLiger
	223944	DMV222	10	1	49	0	249487	DMV224
	233621	DMV224	10	1	49	0	258874	DMV221
	271196	DMV225	10	1	52	0	259147	DMV238
	272435	DMV179	11	3	53	1	293745	DMV198
	277868	ES727	11	2	53	1	295806	DMV225
	319585	DMV226	11	3	61	1	354965	DMV239
	372022	DMV239	11	3	62	1	358611	DMV137
	449394	DMV238	12	4	65	2	496700	DMV210

Notas: CSM = Medida de superioridad del cultivar, SV = Estabilidad de varianza, SVC = Estabilidad de varianza con covariable, ECOV = Índice de ecovalencia.

Índice de la estabilidad de la varianza: Los maicillos más estables fueron, en orden decreciente, ES727, DMV219, DMV213, DMV218 y Porvenir, mientras que los más inestables fueron los maicillos mejorados DMV224, DMV239 y DMV210.

En el índice de la estabilidad de la varianza que utiliza la media de la localidad como covariable, los maicillos más estables fueron los mismos y en el mismo orden que cuando se utilizó el índice de estabilidad de varianza; únicamente cambiaron los índices. Los maicillos más inestables fueron DMV224, DMV221 y DMV210.

Índice de Ecovalencia: Bajo este índice los maicillos más estables fueron DMV219, ES727, DMV213, Porvenir y San Bernardo III; mientras que los más inestables fueron DMV239, DMV137 y DMV210).

Cuadro 12- Resumen de los cinco maicillos más estables en el análisis de GxE en los maicillos mejorados del EIME 97.

#	CSM		SV			SVC			ECO	
	Índice	Maicillo	Índice	Z	Maicillo	Índice	Z	Maicillo	Índice	Maicillo
351961	DMV137	2	4	ES727	3	2	ES727	73669	DMV219	
960703	DMV221	3	2	DMV21	5	2	DMV21	20085	ES727	
973262	DMV219	5	1	DMV21	13	1	DMV21	56376	DMV213	
102171	DMV198	6	0	DMV21	17	1	DMV21	57741	Porvenir	
102287	DMV228	6	0	Porvenir	19	1	Porvenir	74568	SanBernardo	

Notas: CSM = Medida de superioridad del cultivar, SV = Estabilidad de varianza, SVC = Estabilidad de varianza con covariable, ECOV = Índice de Ecovalencia.

4.2 DISCUSION

4.2.1 El rendimiento, los componentes del rendimiento y otras variables

4.2.1.1 Rendimiento. El rendimiento número de plantas, número de panojas, peso de las panojas, peso del grano, excersión de las panojas, macollamiento (número de tallos) y la longitud de las panojas están determinadas por la genética del cultivar; pero también son muy influenciadas por el ambiente (factores abióticos como: precipitación, temperatura, condiciones del suelo, etc.); todo esto hace difícil la caracterización agronómica de un grupo de cultivares porque tienden a comportarse de manera diferente en las diferentes localidades en donde son evaluados.

En una caracterización todas las variables evaluadas tienen importancia, pero la más importante siempre será el rendimiento ya que las demás, de una o de otra manera, afectarán esta variable. Los coeficientes de variación (CV) para el rendimiento en Zamorano, Choluteca y Jutiapa son aceptables, debido a la gran variabilidad que tienen los maicillos evaluados. En Rapaco ese CV fue alto (79%) y, posiblemente sea debido a que los factores ambientales fueron extremadamente desfavorables y no permitieron que la genética de los cultivares se expresara.

Aunque la precipitación en Zamorano fue baja (557 mm), esta, estuvo bien distribuida durante el ciclo del cultivo por lo que los rendimientos más altos se obtuvieron en esta localidad.

Los maicillos DMV137 y DMV219, sobresalen en todas las localidades. Podemos decir que esto está de acuerdo con lo observado por Rao (1982) citado por Meckenstock y Soler; (1988) quien dice que germoplasma superior tiende a sobresalir en ambientes favorables y desfavorables, y que solo la magnitud del rendimiento es la que cambia. El maicillo DMV137 que en promedio fue el más rendidor en todas las localidades (3,654 kg/ha) tuvo un aumento significativo en rendimiento (35% y un 45%) sobre los maicillos criollos más rendidores, Lerdo ligero (2,701 kg/ha) y San Bernardo III (2,526 kg/ha). Los maicillos DMV228 y DMV219 supran ligeramente a los criollos y aunque las diferencias en rendimiento no son significativas, estos materiales tienen otras características agronómicas que los hacen superiores a los criollos, como son: menor altura, mayor excerción, follaje verde a la cosecha, si se siembran en monocultivo.

Si estos materiales son cultivados en fincas de agricultores y bajo los sistemas de producción locales, se podrían obtener rendimientos de 2,156 kg/ha con el DMV137, 1,655 kg/ha con DMV228 y 1,618 con DMV218, ya que por ejemplo, bajo el sistema de aporque se obtendría un 41% menos que en monocultivo (Compton, 1988).

Las correlaciones entre los componentes del rendimiento y el rendimiento de los genotipos en la diferentes localidades (Anexo 4) nos muestran que el peso de las panojas es la variable que más influencia positiva tiene sobre al rendimiento. Cualquier factor ambiental que la afecte, afectará directamente el rendimiento. En Rapaco y Zamorano el número de panojas cosechadas también tuvo una correlación positiva moderada (0.69 y 0.74) con una ($p > 0.0001$), lo que nos indica que en estas localidades, a mayor número de panojas cosechadas en la parcela útil, mayor fue el rendimiento de los genotipos evaluados.

