

| | |
|------------|---------|
| MICROFIS: | 1584 |
| FECHA: | 4/II/91 |
| ENCARGADO: | Bucera |

EVALUACION DE GERMOPLASMA DE MAIZ AMARILLO
EN EL VALLE DE EL ZAMORANO, HONDURAS

Por

Martín Leal Plata

Tesis presentada
como requisito previo a la
obtención del título
de Ingeniero Agrónomo

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

Abril - 1988

BIBLIOTECA WILSON POPENDE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 153
TEGUCIGALPA HONDURAS

EVALUACION DE GERMOPLASMA DE MAIZ AMARILLO
EN EL VALLE DE EL ZAMORANO, HONDURAS

Por

Martin Leal Plata

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana
permiso para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para los usos que considere necesarios.
Para otras personas y otros fines, se reservan
los derechos de autor.

Martin A. Leal Plata.

Martin Leal Plata

Abril - 1988

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a Dios quien siempre ésta conmigo, de manera muy especial a mis padres Jorge y Haydeé por su gran apoyo, cariño y comprensión, a mis hermanos Jorge y Carol como muestra de mi cariño y aprecio, a toda mi querida familia especialmente a mis abuelitas Delia e Inés, y tía María; así como a mis apreciables padrinos Don Luis Cordova y Doña Carmen G. de Cordova, a la Srta Ana Carolina Castillo con todo mi corazón, a mis queridos amigos: David Moreira, Juan Carlos López, Pedro Calderón, Carlos Leyva, Carlos .Martinez, Jaime Guerrero, Samuel Bográn, Sidney López, Julio Batres, Ricardo Trochez, Claudia Reyes, Victor Asfura, Oswaldo Varela y demás compañeros con los cuales hemos compartido nuestra amistad en todos estos años.

AGRADECIMIENTO

A mi querida Escuela Agrícola Panamericana (E.A.P), Por haberme brindado la oportunidad de cursar dentro de sus nuevos planes de estudio la carrera de Ingeniería, de la cual siempre estaré orgulloso.

Agradezco al Comité de Profesores de la E.A.P por sus consejos y amplio asesoramiento en el desarrollo del presente trabajo y de manera muy especial al Dr. Leonardo Corral, por su valiosa ayuda y apoyo a través de todo el trabajo realizado.

Así patentizo mi agradecimiento al Dr. Juan José Alán, por su colaboración prestada en el desarrollo del mismo, al Agr. Héctor Castillo por su ayuda en la ejecución del ensayo, y al mismo tiempo a todo el personal del Departamento de Agronomía por las facilidades prestadas.

Agradezco al Ministerio de Recursos Naturales por el financiamiento de mis estudios de Ingeniería.

TABLA DE CONTENIDO

| | PAG. |
|---|------|
| Título | i |
| Aprobación | ii |
| Derechos de autor | iii |
| Dedicatoria | iv |
| Agradecimiento | v |
| Tabla de contenido | vi |
| Lista de cuadros | vii |
| I. INTRODUCCION | 1 |
| II. REVISION DE LITERATURA | 3 |
| III. MATERIALES Y METODOS | 19 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSION | 28 |
| V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 46 |
| VI. RESUMEN | 48 |
| VII. LITERATURA CITADA | 52 |

LISTA DE CUADROS

| | PAG. |
|---|------|
| Cuadro 1. Producción, superficie y rendimiento de maíz en Honduras de 1980 a 1986. | 4 |
| Cuadro 2. Composición química proximal promedio del maíz. | 7 |
| Cuadro 3. Análisis de suelos. Departamento de Agronomía, Laboratorio de Suelos, 1987. | 19 |
| Cuadro 4. Condiciones meteorológicas que imperaron durante el desarrollo del experimento en la Estación Experimental de El Zamorano, 1987. | 20 |
| Cuadro 5. Cuadrados medios de las variables, altura de planta, altura de mazorca, ubicación relativa de la mazorca (URM) Y coeficiente de desgrane, del ensayo de evaluación de variedades de maíz amarillo, 1987. | 29 |
| Cuadro 6. Medias y otras estadísticas de las variedades para las características días a floración, altura de planta, altura de mazorca, ubicación relativa de la mazorca (URM) y coeficiente de desgrane del ensayo de evaluación de variedadesde maíz amarillo, 1987. | 30 |
| Cuadro 7. Separación de las medias de las variedades para la característica días a floración, de acuerdo con la Prueba del Rango Múltiple de Duncan al 5% de probabilidad. | 31 |
| Cuadro 8. Separación de las medias de las variedades para la característica altura de planta, de acuerdo con la Prueba del Rango Múltiple de Duncan al 5% de probabilidad. | 33 |
| Cuadro 9. Separación de las medias de las variedades para la característica altura de mazorca, de acuerdo con la Prueba del Rango Múltiple de Duncan al 5% de probabilidad. | 34 |

| | |
|--|----|
| Cuadro 10. Separación de las medias de las variedades para la característica ubicación relativa de la mazorca (URM), de acuerdo con la Prueba del Rango Múltiple de Duncan al 5% de probabilidad. | 35 |
| Cuadro 11. Cuadrados medios de las variables número de plantas, número de mazorcas, índice de proliferación y rendimiento del ensayo de evaluación de variedades de maíz amarillo, 1987. | 37 |
| Cuadro 12. Medias y otras estadísticas de las variedades para las características número de plantas, número de mazorcas, índice de proliferación y rendimiento del ensayo de evaluación de variedades de maíz amarillo, 1987. | 39 |
| Cuadro 13. Separación de las medias de las variedades para la característica de rendimiento, de acuerdo con la Prueba del Rango Múltiple de Duncan al 5% de probabilidad. | 40 |
| Cuadro 14. Matriz de correlaciones simples (n=44) entre las variedades evaluadas en el ensayo de maíz amarillo en la EAP, 1987. | 42 |
| Cuadro 15. Porcentaje de proteína cruda en el grano de variedades de maíz amarillo y blanco. Laboratorio de Nutrición de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 1987. | 44 |

1. INTRODUCCION

El maíz es el alimento básico de mayor importancia en Honduras debido a que se adapta bien por ser originario de América. Es la fuente más importante de proteínas y calorías y tiene gran aceptación en Honduras y en casi todos los países de América. El maíz representa uno de los más grandes recursos naturales del continente americano.

En las dos últimas décadas, la producción mundial de maíz ha aumentado a razón de 3.5% anual, lo que representa un incremento mayor que la producción de trigo y arroz. En los países en desarrollo la mayor parte del incremento en la producción de maíz puede atribuirse a la expansión del área cultivada, con incrementos promedios de 1.1% por año (CIMMYT, 1981).

En Honduras se emplea el maíz blanco casi exclusivamente para fabricar tortillas. La razón de esto es que el gusto general del país favorece este tipo de grano y se supone que entre más blancas sean las tortillas es mejor su calidad.

El maíz amarillo es usado esporádicamente por la industria harinera del maíz cuando el maíz blanco es escaso.

El uso de variedades de grano amarillo en un alto porcentaje, aproximadamente el 90% son para consumo animal (fabricación de concentrado) y 10% para alimentación humana (Ferrera, comunicación personal).

Las variedades de grano amarillo en Honduras se usan más que todo para la alimentación animal (cerdos y aves), por su mayor contenido de vitamina A y caroteno.

Para la dieta humana a nivel de pequeño agricultor estas variedades de grano amarillo son utilizadas sobre todo en la zona sur y en algunas partes de la zona norte de Honduras. La producción de este grano no es muy significativa; a nivel comercial en Honduras, no se cultivan muchas variedades de grano amarillo.

La falta de variedades mejoradas de maíz amarillo que reúnan buenas características de producción con relación a las variedades comerciales de grano blanco, hace que sea muy importante evaluar germoplasma de maíz amarillo y tender a producir variedades e híbridos de grano amarillo en Honduras.

Los objetivos del presente trabajo fueron: evaluar el comportamiento agronómico de germoplasma de maíz amarillo de diferentes procedencias, autofecundar plantas de los materiales más promisorios con la finalidad de obtener la generación S₁ (primera generación de autofecundación) para trabajos futuros y comparar mediante un análisis proximal materiales blancos y amarillos en términos de contenido de proteína.

II. REVISION DE LITERATURA

Importancia del cultivo de maiz

Según la Dirección General de Técnicas Agropecuarias (1983), el trigo, maíz, arroz y sorgo, dominan la producción agrícola mundial, por que directa o indirectamente, son los más importantes proveedores de carbohidratos, constituyéndose así en una fuente barata de calorías indispensables para el adecuado funcionamiento del organismo humano.

El maíz, representa uno de los alimentos de mayor consumo popular, sobre todo en el continente americano de donde es originario. El maiz es también materia prima básica del sector agroindustrial.

El maiz es el cultivo que a nivel mundial presenta la producción más alta después del trigo. De acuerdo con datos de la FAO (1985) la producción mundial de maiz superó a la de arroz. La gran capacidad de adaptación del maiz hace que se lo cultive en las condiciones más variadas, desde los 35° latitud sur hasta los 45° latitud norte y desde el nivel del mar hasta altitudes de más de 2800 metros (Aldrich y Leng, 1974 ; Gamboa, 1980).

Importancia del cultivo del maíz en Honduras y a nivel Centro Americano.

Según La Secretaría de Recursos Naturales (1976), el cultivo del maíz ocupa un lugar primordial entre los cereales cultivados en Honduras. Su mayor uso se concentra en la alimentación humana, con algún porcentaje destinado a la industria y a la alimentación animal.

Para recalcar la importancia de este cultivo en Honduras, a continuación se presentan las producciones, superficies y rendimientos de 1980 a 1986 (Cuadro 1):

Cuadro 1. Producción, superficie y rendimiento de maíz en Honduras de 1980 a 1986.

| Año | Producción (miles de t) | Superficie (miles de ha) | Rendimiento t/ha |
|------|----------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 1980 | 361.2 | 339.2 | 1.06 |
| 1981 | 438.8 | 338.6 | 1.29 |
| 1982 | 402.0 | 271.8 | 1.47 |
| 1983 | 487.3 | 330.4 | 1.47 |
| 1984 | 552.4 | 342.3 | 1.61 |
| 1985 | 415.4 | 355.8 | 1.16 |
| 1986 | 397.1 | 301.6 | 1.31 |

Fuente: (SECPLAN, datos no publicados)

En Honduras el maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo tradicional y el principal en la alimentación tanto humana como animal.

El grano de esta gramínea se utiliza de acuerdo por las necesidades del país que lo produce; se lo utiliza en la industria, en la elaboración de concentrado para la alimentación de animales y principalmente en la alimentación humana en diversas formas de consumo.

En Centroamérica y otros países, el maíz constituye la base de la alimentación. Estudios realizados por el Instituto de Centro América y Panamá (INCAP) reportan que el consumo de este cereal aporta diariamente como valor promedio hasta el 69% de la ingesta calórica y el 58% de la proteínica (Bressani, 1972).

Dos puntos son muy claros, primero que el consumo de maíz disminuye de Guatemala a Panamá, y segundo que la ingestión del maíz es mayor en las áreas rurales que en el sector urbano. En Guatemala, El Salvador y Honduras, el maíz constituye la mayor proporción de alimento ingerido en el sector rural, siendo por lo tanto, el más importante proveedor de nutrimentos a la dieta (Bressani, 1972).

Según encuestas realizadas por el INCAP, la contribución del maíz a la ingestión diaria en Honduras es de 812 calorías por día y de 19.1 gramos de proteína por día (Bressani, 1972). La dieta que consume la mayoría de la población rural latinoamericana consiste principalmente de maíz y frijol, en la proporción de 72% de maíz, 8% de frijol y otros cultivos (Bressani, 1977).

* Importancia del maíz amarillo

El maíz amarillo es una buena fuente de precursores de la vitamina A. El caroteno crudo, que es precursor de la vitamina A, esta compuesto de diferentes tipos de caroteno y criptoxantinos, sustancias que son convertidas en vitamina A

en el cuerpo del animal (FAO, 1953).

La presencia de los pigmentos amarillos o carotenoides en el maíz está influenciado por lo menos por 117 loci separados. Estos, no necesariamente trabajan juntos en la planta, que se ve afectada por un sin número de relaciones genéticas y de desarrollo, además de la interacción con el medio ambiente (Coe y Neuffer, 1977).

Sin embargo, el efecto en el endosperma es fácilmente identificable por la coloración característica que toma esta estructura. A pesar de la presencia de genes modificadores, polen proveniente de plantas homocigotas para color amarillo de grano, manifiestan su efecto al polinizar plantas con genes para color blanco de grano. A esto se denomina efecto de xenia (Singleton, 1967). En una serie de 19 variedades de maíz amarillo el valor promedio encontrado de vitamina A fue de 5 a 7.7 U.I./g. En una serie posterior de 22 muestras el valor promedio fue de 5.8 U.I./g. La composición del caroteno crudo es de 38% de caroteno y 62% de criptoxantinas. Los precursores de la vitamina A están concentrados en la capa pigmentada del endosperma (FAO, 1953).

El maíz amarillo difiere de otros cereales por su relativamente alto contenido de precursores de la vitamina A. Recientes investigaciones han mostrado que estos carotenoides poseen mayor disponibilidad nutritiva que otros productos vegetales investigados, el maíz blanco no contiene

una cantidad apreciable de carotenoide (FAO, 1953).

Los resultados analíticos representativos de dos tipos de maíces de Guatemala se muestran en el Cuadro 2 (Bressani, 1972).

Cuadro 2. Composición química proximal promedio del maíz.

| | Blanco | Amarillo |
|-----------------|--------|----------|
| Materia seca | 84.1 | 87.8 |
| Extracto etéreo | 4.83 | 3.53 |
| Nitrógeno | 1.29 | 1.34 |
| Proteína | 8.06 | 8.37 |
| Fibra cruda | 1.58 | 1.33 |
| Cenizas | 1.28 | 1.08 |
| Carbohidratos | 70.04 | 73.86 |
| Carotenos, mg% | ---- | 0.30 |

En general los valores indican que el maíz es un alimento de bajo contenido de proteína total; pero alto en carbohidratos, características que lo colocan, como a otros cereales, entre las fuentes excelentes de energía.