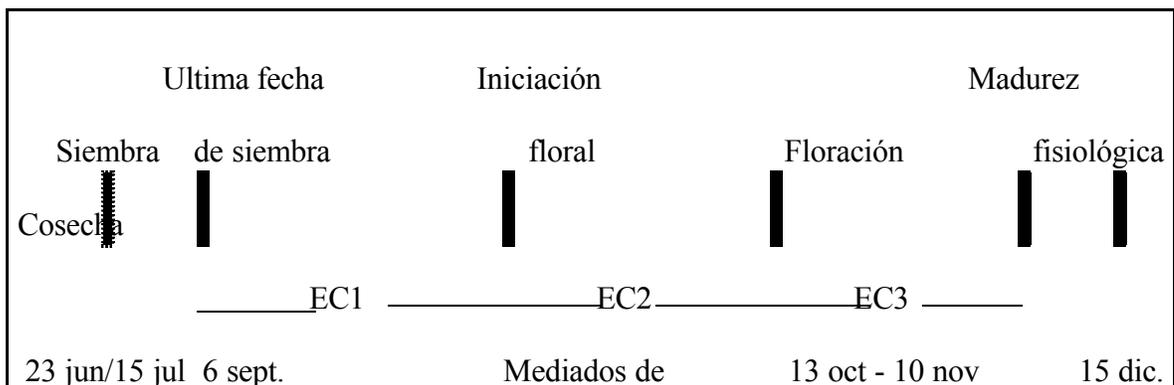
4.2.1.2 Número de plantas y tallos. El número de plantas y el número de tallos de la parcela útil están muy relacionados ya que cuando el número de plantas fue bajo hubo mayor macollamiento (105% en Zamorano y 53% en Jutiapa), lo que coincide con los informes de Krieg (1983) citado por Compton (1990) que mostraron que el menor número de plantas durante la etapa inicial del cultivo es compensado con mayor ahijamiento en las siguientes etapas de desarrollo; pero aún no se conoce una población inicial que maximice el macollamiento y por ende el rendimiento, ya que un exceso de plantas puede ser perjudicial y afecta negativamente los rendimientos, por mayor competencia por luz, agua, espacio, etc.

4.2.1.3 Floración. La época de floración es otro factor muy importante en los maicillos, ya que el agricultor no quiere maicillos ni precoces (floración en menos de 110 días) ni tardíos (floración mayor de 130 días); los primeros porque no producen mucho forraje (guate) para alimentar el ganado en el verano y los segundos porque son fuertemente atacados por los pájaros en el campo. Prefieren maicillos de ciclo intermedio de floración, que produzcan buena cantidad de forraje y que maduren al mismo tiempo en toda la región, disminuyéndose así el daño por pájaros.

Las correlaciones negativas encontradas entre los días a floración y el número de panojas nos indican que entre más tarde florecen los maicillos tienden a formar menos panojas y a la vez éstas son de menor peso (el peso de las panojas cosechadas está altamente correlacionado con el rendimiento).

Los maicillos criollos que se utilizaron como testigos, exceptuando a Lerdo ligero, tuvieron floración tardía en comparación con los maicillos mejorados evaluados. Entre los maicillos mejorados, el DMV238 y DMV239 fueron tardíos lo que se tradujo en problemas con pájaros, principalmente en Choluteca, porque tienen grano blanco y gran facilidad para desprenderse de la panoja. Esto no sucedería con algunos maicillos criollos que, aunque tardíos tienen taninos en el grano, lo que evita que sean consumidos en el campo.

El grupo de maicillos más rendidor, en promedio, es de floración intermedia (115 a 125 días). Florecen en la última semana de octubre (Figura 1), lo que es muy importante ya que la etapa EC2 del cultivo generalmente coincide con el período más lluvioso en las zonas sorgueras del pacífico centroamericano. Estudios realizados por Bennett en 1979 (citado por Compton, 1990) mostraron que la escasez moderada de agua en esta etapa resulta en la disminución en el tamaño de la panícula y el número de granos por panícula que son dos importantes componentes de rendimiento.



1-15 ene

sept

Figura 1- Etapas de crecimiento de los maicillos criollos y mejorados en las diferentes localidades evaluadas (adaptada de Compton, 1990).

4.2.1.4 Altura. La altura es otra característica importante para el agricultor, que prefiere plantas con porte más que los criollos que les facilite la cosecha y no se acamen mucho; reduciendo así el daño por roedores y evitando el pisoteo de las panículas durante la cosecha (Gómez, Morán, Cerritos; 1994).

El rango de altura de los maicillos fue de 1.3 a 3.1 m lo que nos indica que en el EIME 97 hubo genotipos uni-enanos, doble-enanos y triple-enanos. Fenotípicamente podemos decir que de los seis maicillos más productivos cuatro son doble-enanos DMV221, DMV210, DMV198 y DMV198 entre 1.9 a 2.1 m y dos son triple-enanos DMV219 y DMV228 de 1.5 a 1.6 m. De los maicillos criollos Porvenir, Pelotón y San Bernardo III se comportaron como uni-enanos (3 a 3.1 m); Lerdo ligero y ES727 como doble-enanos (de 1.8 a 2.2 m). Los maicillos mejorados llenan las expectativas de los agricultores para la altura de planta que desean (1.8 a 2.2 m), y la producción de forraje no se vería afectada.

Hubo diferencias significativas para la altura de planta entre Rapaco y el resto de localidades, debido a la influencia que tuvieron los factores ambientales extremos en esta localidad. Las plantas fueron 0.4 a 0.6 m en promedio más pequeñas que en Zamorano.

4.2.1.5 Excerción. La excerción de la panícula (pedúnculo) es una característica importante porque permite que los granos queden fuera de la vaina de la hoja bandera, reduciendo el daño por plagas y enfermedades en la base de la panícula y también se facilita la trilla manual. Excerciones arriba de 15 cm se consideran muy buenas. La excerción está controlada genéticamente pero puede ser afectada por factores ambientales como la deficiencia de agua (Compton, 1990).