El contenido de aminoácidos de la proteína del maíz normal es más o menos constante y presenta una baja concentración de dos aminoácidos esenciales: lisina y triptófano (Aldrich y Leng, 1974 ; Bressani, 1972).

Recopilación de algunos ensayos de evaluaciones de maíz amarillo en Honduras

A partir de 1963 se han realizado ensayos con variedades de maíz sembrados en la fincas de los agricultores. La zonas donde fueron sembrados los ensayos y

de donde se tienen datos son: Zona noroeste, que abarca los Departamentos de Cortés, Santa Bárbara, Copán, Atlántida y Yoro; Zona de Olancho; Zona Sur, que abarca los Departamentos de Choluteca y Valle; y Zona Central, que comprende los Departamentos de Francisco Morazán, Comayagua y el Paraíso.

El objetivo primordial de estos ensayos es obtener información sobre la adaptabilidad zonal de variedades. Entre las variedades de maíz amarillo que se evaluaron fueron PD(MS)6(NICARILLO) y Amarillo Salvadoreño (Franco, 1967).

Los maíces amarillos tuvieron importancia económica especialmente en la zona noroeste en donde se obtuvieron rendimientos de 4,143 y 4,922 kg/ha con la variedad PD(MS)6. En comparación, la variedad Amarillo Salvadoreño produjo 3,616 y 4,681 kg/ha. En Olancho se obtuvieron rendimientos similares a los de zona noroeste (Franco, 1967).

Según la Secretaría De Recursos Naturales (1981), el Proyecto de Maíz, realizó en la región Norte durante el año agrícola 1979-1980, actividades tendientes a la obtención de variedades mejoradas para resolver los problemas agronómicos que limitan la producción y la productividad del maíz. En años recientes se ha dado énfasis a la investigación a nivel de finca con el propósito de muestrear en el límite de las posibilidades las respuestas de las variables investigadas

(variedades, niveles de fertilización, etc.) en los diferentes ambientes agroecológicos que existen en la región. Entre algunas variedades e híbridos de maíz amarillo que se evaluaron en la región Norte fueron Serena Amarillo con una producción de 6,200 kg/ha, Pichilingue 7827 con una producción de hasta 5,880 kg/ha y Guaymas A-501 con una producción de 6,800 kg/ha.

El Proyecto Piloto de Maíz y Frijol (PROMYF) tuvo la tarea de desarrollar una nueva metodología de comprobación y transferencia de tecnología con pequeños y medianos agricultores. El objetivo principal fue el de incrementar los rendimientos de los cultivos de maíz y frijol en forma acelerada, para posteriormente proyectar estas experiencias a nivel nacional. Se agruparon ensayos en los Municipios de Danli, El Paraíso, Jacaleapa y San Matías, localizados en el Departamento del Paraíso, región oriental de Honduras. Se evaluaron diferentes variedades e híbridos de grano amarillos. Algunas variedades que se evaluaron fueron Pioneer X-306-B, Poza Rica 74-35, Guaymas Va-501, Nicarillo, donde se alcanzaron producciones entre los 4,000-, 5000 kg/ha (Alvarado y Osorio, 1980).

En la zona de Olancho en el año 1973 se hizo una evaluación de introducciones blancas y amarillas de maíz, en la cual se obtuvo buenos rendimientos con algunos materiales amarillos. Algunos de estos fueron: Desarrural A-502, Desarrural A-501, Nicarillo, Compuesto amarillo 180, Pioneer

X-306-A y otros. Los rendimientos fluctuaron entre 6,800 y 8,800 Kg/ha (Caceres, 1973).

En Diancho, se realizaron varios ensayos en junio de 1981, para evaluar diferentes variedades de maíz tanto blanco como amarillo. Entre el material amarillo evaluado estuvo variedad ICTA A-4 que tuvo una producción de 4,700 kg/ha (Aguilar y Lopez, 1983).

En la actualidad se realizan diferentes ensayos con la finalidad de seleccionar variedades mejoradas que tengan buena adaptabilidad y buena capacidad de producción.

Evaluaciones que se realizan en las pruebas de adaptación

Para seleccionar una variedad en las pruebas de adaptación de nuevos materiales introducidos en una región o nuevos genotipos experimentales, el fitomejorador toma en cuenta varias características. Estas características fenotípicas tienen relación con el ciclo de vida de la planta, la altura de planta y mazorca, resistencia o tolerancia a enfermedades e insectos, resistencia al acame y el potencial de rendimiento y sus componentes. La expresión de estos fenotipos, más algún aspecto cualitativo como el color del grano, que tiene influencia en el uso final de ese material, pueden determinar la aceptación por los agricultores de una nueva variedad o híbrido.

La importancia de estas características y su relación agronómica se describe brevemente a continuación.

Días a floración

Este dato es el período, expresado en número de días, desde la siembra hasta cuando un 50% de las plantas en la parcela se encuentran liberando polen. Como tal, días a floración es una medida de relativa precocidad de un genotipo.

El maíz es una planta originalmente de días cortos, es decir que la floración estimulada por el acortamiento en la duración del día, o más bien por el alargamiento en la duración de la noche.

La temperatura también influye en la expresión de esta característica (Mitchel, 1970 ; Salisbury y Ross, 1978). Maíces fotosensibles sembrados fuera de época y de la zona de adaptación, se desarrollan vegetativamente y alcanzan alturas de 4-5 m. Su ciclo de vida, si llega a completarse, puede durar cerca de un año.

Días a floración aparentemente está determinada por la acción de genes múltiples con efectos principalmente aditivos. Sin embargo, uno o más genes mayores pueden afectar grandemente la expresión de esta característica.

Actualmente muchas de las variedades e híbridos que se siembran en Centroamérica y otras regiones, son sensibles al fotoperíodo. Algunos materiales como las variedades Honduras Planta Baja y HB-104 florecen entre los 54 y 56 días y otras, como los híbridos Dekalb B-833, H-27 y la variedad Sintético Tuxpeño III florecen entre los 64 y 68 días. En

general, los genotipos que florecen temprano presentan plantas cortas, mientras que aquellos que florecen tardíamente presentan plantas más altas. Se ha reportado una correlación positiva y altamente significativa entre días a floración y altura de planta (Corral et al., 1985).

Los genotipos muy precoces, normalmente tienden a presentar menor potencial de producción, pero pueden escapar a periodos de estrés hídrico y al ataque de plagas y enfermedades.

Altura de planta y altura de mazorca

En varias evaluaciones realizadas en la Escuela Agrícola Panamericana, con diferentes variedades e híbridos comerciales y experimentales, la altura de planta fluctuó entre 214 y 222 cm (Corral et al., 1985).

Las variedades de plantas altas tienden a producir mazorcas más grandes y por consiguiente presentarán mayores rendimientos. Sin embargo, con variedades de plantas pequeñas el efecto anterior se puede compensar incrementando la densidad de siembra (Poehlman, 1965).

Daniel y Gardner (citados por Harville et al., 1978) han demostrado que el mayor componente de la varianza, tanto de altura de planta como de altura de mazorca, se debe a efectos aditivos y de dominancia. La interacción interalélica o epistasis se ha reportado ser de poca importancia. Sin embargo, algunos genes mayores afectan

grandemente la expresión de altura de planta y mazorca.