Los factores ambientales que influenciaron los componentes del rendimiento y el rendimiento en Rapaco fueron el estrés hídrico durante las etapas EC2 principalmente durante el mes septiembre cuando apenas llovió un poco más de 17 mm, mientras que en Zamorano llovieron 160 mm y en Jutiapa 416 mm. Los sorgos, en general, son susceptibles a la sequía en las etapas de formación de las panículas (Manjarres, 1986; citado por Montes, 1995) y en el llenado de grano (Fisher y Turner, 1978, citados por Montes, 1995). En la etapa de formación de panículas se afecta la formación de granos y en la del llenado del grano, el tamaño de los mismos. Al afectarse la formación y el tamaño de los granos se verá afectado el peso de las panículas y en el EIME 97 esta variable estuvo positivamente correlacionada con el rendimiento.

En Rapaco los suelos son de textura arenosa y con pobre contenido de materia orgánica (< de 1%) lo que se traduce en poca retención de humedad, mientras que las otras localidades aunque tienen bajos contenidos de materia orgánica (< de 2%) tienen texturas de franco a franco-arcillosas, las cuales poseen buena capacidad de retención de humedad que puede ser aprovechada por un periodo más prolongado por el cultivo.

Las temperaturas máximas en Rapaco, durante los meses de agosto y septiembre fueron muy altas (arriba de 34 °C). Al haber mayor temperatura diaria se aumenta la evapotranspiración y por ende el agua del suelo se pierde más rápidamente, dejando al cultivo en condiciones críticas. Las otras localidades tuvieron temperaturas máximas más bajas y similares entre sí (alrededor de 31 y 32 °C) y precipitaciones (durante agosto y septiembre) de 84 y 160 mm en Zamorano y de 207 y 416 mm en Jutiapa.

4.2.2 Incidencia de enfermedades

Rapaco y Zamorano han sido localidades en las cuales se han seleccionado los maicillos para resistencia a roya, mientras en Choluteca se ha seleccionado para mancha gris de la hoja (*Cercospora*); ya que el inóculo es abundante.

4.2.2.1 Roya. Los resultados obtenidos en esta investigación no nos muestran que los maicillos del EIME 97 no tienen resistencia. La enfermedad se presentó con severidad en los maicillos criollos usados como testigos, y con daños severos (entre 25 y 50% de la hoja destruida) en los maicillos mejorados DMV210, DMV238 y DMV239 en las localidades de selección para esta enfermedad. En los demás maicillos los ataques fueron moderados o leves no representando daño económico, lo que indica que posiblemente haya tolerancia en algunos de ellos.

4.2.2.2 Mancha gris (*Cercospora*). La mancha gris se presentó con poca severidad en más del 50% de las plantas, en los maicillos criollos ES727 y San Bernardo III pero no representó daños económicos. Posiblemente no se presentó en los demás genotipos porque no se presentaron las condiciones de humedad y temperatura adecuadas al desarrollo del hongo.

4.2.2.3 Cenicilla. La enfermedad no se presentó en ningún maicillo mejorado. Los maicillos DMV228, DMV219, DMV218 y DMV213 tienen, en su pedigrí al maicillo mejorado [SC414*P.N] que es resistente a *Peronosclerospora sorghi* (cenicilla) patotipos 1, 2, 3 y 4. A la vez es un indicador para la presencia del patotipo 5 en cualquier localidad, ya que sería el único que podría atacarlo (Gómez, 1998¹). No podemos afirmar si hay resistencia en todos los maicillos mejorados o no, aunque en los últimos años tampoco se ha presentado cenicilla en los maicillos mejorados del EIME.

4.2.3 Calidad de planta

4.2.3.1 Grados Brix, producción de materia verde (MV) y materia seca (MS). Los maicillos Lerdo ligero y Pelotón produjeron abundante materia verde debido a que son de porte alto (2.2 y 3.1 m), presentaron altas densidades de tallos 247,200 tallos/ha y 237,500 tallos/ha pero son duros, poco jugosos y tienen bajos niveles de azúcares, lo que los hace poco palatables para el ganado. Los maicillos mejorados DMV224 y DMV238 son buenos para la producción de forraje fresco y succulento y sus plantas (tallos) son de color amarillo como las prefiere el agricultor porque el guate (rastrojo después de la cosecha) es más apetecido por el ganado. Tienen la desventaja de que los ataca la roya. El DMV219 es una buena opción no solo por la producción de grano, sino por la producción de forraje, también es un maicillo con plantas (tallos) de color amarillo y las enfermedades de la hoja lo atacaron poco; a pesar de ser de porte bajo (1.7 m), tiene capacidad para producir gran cantidad de tallos (más de 240% de macollamiento en Zamorano).

¹ Gómez F. 1998. Intsormil-Honduras. Tegucigalpa, Honduras. Comunicación personal.

El maicillo DMV224 que fue uno de los que produjo más materia verde (28.34 t/ha de MV), apenas alcanzó 6.6 t/ha de MS lo que nos indica que es succulento y además mantiene su follaje verde al momento de la cosecha. El maicillo criollo Lerdo ligero también es succulento, pero es atacado fuertemente por la roya y tiene plantas (tallos) de color rojo, que no son tan favorecidos por los agricultores.

El maicillo DMV218 es una buena opción para utilizar su forraje ya que además de producir abundante materia seca mantiene el follaje verde después de la cosecha, su contenido de azúcares es alto (11% de ^oBrix en Zamorano). El maicillo DMV219, a pesar de producir cantidades altas de materia seca y de que se mantiene verde aún después de la cosecha tuvo poca jugosidad en Zamorano, lo que hizo imposible medir niveles de azúcares.

El maicillo DMV179 produce gran cantidad de MS, es de porte alto (doble enano), y de planta amarilla pero de poca jugosidad. En años anteriores fue evaluado en fincas de agricultores y tuvo un buen desempeño, con rendimientos de hasta 54 t/ha de forraje y 15 % de grados Brix (Gómez, Morán, Cerritos; 1994).