El gene br, por ejemplo, determina la presencia de internudos cortos especialmente debajo de la mazorca. Esto hace que la ubicación relativa de la mazorca, que se obtiene al dividir la altura de mazorca para la altura de planta, tiende hacia un valor igual o inferior a 0.5 . Estas plantas semiananas que aportan el gene br, u otros genes con efectos similares, son más resistentes al acame, pero aparentemente este tiene efectos negativos sobre el rendimiento. Esto último se podría compensar con siembras a densidades más altas (Coe y Neuffer, 1977 ; Josephson y Kincer, 1977).

A pesar que las dos características, altura de planta y altura de mazorca, tienen una alta correlación positiva (Corral et al., 1985), mediante selección se puede alterar la ubicación relativa de la mazorca (Harville et al., 1978 ; Josephson y Kincer, 1977).

Como se indicó, genotipos con una ubicación relativa baja de la mazorca presentan resistencia al acame. Sin embargo, los rendimientos de estos genotipos son inferiores. Esto podría atribuirse a que las hojas cercanas a la mazorca se encuentran más sombreadas que en genotipos con ubicación relativa alta de la mazorca. Se ha demostrado que las hojas más cercanas a la mazorca contribuyen en mayor proporción al llenado del grano (Edmeades et al., 1979).

Desde el punto de vista de la cosecha, si ésta es manual, se facilita con genotipos que tengan una mazorca a

baja altura. Si la cosecha es mecánica, se facilita si la ubicación relativa de la mazorca es alta, ya que así hay menos material para la combinada.

Número de plantas y mazorcas cosechadas

El número de plantas cosechadas puede indicar varias cosas en un ensayo. Si la calidad de la semilla empleada es baja por condiciones de manejo o por características genéticas propias, el número de plantas por parcela va a ser bajo. Un número bajo de plantas puede también indicar mayor susceptibilidad a insectos del suelo y patógenos. Es importante conocer la causa de un número bajo de plantas, para tomar las medidas correctivas del caso. Si un número bajo de plantas se debe a otras razones diferentes a las propias del genotipo de la planta, entonces se justifica el empleo de métodos estadísticos, como covarianza por ejemplo, para corregir los datos (Steel y Torrie, 1980). En la producción de maíz en las últimas décadas, la tendencia ha sido la siembra de plantas con capacidad de producción de una sola mazorca. Sin embargo las plantas prolíficas (más de una mazorca) tienen un potencial de producción más alto ya que el número de mazorcas es un componente de rendimiento.

Por su efecto en el rendimiento, la tendencia actual en algunas áreas es el desarrollo de variedades e híbridos prolíficas. Para evaluar esta característica en el maíz se toma el índice de proliferación, que resulta de dividir el

número de mazorcas para el número de mazorcas de plantas. En todo caso, la heredabilidad de ésta característica es relativamente baja y por lo tanto su expresión es muy afectada por el medio ambiente, en especial por la densidad de siembra (Aldrich y Leng, 1974).

Moll y Stuber (citados por Sorrels et al., 1979), reportaron después de seis ciclos de selección recurrente recíproca recurrente que el incremento en rendimiento estaba acompañado por un incremento en el número de mazorcas.

La herencia de la fecundidad y relación de desarrollo de mazorcas múltiples a intervalos de tiempo entre las etapas del desarrollo de las estructuras reproductivas fueron estudiadas en tres diferentes experimentos usando métodos de análisis genético cuantitativo y cualitativo (Sorrels et al., 1979).

Lonquist (citado por Sorrels et al., 1979), encontró que la selección masal para fecundidad en una variedad era más efectiva para incrementar el rendimiento que la selección por rendimiento per se. La producción de híbridos con tendencia a la prolificidad (mazorcas múltiples) pueden compensar el menor tamaño de las mazorcas (Poehiman, 1965).

Coefficiente de desgrane

Es una medida de la relación entre el peso del grano y el peso total de la mazorca, sin las brácteas que lo protegen. De acuerdo con Córdova (1982) este coeficiente es

alrededor de 0.8 . Sin embargo, puede existir gran variación entre variedades por diferencias en el tamaño y peso del grano y tamaño del raquis de la mazorca (olote) . Puede también encontrarse variación dentro de una misma variedad por efecto de condiciones diferentes de cultivo. Estréses hídricos y la falta de nutrimentos interfieren con el número de granos y llenado de grano. En este caso, el coeficiente de desgrane será menor que cuando las condiciones de desarrollo de las plantas fueron óptimas. Por lo señalado, el coeficiente de desgrane es una variable importante que puede dar luz sobre las causas de variación inter e intravarietal.

Reacción a plagas y enfermedades

La reacción a plagas y enfermedades es una característica muy importante en las pruebas de adaptación de nuevos genotipos.

En el caso del maíz, por ser un cultivo extensivo, la producción no puede depender de controles fitosanitarios. La mejor forma de combate de insectos y en especial de enfermedades es mediante el empleo de resistencia o tolerancia genética.

Aunque en algunos casos se ha encontrado resistencia genética por causa del efecto de uno o dos genes mayores, más han sido los casos en los que genes múltiples han estado involucrados (Ullstrup, 1977). Genes o factores múltiples

controlan la reacción a virus , royas, carbones, tizones, etc. Igualmente, se ha reportado resistencia al barrenador del tallo (Diatragá sp.), al gusano elotero (Heliiothis zea) e incluso a condiciones abióticas adversas (Coe y Neuffer, 1977).

Para estas manifestaciones de resistencia se han reportado acciones genéticas aditiva, dominante, sobredominante e incluso epistática (Coe y Neuffer, 1977).

La importancia de la reacción genética a factores bióticos proviene de los efectos generales sobre las plantas de maíz. Estos efectos van desde la pudrición de semilla, raíces, plántulas y daño al área fotosintética hasta pudriciones del tallo y mazorca. Las pérdidas resultan por muerte o por acame de las plantas, e interferencia con el llenado del grano. Tanto la cantidad como la calidad del producto cosechado se ven afectados.

Autofecundación

Una línea pura de maíz se produce mediante autofecundación y selección, hasta que se obtienen plantas altamente homocigotas. Esto requiere de cinco a siete generaciones. Como el maíz tiene polinización cruzada, debe controlarse la polinización en cada generación. Los estigmas deben polinizarse aplicando a mano el polen colectado en las propias panojas (Poehlman, 1945).

El maíz híbrido es la primera generación de una cruce

entre líneas autofecundadas. La producción del maíz híbrido involucra la obtención de líneas autofecundadas, la determinación de cuáles de las líneas autofecundadas pueden combinarse en cruzas productivas y la utilización comercial de las cruzas para la producción de semilla. El propósito de las autofecundaciones es fijar caracteres en condición homocigótica, con objeto de que las líneas se puedan conservar sin que sufran cambios genéticos. Los híbridos más productivos provienen de cruzas entre líneas autofecundadas más fuertes y más vigorosas (Poehlman, 1965).

La planta autofecundada en general se denomina S_0 y la progenie obtenida por autofecundación de ésta planta se denomina S_1 (primera generación autofecundada). La segunda generación S_2 y así sucesivamente. La técnica de autofecundación requiere atención cuidadosa para evitar cruzamiento natural (Poehlman, 1965).