4.2.4 Estabilidad de genotipo x ambiente (GxE)

La producción de maicillos se lleva a cabo en diversos ambientes, algunas veces contrastantes, lo cual provoca en algunas ocasiones bajos rendimientos. Con la finalidad de determinar maicillos mejorados con rendimientos aceptables y estables en diferentes ambientes; se realizó el análisis de estabilidad genotipo x ambiente donde se encontró que el maicillo mejorado DMV219 es el más estable ya que está entre el grupo de maicillos con los índices más bajos en los cuatro métodos de evaluación utilizados. Los maicillos mejorados DMV213 y DMV218 también son estables, lo que nos indica que tienen poca interacción con el ambiente, porque también presentan índices bajos en los modelos de estabilidad utilizados. Los maicillos ES727 y Porvenir, dos de los cinco maicillos criollos utilizados como testigos, también presentan buena estabilidad.

Los maicillos mejorados DMV137 y DMV221, que tuvieron los rendimientos medios más altos, únicamente presentan estabilidad (índices bajos en el ISC) para el índice de superioridad del cultivar, pero tienen índices altos en los demás índices de evaluación, por lo que se podrían utilizar en regiones de alta producción, parecidas a Zamorano. Aunque en regiones como Zamorano se prefiere sembrar maíz porque, generalmente, tiene mejor precio en el mercado.

Es muy importante no solo tomar en consideración el grado de estabilidad de los maicillos sino que también se debe tomar en consideración el rendimiento del cultivar ya que si se va a liberar un nuevo cultivar debemos garantizar no solo rendimientos estables sino también que superen en rendimiento a los cultivares tradicionales. El maicillo mejorado DMV219 produjo 2.74 t/ha de grano en promedio, los maicillos mejorados DMV213 y DMV218 produjeron 2.38 t/ha y 2.42 t/ha, respectivamente, en las localidades evaluadas. Los maicillos criollos ES727 y Porvenir alcanzaron rendimientos de 1.77 t/ha y 2.1 t/ha.

Como podemos observar, los maicillos mejorados más estables superan en rendimiento a los maicillos criollos que también tienen alta estabilidad. El DMV219 superó por más de 0.6 t/ha a Porvenir y por casi 1.0 t/ha a ES727 de El Salvador, a esto se le puede sumar que la calidad de grano y planta de los maicillos mejorados es superior a la de los maicillos criollos.

Es muy importante tener presente que los tres maicillos mejorados que tuvieron mayor estabilidad son hermanos, por lo que sería interesante conocer cuál maicillo, dentro de su genealogía, es el que da la estabilidad; además los maicillos mejorados DMV219 y DMV213 presentaron buena habilidad combinatoria como machos en poblaciones F2 provenientes de cruzamientos de líneas élites y maicillos mejorados, en 1996 (Molina, 1997).

5. CONCLUSIONES

1. Los maicillos criollos tienen rendimientos moderados, estables y mostraron buena adaptación a las condiciones de las zonas maicilleras.
2. Los maicillos mejorados DMV219 y DMV218 produjeron rendimientos altos en Choluteca y Jutiapa; que son zonas maicilleras importantes.
3. DMV219 y DMV218 presentan poca interacción genotipo x ambiente.
4. Algunos maicillos mejorados producen mejor forraje que los maicillos criollos.
5. No se pudo determinar la resistencia de los genotipos a las enfermedades estudiadas.

6. RECOMENDACIONES

1. Evaluar los maicillos EIME 97 sobresalientes (DMV137, DMV219, DMV221 y DMV218) para otras variables como: densidades de siembra, niveles de nitrógeno, sistemas de cultivos para optimizar los rendimientos.
2. Realizar análisis de laboratorio para conocer la calidad tortillera del grupo de maicillos sobresalientes.
3. Realizar análisis bromatológico del forraje de los maicillos superiores para conocer su calidad como alimento para el ganado.
4. Realizar estudios de palatabilidad de los maicillos mejorados en comparación con los maicillos criollos.

7. BIBLIOGRAFIA

- AGROBASE. 1997. User's Guide & Command Reference. Winnipeg (Canada). Agromix Software Inc. 378 p.
- AGUIRRE, J.A.; TABLADA, G. 1988. Macroanálisis de la producción de granos básicos en Honduras 1976 - 1987. Publicaciones miscelaneas 4. IICA, Tegucigalpa, Honduras. sp.
- Citado por: Gutiérrez, P.F. 1990. Análisis comparativo de crecimiento de sorgo sembrado en cultivo puro y casado con maíz. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 52 p.
- ARIAS, F.R., GALLAGER, R.N. 1987. Maize-sorghum farming systems in Central America: Situational analysis. *Journal of Agronomy Education* 16: 5 - 11.
- BENNETT, J.M. 1979. Responses of grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). Ph. D. Tesis, Univ. Nebraska. Lincoln, Nebraska. EE.UU. sp.
- Citado por: Compton, L.P. 1990. Agronomía del sorgo. Trad. por Ma. Guadalupe López Abdelrague (Ind.). Instituto Internacional para el Mejoramiento de Cultivos para los Trópicos Semiáridos. Hyderabad, India (ICRISAT). 316 p.
- CASAMALHUAPA, N.; CLARA, R. 1980. Evaluación preliminar de rendimiento de 22 variedades experimentales de sorgos fotoperiódicos adaptables al asocio con maíz, generadas en el CENTA. Resúmenes XXVI Reunión Anual del PCCMCA, Guatemala, Guatemala. sp.
- Citado por: Compton, L.P. 1988. Avances de la investigación agronómica de los maicillos criollos en Mesoamérica. *Ceiba (Hond.)* 29 (2): 309 - 325.
- CASTILLO, A.; NUÑEZ, R. 1995. Situación de los granos en Honduras a octubre de 1995. Secretaría de Recursos Naturales. Unidad de Planificación Sectorial Agrícola (UPSA). Tegucigalpa, Hond. 30 p.
- COLYER, D. 1994. El mercado internacional de maíz y trigo: sus perspectivas e implicaciones para Honduras. Proyecto para el desarrollo de políticas agrícolas de Honduras. Tegucigalpa, Hond. 61 p.
- COMPTON, L.P. 1988. Avances de la investigación agronómica de los maicillos criollos en Mesoamérica. *Ceiba (Hond.)* 29 (2): 309 - 325.
- COMPTON, L.P. 1990. Agronomía del sorgo. Trad. por Ma. Guadalupe López Abdelrague (Ind.). Instituto Internacional para el Mejoramiento de Cultivos para los Trópicos Semiáridos. Hyderabad, India (ICRISAT). 316 p.