III. MATERIALES Y METODOS

Ubicación del ensayo y características del área

El presente trabajo se realizó en la Escuela Agrícola Panamericana, situada en el Valle del Río Yeguaré, al este de Tegucigalpa, Honduras, durante los meses de junio a septiembre de 1987.

La Escuela Agrícola Panamericana, se encuentra localizada a una altitud de 800 metros sobre el nivel del mar, a una latitud norte de 14°00' N y a una longitud oeste de 87°02' W.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados de los análisis del suelo del área experimental.

Cuadro 3. Análisis de Suelos. Departamento de Agronomía, Laboratorio de suelos, 1987.

| | |
|--------------------|------------------------|
| % Arena | 50 |
| % Limo | 26 |
| % Arcilla | 24 |
| Textura | Franco arcillo arenoso |
| % Nitrógeno | 0.2 |
| % Materia Orgánica | 3.26 |
| ppm P | 25 |
| ppm K | 144 |
| pH KCL | 5.4 |

En el Cuadro 4 se presentan los datos de precipitación, y temperaturas máximas y mínimas durante los meses del ensayo.

Cuadro 4. Condiciones metereológicas que imperaron durante el desarrollo del experimento en la Estación de El Zamorano, 1987.

| Meses | Temperatura (°C) | | Precipitación (mm) |
|------------|------------------|--------|--------------------|
| | Maxima | Minima | |
| Junio | 28.40 | 20.31 | 160.5 |
| Julio | 27.40 | 19.66 | 196.7 |
| Junio | 28.68 | 19.44 | 133.9 |
| Septiembre | 28.87 | 19.40 | 220.4 |
| Promedio | 28.59 | 19.70 | 177 |

Materiales genéticos empleados

Se usaron materiales obtenidos en la Escuela Agrícola Panamericana y otras localidades. los materiales genéticos empleados en este experimento fueron:

- | | |
|----------------------|--------------------------------|
| 1. INIAP - 526 | Banco de Germoplasma de la EAP |
| 2. INIAP - 527 | Banco de Germoplasma de la EAP |
| 3. Pichilingue - 504 | Banco de Germoplasma de la EAP |
| 4. XL - 670 | Banco de Germoplasma de la EAP |
| 5. Honduras A - 502 | Danli, El Paraíso |
| 6. Criolla | Aldaa San Francisco, Guinope |
| 7. Pioneer - 3204 | Sección de Semillas de la EAP |
| 8. Danli A - 101 | Danli, El Paraíso |
| 9. Criolla | Moroceli, Francisco Morazán |
| 10. Serena Amarillo | Sección de Semillas de la EAP |
| 11. Felix Wany | Valle del Rio Yeguare |

Labores de campo

El terreno se preparó mediante una arada y dos pases de rastra.

La fecha de siembra fue el 7 de junio de 1987. la siembra se hizo a mano, depositando tres semillas cada 50 cm en surcos separados a 80 cm. Antes de la etapa V3 (tercera hoja), se realizó un raleo dejando únicamente dos plantas por postura. La densidad aproximada que se obtuvo fue de 50,000 plantas por hectárea.

La fertilización se hizo en base de las recomendaciones a partir del análisis de suelo (Cuadro 3) y consistió de las cantidades equivalentes a 120 kg/ha de nitrógeno (N) y 35 kg/ha de fósforo (P). La primera aplicación al momento de la siembra se hizo con un fertilizante de la fórmula 18-46-0 para suplir todo el fósforo recomendado. La segunda aplicación se efectuó a los 30 días de la siembra con urea (46% N), para suplementar lo que faltaba de nitrógeno.

En relación con el combate de malezas se efectuó con cultivadoras manuales y con azadón, a los 35 y 50 días desde la siembra.

Se hicieron tres aplicaciones de insecticida: la primera a la siembra con Furadan 10% (carbofuran) en una dosis de 10 kg/ha para combatir insectos del suelo, la segunda y tercera aplicación con Lannate (methomil) en una dosis de 0.4 kg/ha para combatir el gusano cogollero (Spodoptera frugiperda). Para la aplicación de Lannate se

utilizó 15 cc de adherente (Adsee - 775).

La cosecha se realizó a mano el 30 de Septiembre de 1987. Se quitó las brácteas (tusa) a las mazorcas de cada parcela para tomar el peso de campo, después se desgranó las mazorcas y se tomó el peso del grano del ensayo.

Diseño Experimental

El diseño experimental empleado fue el de bloques completos al azar (BCA) con 11 tratamientos (genotipos) y cuatro ^{repeticiones} repeticiones. La parcela experimental consistió de cuatro surcos de 5 m de largo y separados a 80 cm entre ellos. La distancia entre posturas de dos plantas fue de 50 cm, para un total de 22 plantas por surco. El área útil, que es el área que se cosechó por parcela, fue de ocho metros cuadrados.

Para separar las medias de las variedades probablemente diferentes, se empleó la prueba del Rango Múltiple de Duncan.

Los análisis de varianza de las características en estudio se realizaron mediante el programa de computación MSTAT Versión 4.0 desarrollado por la Universidad Estatal de Michigan. Para esto se utilizó una microcomputadora Standard de 640 Kb de acceso libre de memoria.

Datos tomados

Los datos que se tomaron en este ensayo fueron:

- 1.- Días a floración.
- 2.- Altura de la primera mazorca en centímetros.
- 3.- Altura de planta en centímetros.
- 4.- Número de plantas acamadas.
- 5.- Número de plantas cosechadas por parcela.
- 6.- Número de mazorcas por parcela.
- 7.- Cobertura de la mazorca.
- 8.- Peso de las mazorcas en kilogramos.
- 9.- Peso del grano en kilogramos.
- 10.- Porcentaje de humedad.

La metodología para la toma de estos datos fue la siguiente:

Días a floración

Se contó el número de días a partir de la siembra hasta que el 50% de las plantas de la parcela habían florecido.

Altura de mazorca /

Se efectuó midiendo la altura promedio en cm de cuatro plantas de la parcela útil de cada unidad experimental, se midió desde el nivel del suelo hasta el nudo de la mazorca superior.

Altura de planta)

Se midió la altura promedio en cm de cuatro plantas de la parcela útil de cada unidad experimental, desde el nivel

del suelo hasta la base de la inflorescencia masculina.

Acame de raíz

Se registró el número de plantas acamadas. Se determinó como planta acamada, aquella con una inclinación en un ángulo de 45° ó más, con el suelo.

Acame de tallo

Se registró el número de plantas quebradas o dobladas debajo de la mazorca con una inclinación de 45° ó más con la planta.

Número de plantas cosechadas

Se anotó el número de plantas de los dos surcos centrales hayan tenido o no mazorca.

Cobertura de mazorca

Se anotó el número de mazorcas que presentaron mala cobertura o sea que las brácteas no llegaban a cubrir bien la mazorca.

Peso de campo

Se anotó el peso en kilogramos de las mazorcas cosechadas, sin la tusa (brácteas). Después se realizó el desgrane para tomar el peso del grano.

Aspecto de mazorca

Se utilizó una escala de 1 a 5 donde :

1= Excelente, 2= Muy buena, 3= Buena, 4= Mala, 5= Muy mala

Se le asignó un grado de la escala a las mazorcas cosechadas de cada parcela en conjunto.

Número total de mazorcas

Se anotó el número de mazorcas cosechadas en los dos surcos centrales, también se anotó el número de mazorcas podridas.

Porcentaje de humedad

Se anotó el porcentaje de humedad del grano de cada parcela con base en una muestra de 100 gramos. la prueba se hizo en un aparato marca Steinlite del Laboratorio de Semillas de la EAP.

Rendimiento de grano al 14% de humedad

El rendimiento se estandarizó conforme a la fórmula siguiente :

$PF=PI(100 - \% HI)/(100 - \% HF)$, en donde

PI=Peso del grano en kg por parcela

HI=% de humedad inicial

HF=% de humedad final

PF=Peso del grano en kg ajustado al 14% de humedad.

Trabajo de laboratorio

El análisis químico proximal se realizó en el Laboratorio de Nutrición del Departamento de Zootecnia de la Escuela Agrícola Panamericana, determinándose solamente la proteína cruda por el método de Kjeldahl.

Se analizaron las variedades de grano amarillo incluidas en el experimento y tres variedades de maíz blanco que fueron: K-27, Dekalb B-666 y HB-104. Este material procedió del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana.

El objetivo del análisis proximal fue obtener alguna idea sobre posibles diferencias entre las variedades de grano amarillo del ensayo y variedades de grano blanco, en términos de porcentaje de proteína cruda.

Autopolinizaciones

Con la finalidad de desarrollar líneas puras provenientes de estas poblaciones. Para esto se utilizaron plantas de cada parcela experimental.

El procedimiento para realizar las autopolinizaciones se describe a continuación. Las mazorcas de las plantas que se iban a autofecundar se cubrieron con bolsas de papel parafinado de 6 cm por 15 cm, uno o dos días antes que aparecieran los estigmas. Cuando empezaban a emerger los estigmas se levantó ligeramente la bolsa de papel parafinado y se cortó aproximadamente 2.5 cm de la punta de

la mazorca con una navaja bien afilada. Luego, se cubrió la mazorca inmediatamente con la misma bolsa. Al día siguiente los estigmas habían crecido de 2.5 cm a 3.5 cm formando una especie de brocha uniforme que facilita una buena polinización. En el momento en que se cortó la mazorca se cubrió la panoja con una bolsa de papel. Al día siguiente se colectó el polen en la bolsa que cubría la panoja y se transportó los estigmas. Esto se logró quitando la bolsa que cubría la mazorca para esparcir rápidamente el polen de la bolsa de papel sobre los estigmas. La bolsa que cubría la mazorca se desechó, cubriendo ésta con la bolsa de la panoja y asegurándose de que quede bien fija. En dicha bolsa se anotó los datos relativos a la polinización realizada. Los materiales necesarios para realizar las autopolinizaciones se llevaban en un delantal. Estos son: bolsas para las mazorcas y para las panojas, grapas, navaja y lápiz especial para marcar las bolsas. Después que se polinizó se puso una cinta plástica para identificar la mazorca que fue polinizada y así poder facilitar su cosecha. Se realizaron entre 5 a 15 autopolinizaciones por parcela experimental.

Las mazorcas autopolinizadas se cosecharon y desgranaron individualmente. El grano se guardo en recipientes especiales en el Banco de Germoplasma de la EAP para trabajos futuros.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Días a floración, altura de planta y mazorca y coeficiente de desgrane

En el Cuadro 5 se presentan los cuadrados medios para las características días a floración, altura de planta, altura de mazorca, ubicación relativa de la mazorca y coeficiente de desgrane. Se detectaron diferencias significativas entre variedades para todas las características señaladas, al 1% nivel de significación, excepto para el coeficiente de desgrane. Las medias y otras estadísticas de las variables mencionadas se presentan en el Cuadro 6.

Días a floración

La separación de las medias de las variedades para la característica días a floración, de acuerdo con la Prueba del Rango Múltiple de Duncan, se presentan en el Cuadro 7.

De acuerdo con la información anterior las variedades Danlí A-101, Honduras A-502 e INIAP-527 fueron las que presentaron floración más temprana, diferenciándose significativamente de las variedades Felix Waxy, XL-670 y Berena Amarillo. Como desde la floración hasta la maduración fisiológica la duración en tiempo es similar para muchos genotipos, como afirma Aldrich y Leng (1974), entonces se

Cuadro 5. Cuadrados medios de las variables días a floración, altura de planta, altura de mazorca, ubicación relativa de la mazorca (URM) y coeficiente de desgrane, del ensayo de evaluación de variedades de maíz amarillo, 1987.

| Fuente de variación | G.L | Días a flor | Altura de planta | Altura de mazorca | URM | Coeficiente desgrane |
|---------------------|-----|-------------|------------------|-------------------|-----------|----------------------|
| Repeticiones | 3 | 10.7 ** | 579.06 n.s | 487.11 n.s | 0.002 n.s | 49.44 n.s |
| Variedades | 10 | 7.11 ** | 3060.86 ** | 2904.04 ** | 0.009 ** | 25.11 n.s |
| Error | 30 | 2.35 | 392.11 | 330.84 | 0.003 | 19.36 |
| C.V (%) | | 2.63 | 7.59 | 11.95 | 8.63 | 6.17 |

G.L = Grados de Libertad

C.V = Coeficiente de Variación

** = Significativo al 1% de probabilidad

* = Significativo al 5% de probabilidad

n.s = No significativo

Cuadro 6. Medias y otras estadísticas de las variedades para las características días a floración, altura de planta, altura de mazorca, ubicación relativa de la mazorca (URM) y coeficiente de desgrane del ensayo de evaluación de variedades de maíz amarillo, 1987.

| Tratamientos | Días a flor | Altura planta | Altura mazorca | URM | Coefficiente desgrane |
|--------------------|-------------|---------------|----------------|-----|-----------------------|
| INIAP- 527 | 57 | 235 | 124 | .52 | 70.1 |
| INIAP- 526 | 58 | 257 | 145 | .56 | 73.1 |
| Pichilingue- 504 | 58 | 252 | 140 | .55 | 68.4 |
| XL- 670 | 59 | 255 | 132 | .51 | 66.9 |
| Honduras A-502 | 57 | 221 | 137 | .61 | 71.1 |
| Criolla (Sn Fco) | 58 | 286 | 176 | .61 | 74.1 |
| Pioneer- 3204 | 58 | 248 | 134 | .55 | 73.9 |
| Danli A- 101 | 56 | 235 | 128 | .54 | 70.9 |
| Criolla (Moroceli) | 60 | 291 | 183 | .63 | 72.6 |
| Serena Amarillo | 60 | 279 | 171 | .61 | 73.1 |
| Felix Waxy | 60 | 312 | 205 | .65 | 73.1 |
| Gran media Exp. | 58 | 260 | 152 | .58 | 71.3 |
| Error estandar | .77 | 9.90 | 9.09 | .02 | 2.2 |
| Valor mínimo | 56 | 221 | 124 | .51 | 66.9 |
| Valor máximo | 60 | 312 | 205 | .65 | 74.1 |

Cuadro 7. Separación de las medias de las variedades para la características días a floración, de acuerdo con la prueba del rango múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

| Variedades | Días a floración | |
|-----------------------|------------------|----|
| Felix Waxy | 59.7 | A |
| XL-670 | 59.7 | A |
| Serena Amarillo | 59.7 | A |
| Criolla (Moroceli) | 59.7 | A |
| INIAP-526 | 59.2 | AB |
| Criolla Sn. Francisco | 58.2 | AB |
| Pichilingue - 504 | 58.2 | AB |
| Pioneer - 3204 | 58.0 | AB |
| INIAP - 527 | 57.0 | B |
| Honduras A- 502 | 56.5 | B |
| Danli A- 101 | 56.2 | B |

Las medias seguidas de la misma letra no son diferentes entre sí, según la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

puede indicar que en las condiciones de éste experimento las variedades Danlí A-101, Honduras A-502 e INIAP-527 son los más precoces.