DEVLIN, R. 1975. Plant Physiology. 3 ed. Van Nostrand company publishig. EE.UU.

Citado por: Compton, L.P. 1990. Agronomía del sorgo. Trad. por Ma. Guadalupe López Abdelrague (Ind.). Instituto Internacional para el Mejoramiento de Cultivos para los Trópicos Semiáridos. Hyderabad, India (ICRISAT). 316 p.

DOGGETT, H. 1988. Sorghum. 2 ed. Tropical agriculture. series:Longman. 512 p.

Citado por: Hidalgo, J.C. 1997. Evaluación del control químico de cuatro malezas en sorgo (*Sorghum bicolor* [L] Moench), en el valle del Zamorano. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 66 p.

FAO-UNESCO. 1975. Soil map of de world. Vol. III - Mexico and Central America. UNESCO-Paris. sp.

Citado por: Compton, L.P. 1988. Avances de la investigación agronómica de los maicillos criollos en mesoamérica. Ceiba (Hond.) 29 (2): 309 - 325.

FISHER, R. A.; TURNER, N.C. 1978. Plant productivity in the arid and semiarid zones. Annual Review. Plant Physiology 29: 277 - 317.

Citado por: Montes, N.; González,V.A; Mendoza, L. 1995. Calidad fisiológica de la semilla de sorgo sometido a defoliación y déficit hídrico. Agronomía Mesoamericana (Costa Rica) 6: 147 - 147.

GOMEZ, F.; MEKENSTOCK, D.; SIERRA, H. 1994. Nuevas tecnologías para producir maicillos. Zamorano, Hond. 16 p.

Citado por: Molina, N. 1997. Análisis de poblaciones F2 provenientes de cruzamientos entre maicillos criollos mejorados y líneas élite exóticas. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 54 p.

GOMEZ, F.; MORAN, A.; CERRITOS, G. 1994. Conservación *in situ* y mejoramiento de maicillo (*Sorghum bicolor* [L.] MOENCH). Informe Anual de Investigación. Depto de Agronomía. El Zamorano (Hond.) 7: 61 - 72.

GRANADOS, M.A. 1992. Crecimiento y absorción de NPK en dos híbridos de sorgo granífero bajo tres densidades. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 50 p.

GUZMAN, M.E. 1980. Variedades de sorgo evaluadas con modalidades de siembra en asocio con maíz y niveles de nitrógeno. Resúmenes XXVI Reunión Anual del PCCMCA, Guatemala, Guatemala. sp

Citado por: Compton, L.P. 1988. Avances de la investigación agronómica de los maicillos criollos en mesoamérica. *Ceiba (Hond.)* 29 (2): 309 - 325.

HAWKINS, R. 1984. Intercropping maize with sorghum in Central America: a cropping system case study. *Agronomy Systems* 15: 1 - 21.

Citado por: Compton, L.P. 1988. Avances de la investigación agronómica de los maicillos criollos en mesoamérica. *Ceiba (Hond.)* 29 (2): 309 - 325.

KREIG D.R. 1983. Sorghum. In: Teare, I.D., and Peet, M.M. (eds.) 1983. *Crop-water relations*. Wiley, 547 p.

Citado por: Compton, L.P. 1990. *Agronomía del sorgo*. Trad. por Ma. Guadalupe López Abdelrague (Ind.). Instituto Internacional para el Mejoramiento de Cultivos para los Trópicos Semiáridos. Hyderabad, India (ICRISAT). 316 p.

MANJARREZ, S. 1986. Respuesta de dos sorgos tolerantes al frío a deficiencias hídricas en diferentes etapas fenológicas. Tesis MS. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 73 p.

Citado por: Montes, N.; González, V.A.; Mendoza, L. 1995. Calidad fisiológica de la semilla de sorgo sometido a defoliación y déficit hídrico. *Agronomía Mesoamericana (Costa Rica)* 6: 147 - 147.

MARIOTTI, J.A. 1986. Fundamentos de genética biométrica. Aplicaciones en mejoramiento vegetal. In Eva V. Chesneau ed. EE.UU: Secretaría general de los Estados Americanos (OEA). Serie de biología N^o 32. 155 p.

MECKENSTOCK, D.H.; WALL, G.C.; NOLASCO, R. 1985. Aspectos de mejoramiento genético en la investigación sobre sistemas de cultivos en Honduras. In C.L. Paul y B.R. De Walt (ed.). *El sorgo en sistemas de producción latinoamericana*. Proc. Taller Intersormil, ICRISAT, FSSP. El Batán, México, 16 - 22 sept. 1984. Intersormil, México D.F. p 68 -75.

Citado por: Granados, M.A. 1992. Crecimiento y absorción de NPK en dos híbridos de sorgo granífero bajo tres densidades. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 50 p.

MECKENSTOCK, D.H. ; SOLER FLORES, M.A. 1985. Comportamiento de dieciocho maicillos enanos en Honduras. *Ceiba (Hond.)* 28(1): 79 - 100.