Aunque en éste experimento no se incluyeron materiales de grano blanco, en general comparando con otros ensayos (Corral et al, 1984) éstos materiales amarillos parecen ser más precoces que los de grano blanco. Esta característica podría determinar su adaptación y explotación comercial en regiones en las que las precipitaciones no son abundantes.

Altura de planta, altura de mazorca y ubicación relativa de la mazorca

En los Cuadros 8, 9 y 10 se pueden observar las separaciones de medias entre variedades para las características altura de planta, altura de mazorca y ubicación relativa de la mazorca.

Las variedades más altas en este experimento fueron: Felix Waxy, Criolla (Moroceli) y Criolla (San Francisco). No hubo diferencias estadísticas entre ellas pero fueron significativamente diferentes de las variedades Pichilingue-504, Pioneer A-3204, Danlí A-101, INIAP-527 y Honduras A-502.

Las variedades más altas podrían entrar en sistemas de producción agropecuarios ya que por el mayor follaje que producen serían importantes como proveedores de alimento verde o ensilaje. Se puede notar una alta correspondencia

Cuadro 8. Separación de las medias de las variedades para la característica altura de planta, de acuerdo con prueba del rango múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

| Variedades | Altura de planta (cm) | |
|-----------------------|-----------------------|-----|
| Felix Waxy | 311.7 | A |
| Criolla (Moroceli) | 290.5 | AB |
| Criolla Sn. Francisco | 285.7 | ABC |
| Serena Amarillo | 279.0 | BCD |
| INIAP-S26 | 257.2 | CDE |
| XL-670 | 255.0 | CDE |
| Pichilingue - 504 | 251.7 | DEF |
| Pioneer - 3204 | 247.5 | DEF |
| Danli A- 101 | 235.2 | EF |
| INIAP - 527 | 234.7 | EF |
| Honduras A- 502 | 221.0 | F |

Las medias seguidas de la misma letra no son diferentes entre si, según la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

Cuadro 9. Separación de las medias de las variedades para la característica altura de mazorca, de acuerdo con la prueba del rango múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

| Variedades | Altura de mazorca (cm) | |
|-----------------------|------------------------|----|
| Felix Waxy | 205.0 | A |
| Criolla (Moroceli) | 183.0 | AB |
| Criolla Sn. Francisco | 176.0 | B |
| Serena Amarillo | 171.2 | BC |
| INIAP-526 | 145.2 | CD |
| Pichilingue - 504 | 139.5 | D |
| Honduras A- 502 | 136.5 | D |
| Pioneer - 3204 | 133.7 | D |
| XL-670 | 132.2 | D |
| Danli A- 101 | 128.5 | D |
| INIAP - 527 | 123.5 | D |

Las medias seguidas de la misma letra no son diferentes entre si, según la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

Cuadro 10. Separación de las medias de las variedades para la característica ubicación relativa de la mazorca (URM), de acuerdo con la prueba del rango múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

| Variedades | URM | |
|-----------------------|-----|-----|
| Felix Waxy | .65 | A |
| Criolla (Moroceli) | .63 | AB |
| Criolla Sn. Francisco | .61 | ABC |
| Serena Amarillo | .61 | ABC |
| Honduras A- 502 | .61 | ABC |
| INIAP-526 | .56 | BCD |
| Pichilingue - 504 | .55 | BCD |
| Danli A- 101 | .55 | BCD |
| Pioneer - 3204 | .54 | BCD |
| INIAP - 527 | .52 | CD |
| XL-670 | .51 | D |

Las medias seguidas de la misma letra no son diferentes entre sí, según la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

entre la información contenida en los Cuadros 8 y 9 . Esto se esperaba ya que en general las plantas altas tienen mazorcas altas. Sin embargo, la información del Cuadro 10, en la que se separa las medias de la ubicación relativa de la mazorca, demuestra que aunque la altura de planta está relacionada a la altura de mazorca, la ubicación de ésta no es constante.

La variedad Felix Waxy fue la que presentó la ubicación relativa de mazorca más alta, aunque su media no fue significativamente diferente de las variedades Criolla (Moroceli), Criolla (San Francisco), Serena Amarillo y Honduras A-502. Estas variedades, de acuerdo con la literatura revisada (Josephson y Kincer, 1977) podrían ser propensas al acame, sin embargo en las condiciones de éste experimento no se observaron plantas acamadas.

Coefficiente de desgrane

El coeficiente de desgrane es una variable que relaciona la relativa proporción de peso de grano a peso del raquis de la inflorescencia femenina (olote). Esta relación fue estadísticamente constante entre todas las variedades, aunque se encontró variación con valores máximos y mínimos de 74.1% y 66.9%, respectivamente (Cuadro 6).

Número de plantas, número de mazorcas y rendimiento.

En el Cuadro 11 se presentan los cuadrados medios para

Cuadro 11. Cuadrados medios de las variables número de plantas, número de mazorcas, índice de proliferación y rendimiento, del ensayo de evaluación de variedades de maíz amarillo, 1987.

| Fuente de variación | G.L | Número plantas | Número mazorcas | Índice de proliferación | Rendimiento kg/ha |
|---------------------|-----|----------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|
| Repeticiones | 3 | 12.5 n.s | 72.3 n.s | 0.059 n.s | 4.69x10E ⁴ * |
| Variedades | 10 | 31.24 n.s | 43.82 n.s | 0.019 n.s | 3.51x10E ⁴ * |
| Error | 30 | 21.04 | 28.18 | 0.039 | 1.47x10E ⁴ |
| C.V (%) | | 15.4 | 15.05 | 16.52 | 19.54 |

G.L = Grados de Libertad

C.V = Coeficiente de Variación

* * = Significativo al 1% de probabilidad

* = Significativo al 5% de probabilidad

n.s = No significativo

las características número de plantas por parcela, número de mazorcas por parcela, índice de proliferación (número de mazorcas/número de plantas) y rendimiento. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las variedades para las tres primeras características. Sin embargo, las variedades fueron significativamente diferentes, al nivel del 5% de probabilidad, para rendimiento. Las medias y otras estadísticas de las variables indicadas en el párrafo anterior se presentan en el cuadro 12.

Rendimiento

En el Cuadro 13 se pueden observar las medias de las variedades para rendimiento, en kg/ha y su separación de acuerdo con la Prueba del Rango Múltiple de Duncan al 5%.