- MECKENSTOCK, D.H. 1992. Tropical sorghum conservation and enhancement in Honduras and Central America. INTSORMIL Annual Report - 1992. Ed. by University of Nebraska, Nebraska (EE.UU). p 156 - 166.
- MOLINA, N. 1997. Análisis de poblaciones F2 provenientes de cruzamientos entre maicillos criollos mejorados y líneas élites exóticas. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 54 p.
- MONCADA, E. 1991. Tolerancia del sorgo a la sombra del maíz. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 54 p.
- MONTES, N; GONZALEZ, V.A; MENDOZA, L. 1995. Calidad fisiológica de la semilla de sorgo sometido a defoliación y déficit hídrico. *Agronomía Mesoamericana (Costa Rica)* 6: 147 - 147.
- QUINBY, J.R. 1974. Sorghum improvement and the genetics of growth. Texas (EEUU). Texas A & M University. 108 p.
- QUINBY, J.R.; MARTIN, J.H. 1954. Sorghum improvement. *Advances in agronomy.* (EE.UU) 6: 305 - 359.
- Citado por: Compton, L.P. 1990. *Agronomía del sorgo*. Trad. por Ma. Guadalupe López Abdelrague (Ind.). Instituto Internacional para el Mejoramiento de Cultivos para los Trópicos Semiáridos. Hyderabad, India (ICRISAT). 316 p.
- RAO, N.G. 1982. Transforming traditional sorghum in India. *In Sorghum in the eighties: Proceedings of the international symposium*. Patancheru, A.P., India. 2 - 7 de nov. 1981. p 39 - 59.
- Citado por: Meckenstock, D.H.; Soler Flores, M.A. 1985. Comportamiento de dieciocho maicillos enanos en Honduras. *Ceiba (Hond.)* 28(1): 79 - 100.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. 1989. SAS/STAT[®] User's Guide, versión 6. 4 ed. Carolina del Norte (EE.UU.). SAS Institute Inc. 943 p.
- STOSKOPF, N.C. 1985. *Cereal grain crops*. Reston publishing company inc. EE.UU.
- Citado por: Compton, L.P. 1990. *Agronomía del sorgo*. Trad. por Ma. Guadalupe López Abdelrague (Ind.). Instituto Internacional para el Mejoramiento de Cultivos para los Trópicos Semiáridos. Hyderabad, India (ICRISAT). 316 p.

THOMPSON, K.S.; DEWALT, K.M.; DEWALT, B.R. 1985. Household food use in three rural communities in southern Honduras. Tech. Rep. 2. University of Kentucky Lexington, K.Y. sp.

Citado por: Gutiérrez, P.F. 1990. Análisis comparativo de crecimiento de sorgo sembrado en cultivo puro y caasado con maíz. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 52 p.

UNIDAD DE PLANIFICACION SECTORIAL AGRICOLA. 1993. Censo agropecuario nacional. Secretaría de Recursos Naturales. Hond. sp.

8. ANEXOS

Anexo 1. Pedigrí de los materiales genéticos utilizados en el Ensayo Internacional de los Maicillos Enanos en 1997

(EIME 97), evaluados en cuatro localidades (Zamorano, Rapaco, Choluteca y Jutiapa [G.]

Bloque			Entrada	Maicillo	Pedigrí	Fuente
I	II	III				
101	202	309	1	DMV179	(SPV346*GigantePavana)-1-1-2	96ZAEIME101
102	212	307	2	DMV221	(Sureno*Caturra68)-3-3-2-1	96ZAEIME102
103	216	312	3	DMV210	(TAM428*MC100)-2-2	96ZAEIME103
104	211	301	4	DMV198	(TAM428*Porvenir)-29-1-1-b-b-1-b	96ZAEIME104
105	204	305	5	DMV137	(TAM428*Porvenir)-29-2-3-b-b	96ZAEIME105
106	218	317	6	DMV226	[(Tx435(MB9*Liberal))]-3-3-1-1	96ZAEIME106
107	206	313	7	DMV223	[(Sepon77*StaIsabel)ICSV151]-6-1-1-2	96ZAEIME108
108	210	316	8	DMV222	[(Sepon77*StaIsabel)ICSV151]-5-7-2-4	96ZAEIME109
109	215	308	9	DMV238	[(Sepon77*StaIsabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-1	96ZAEIME110
110	208	311	10	DMV239	[(Sepon77*StaIsabel}-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-4	96ZAEIME111
111	213	318	11	DMV225	[(Tx435(MB9*Liberal)-1-2-1-4	96ZAEIME112
112	220	314	12	DMV224	[(Sepon77*StaIsabel)]-1-2-1-4	96ZAEIME113
113	214	321	13	DMV218	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*PN)}-4-1-1	96ZAEIME114
114	203	310	14	DMV213	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*PN)}-7-1-b	96ZAEIME115
115	205	306	15	DMV219	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*PN)}-25-3-4	96ZAEIME116
116	217	315	16	DMV228	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*PN)}-41-1-2-2	96ZAEIME117
117	219	302	17	MC	ES727	96ZAEIME118
118	201	320	18	MC	LerdoLigero	96ZAEIME119
119	221	304	19	MC	Peloton	96ZAEIME120
120	207	319	20	MC	Porvenir	96ZAEIME121
121	209	303	21	MC	SanBernardoIII	96ZAEIME122

Anexo 3.- Resumen de las separaciones de medias para las características evaluadas de los maicillos del EIME 97.

Localidad: **Choluteca**

ENTRADA	MAICILLO	REN (kg/ha)	PLT (No)	FLOR (Días)	ALT (m)	EXEPAN (cm)	LGPAN (cm)	TALLO (No)	PAN (No)	PESOPAN (kg)
1	DMV179	#####	51.33	90.33	2.37	6.33	17.00	54.67	34.67	0.98
2	DMV221	#####	51.67	80.00	1.97	2.67	21.00	55.67	42.00	1.50
3	DMV210	#####	51.00	81.00	2.10	9.33	23.00	55.67	44.33	1.31
4	DMV198	#####	55.00	86.67	2.00	10.67	26.00	58.33	43.33	1.39
5	DMV137	#####	48.67	78.33	1.93	3.67	25.33	52.67	43.67	2.23
6	DMV226	#####	38.33	70.33	1.53	7.67	20.67	41.00	35.33	1.57
7	DMV223	#####	38.67	78.00	1.83	1.00	23.67	43.67	36.67	1.74
8	DMV222	#####	49.00	71.33	1.67	10.00	25.00	54.00	42.67	2.01
9	DMV238	942.20	50.67	102.00	2.00	7.00	22.67	53.67	16.00	0.52
10	DMV239	#####	52.00	105.00	1.80	11.67	20.33	56.33	23.00	0.93
11	DMV225	#####	46.67	73.00	1.90	9.00	28.67	52.33	45.33	1.89
12	DMV224	#####	38.00	80.33	1.87	11.33	26.67	43.33	35.00	1.89
13	DMV218	#####	44.67	79.00	2.67	24.33	28.00	52.33	44.33	1.82
14	DMV213	#####	44.00	88.67	2.33	10.00	26.33	49.67	35.33	1.49
15	DMV219	#####	43.33	90.33	1.67	14.00	25.33	49.00	47.00	1.72
16	DMV228	#####	47.33	77.33	1.63	11.33	21.00	53.00	51.33	2.13
17	ES727	#####	44.67	84.00	1.83	7.00	16.00	51.67	38.33	1.43
18	LerdoLigero	#####	61.67	61.00	1.93	10.00	17.67	66.33	62.00	1.45
19	Pelotón	#####	46.00	93.00	2.57	7.00	16.33	50.00	37.33	1.82
20	Porvenir	#####	44.67	92.33	3.07	6.00	17.00	50.33	30.67	1.12
21	SanBernardo	#####	44.67	89.67	2.57	5.67	12.00	51.67	39.33	1.49

D.M.S. (Alpha = 0.05) 1262 12.03 4.7 0.28 4.58 2.8 11 10.3 0.67

Anexo 3.- Resumen de las separaciones de medias para las características evaluadas de los maicillos del EIME 97.

Localidad : **Jutiapa, Guatemala**

ENTRADA	MAICILLO	REN (kg/ha)	PLT (No)	FLOR (Días)	ALT (m)	EXEPAN (cm)	LGPAN (cm)	TALLOS (No)	PAN (No)	PESOPAN (kg)
1	DMV179	#####	36.67	141.00	2.37	11.67	20.67	52.67	36.67	1.55
2	DMV221	#####	35.33	134.33	2.33	9.67	23.67	46.00	35.00	1.93
3	DMV210	#####	33.00	134.67	2.17	8.00	27.67	49.33	33.00	1.64
4	DMV198	#####	30.67	141.67	2.13	9.00	26.67	48.67	30.67	1.60
5	DMV137	#####	31.00	139.67	1.97	2.33	24.67	53.67	31.00	2.10
6	DMV226	#####	18.33	124.67	1.70	5.33	24.33	39.67	18.67	0.99
7	DMV223	#####	25.67	122.67	1.53	1.67	23.33	30.00	25.67	0.98
8	DMV222	#####	28.67	96.33	1.33	5.33	24.33	45.67	28.67	1.48
9	DMV238	#####	28.67	145.33	1.87	8.00	21.33	55.33	28.67	1.38
10	DMV239	#####	32.33	143.67	1.83	6.67	23.67	53.33	32.33	1.53
11	DMV225	#####	26.33	131.33	1.87	15.33	29.00	38.33	26.33	1.10
12	DMV224	#####	29.67	100.67	1.63	6.33	28.00	44.33	29.67	0.93
13	DMV218	#####	27.00	143.00	2.17	20.00	27.00	41.33	27.00	1.19
14	DMV213	#####	35.33	143.67	2.10	11.33	22.67	41.67	35.33	1.38
15	DMV219	#####	36.00	142.33	1.77	11.67	26.00	47.33	36.00	1.75
16	DMV228	#####	27.00	143.67	1.53	9.33	24.67	41.33	27.33	1.42
17	ES727	#####	23.67	151.67	1.47	7.33	17.67	53.33	23.67	0.89
18	LerdoLigero	#####	35.33	123.67	2.13	5.67	17.67	50.67	35.33	1.24
19	Pelotón	#####	25.67	153.67	3.10	9.00	14.33	41.67	25.67	1.22
20	Porvenir	#####	33.67	139.67	3.03	11.00	15.00	56.67	34.00	1.62
21	SanBernardo	#####	36.00	135.00	2.97	15.67	16.00	47.33	36.00	1.67

D.M.S. (Alpha = 0.05) 775 10 14.9 0.23 5.8 2.6 6.9 6.83 0.83

Anexo 3.- Resumen de las separaciones de medias para las características evaluadas en los maicillos del EIME 97.

Localidad: **Rapaco**

ENTRADA	MAICILLO	REN (kg/ha)	PLT (No)	FLOR (Días)	ALT (m)	EXEPAN (cm)	TALLOS (No)	PAN (No)	LGPAN (cm)	PESOPAN (kg)
1	DMV179	359.1	41.3	140.7	1.9	1.7	49.3	23.3	16.0	0.5
2	DMV221	206.1	41.7	136.3	1.6	0.0	45.3	19.7	14.3	0.3
3	DMV210	220.3	39.3	136.0	1.5	0.0	47.7	13.0	17.7	0.3
4	DMV198	271.6	36.3	145.0	1.5	2.3	43.7	18.3	18.5	0.5
5	DMV137	302.4	39.0	135.3	1.5	0.0	47.7	19.7	17.7	0.5
6	DMV226	728.9	20.7	110.7	1.3	6.7	25.3	23.0	18.5	0.7
7	DMV223	513.6	27.0	86.7	1.1	3.3	31.3	28.0	13.7	
8	DMV222	550.8	31.3	87.7	1.0	4.7	45.3	34.7	15.8	0.8
9	DMV238	150.1	38.3	154.3	1.6	0.0	44.3	11.3	16.3	0.3
10	DMV239	237.2	31.3	154.0	1.4	0.0	39.7	13.3	14.3	0.4
11	DMV225	708.6	33.3	120.0	1.5	10.0	35.0	24.7	22.9	0.7
12	DMV224	1077.7	26.0	109.3	1.5	16.7	29.7	26.7	19.5	0.2
13	DMV218	972.5	38.0	114.8	1.6	2.7	41.3	15.0	11.3	1.9
14	DMV213	464.6	40.0	139.7	1.7	3.3	46.3	26.3	17.8	
15	DMV219	801.1	43.0	139.7	1.3	0.0	46.7	23.0	19.0	0.5
16	DMV228	784.5	40.3	142.0	1.2	1.0	47.3	26.7	17.0	0.7
17	ES727	51.9	40.3	141.3	1.5	0.0	46.3	10.3	13.7	0.2
18	LerdoLigero	1980.0	39.7	117.0	1.8	4.0	46.7	37.3	13.1	
19	Pelotón	52.9	36.3	165.0	2.1	0.0	43.7	9.0	10.7	0.3
20	Porvenir	301.7	41.0	157.3	2.1	0.0	48.7	8.3	8.0	0.5
21	SanBernardo	222.2	41.0	145.7	2.3	0.0	45.0	12.3	11.8	0.3

D.M.S. (Alpha = 0.05)

708

11.2

12.3

0.38

4.8

12.1

12.2

5.5

0.57

Anexo 3.- Resumen de las separaciones de medias para las características evaluadas en los maicillos del EIME 97.

Localidad: **Zamorano**

ENTRADA	MAICILLO	REN (kg/ha)	PLT (No)	FLOR (Días)	ALT (m)	EXEPAN (cm)	LGPAN (cm)	TALLOS (No)	PAN (No)	PESOPA (kg)
1	DMV179	#####	###	####	2.7	0.0	15.7	51.3	45.7	2.1
2	DMV221	#####	###	####	2.4	4.3	20.0	59.7	50.0	3.5
3	DMV210	#####	###	####	2.6	0.7	24.7	57.0	48.7	3.5
4	DMV198	#####	###	####	2.5	3.7	26.0	57.0	47.0	3.7
5	DMV137	#####	###	####	2.1	0.0	25.2	52.0	42.0	4.0
6	DMV226	#####	###	98.3	1.7	8.7	21.3	16.7	19.3	1.6
7	DMV223	#####	###	75.3	1.6	0.0	23.3	41.3	39.3	2.6
8	DMV222	#####	###	80.0	1.4	10.0	24.7	37.7	35.7	2.2
9	DMV238	#####	###	####	2.0	1.7	20.7	25.0	17.3	1.3
10	DMV239	#####	###	####	1.8	0.0	19.7	42.0	24.7	1.2
11	DMV225	#####	###	####	1.9	10.7	28.0	27.7	23.3	1.7
12	DMV224	#####	###	84.3	1.8	14.0	27.7	32.0	29.7	2.2
13	DMV218	#####	###	####	2.7	25.0	24.7	49.7	39.7	2.3
14	DMV213	#####	###	####	2.5	10.0	19.3	58.7	49.0	2.7
15	DMV219	#####	###	####	1.8	13.7	23.7	68.0	54.7	2.7
16	DMV228	#####	###	####	1.5	8.7	19.8	60.3	55.7	2.6
17	ES727	#####	###	####	2.0	4.7	16.3	45.7	38.7	
18	LerdoLigero	#####	###	88.3	2.2	10.0	16.7	59.3	50.7	2.8
19	Pelotón	#####	###	####	3.1	0.0	14.0	57.0	49.7	3.5
20	Porvenir	#####	###	####	3.0	0.0	13.7	66.0	50.0	2.6
21	SanBernardo	#####	###	####	3.0	1.7	13.0	66.7	53.3	3.3

D.M.S. (Alpha =0.05)**1495.5****8.9****2.9****0.17****4.79****2.55****17.8****13.9****0.95**

Anexo 4.- Resumen de las correlaciones entre los componentes del rendimiento y el rendimiento en las localidades donde se llevó a cabo la evaluación del EIME 97.

Localidad	Variables	Rendimiento	Peso panículas	No panículas
Rapaco	Rendimiento			
	Peso panículas	0.85 ***		
	No panículas	0.69 ***		
	Long. panículas	0.27 **		
	Excursión	0.46 ***		0.43 ***
	Peso cien granos	n.s		
	Roya	0.23 **		
	Floración	0.42 ***	0.63 ***	0.67 ***

Localidad	Variables	Rendimiento	Tallos	Plantas
Zamorano	Rendimiento			
	Peso panículas	0.95 ***	0.64 ***	
	No panículas	0.74 ***	0.89 ***	0.65 ***
	Long. panículas	n.s		
	Excursión	n.s		
	Peso cien granos	n.s		
	Roya	n.s		
	Floración	n.s		
Tallos	0.65 ***			

* significativo al 0.05

** significativo al 0.1

*** significativo al 0.0001

Anexo 4.- Resumen de las correlaciones entre los componentes del rendimiento y el rendimiento en las localidades donde se llevó a cabo la evaluación del EIME 97.

Localidad	Variables	Rendimiento	Plantas	N _o panículas
Cholulteca	Rendimiento			
	Peso panículas	0.99 ***		
	N _o panículas	0.47 ***	0.40 ***	0.65 ***
	Long. panículas	0.36 **		
	Excursión	n.s		
	Peso cien granos	0.22 **		
	Roya	n.s		
	Floración	0.5 ***	0.51 ***	0.69 ***
Tallos			0.45 ***	

Localidad	Variables	Rendimiento	Tallos	Plantas
Jutiapa	Rendimiento			
	Peso panículas	0.80 ***		0.49 ***
	N _o panículas	0.47 ***	0.44 ***	0.99 ***
	Long. panículas	n.s		
	Excursión	n.s		
	Peso cien granos	n.s		
	Roya	n.s		
	Floración	n.s		
Tallos				

* significativo al 0.05

** significativo al 0.1

*** significativo al 0.0001