La variedad INIAP-526 fue la que presentó el rendimiento más alto, si bien éste no fue significativamente diferente de los rendimientos de las variedades Pioneer-3204, Danli A-101, Pichilingue-504 y otras. Es interesante observar que de éstos genotipos, tres son variedades de polinización abierta y únicamente Pioneer-3204 es una variedad híbrida. Que las variedades de polinización abierta igualen o superen a híbridos comerciales no es un evento aislado y ha ocurrido en muchas evaluaciones de materiales, incluso se ha llegado a sugerir que esto podría determinar un cambio en la dirección de las investigaciones con maíz

Duadro 12. Medias y otras estadísticas de las variedades para la características número de plantas, número de mazorcas, índice de proliferación y rendimiento del ensayo de evaluación de variedades de maíz amarillo, 1987.

| Tratamientos | Número Plantas | Número Mazorcas | Índice proliferación | Rendimiento kg/ha |
|--------------------|----------------|-----------------|----------------------|-------------------|
| INIAP- 527 | 31 | 34 | 1.11 | 6456.7 |
| INIAP- 526 | 34 | 39 | 1.14 | 7536.4 |
| Pichilingue- 504 | 31 | 40 | 1.03 | 6800.3 |
| XL- 670 | 25 | 31 | 1.26 | 5454.8 |
| Honduras A- 502 | 32 | 37 | 1.19 | 6210.7 |
| Criolla (Sn Fco) | 29 | 37 | 1.28 | 5133.5 |
| Pioneer- 3204 | 33 | 37 | 1.12 | 7405.5 |
| Danli A- 101 | 30 | 37 | 1.23 | 7191.4 |
| Criolla (Moroceli) | 27 | 30 | 1.12 | 5398.6 |
| Serena Amarillo | 30 | 36 | 1.19 | 5766.4 |
| Felix Waxy | 27 | 31 | 1.16 | 4937.5 |
| Gran Media Exp. | 30 | 35 | 1.19 | 6208.3 |
| Error Estandar | 2.30 | 2.65 | 0.09 | 606.6 |
| Valor mínimo | 25 | 30 | 1.03 | 4937.5 |
| Valor máximo | 34 | 40 | 1.28 | 7536.4 |

Cuadro 13. Separación de las medias de las variedades para la característica rendimiento, de acuerdo con la prueba del rango múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

| Variedades | Rendimiento kg/ha | |
|-----------------------|-------------------|-----|
| INIAP-526 | 7536.4 | A |
| Pioneer - 3204 | 7405.5 | AB |
| Danli A- 101 | 7191.4 | AB |
| Pichilingue - 504 | 6800.3 | ABC |
| INIAP - 527 | 6456.7 | ABC |
| Honduras A- 502 | 6210.7 | ABC |
| Serena Amarillo | 5766.4 | ABC |
| XL-670 | 5454.8 | BC |
| Criolla (Moroceli) | 5398.6 | BC |
| Criolla Sn. Francisco | 5133.5 | C |
| Felix Waxy | 4937.5 | C |

Las medias seguidas de la misma letra no son diferentes entre sí, según la Prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

(Córdova, 1982). Es además interesante tomar en cuenta que de los cuatro mejores materiales por su rendimiento, tres son introducidos y únicamente Danlí A-101 es un material local. Esto apoya la importancia de realizar pruebas de evaluación de materiales introducidos en comparación con materiales locales.

Correlaciones simples entre las variables estudiadas.

En el Cuadro 14 se presenta una matriz de correlaciones simples entre las diferentes variables analizadas en éste ensayo. Se puede observar que la variable días a floración estuvo positivamente correlacionada con las variables altura de planta y altura de mazorca. Esto concuerda por lo indicado en la literatura en el sentido que las plantas que tienen un mayor desarrollo vegetativo florecen tardíamente (Corral et al., 1985)

Una relación importante y que no se encontró en la literatura es la identificada en éste ensayo entre días a floración y número de mazorcas. El coeficiente de correlación ($r = -0.33$), significativo al 5% de probabilidad.

Esto indicaría que las planta precoces tienden a ser más prolíficas y podría emplearse como un criterio adicional de selección. Sin embargo, como la densidad de siembra en éste ensayo fue igual para todas las variedades éste pudo afectar la expresión de proliferación.

Cuadro 14. Matriz de correlaciones simples (n=44) entre las variables evaluadas en el ensayo de saiz amarillo en la EAP, 1987.

| | VARIABLES | | | | | | | |
|----------------------------|---------------|----------------|---------|-----------------------|----------------|-----------------|----------------------------|-------------|
| | Altura planta | Altura mazorca | U.R.M. | Coefficiente desgrane | Número plantas | Número mazorcas | Coefficiente proliferación | Rendimiento |
| Días a flor | 0.59 ** | 0.53 ** | 0.32 * | -0.18 n.s. | -0.16 n.s. | -0.33 * | -0.22 n.s. | -0.19 n.s. |
| Altura planta | | 0.89 ** | 0.51 ** | 0.21 n.s. | -0.08 n.s. | -0.22 n.s. | -0.17 n.s. | -0.22 n.s. |
| Altura mazorca | | | 0.84 ** | 0.18 n.s. | -0.10 n.s. | -0.23 n.s. | -0.17 n.s. | -0.33 * |
| U.R.M. | | | | 0.10 n.s. | -0.09 n.s. | -0.16 n.s. | -0.12 n.s. | -0.35 * |
| Coefficiente desgrane | | | | | 0.08 n.s. | -0.17 n.s. | -0.19 n.s. | 0.09 n.s. |
| Número plantas | | | | | | 0.60 ** | -0.39 ** | 0.66 ** |
| Número mazorcas | | | | | | | 0.50 ** | 0.49 ** |
| Coefficiente proliferación | | | | | | | | -0.13 n.s. |

n = número de observaciones = 44

* = valor significativo al .05 de probabilidad

** = valor significativo al .01 de probabilidad

n.s. = valor no significativo

Las variedades más pequeñas y de poco desarrollo vegetativo tienen relativamente más espacio que las variedades altas. La característica de proliferación es fuertemente afectada por factores ambientales (Aldrich y Lang, 1974). Lo anterior puede también apoyarse al observar el coeficiente de correlación ($r=-0.39$), significativo al 1%, entre las variables número de plantas y coeficiente de proliferación. Es decir que al haber menos plantas, las plantas sobrevivientes tendieron a producir más mazorcas.

El rendimiento resultó significativa y positivamente correlacionado con las variables altura de mazorca ($r=-0.33$) y ubicación relativa de la mazorca ($r=-0.35$). Este resultado contradice lo reportado por Josephson y Kincer (1977) que en señalar una asociación positiva entre altura de mazorca y rendimiento. En éste ensayo la ubicación relativa de la mazorca fue para todas las variedades superior a 0.5. Es decir que las mazorcas de las variedades en estudio estuvieron ubicadas del centro de la planta hacia arriba (Cuadro 6). Posiblemente los resultados hubieran sido diferentes si se hubiera trabajado con materiales con ubicación de mazorca por debajo del medio de la planta.

La correlación altamente significativa ($r=0.66$) entre rendimiento y número de plantas no es sorprendente, a pesar que no hubo diferencias significativas entre variedades para número de plantas. Esto indica que probablemente parte de las diferencias entre variedades para rendimiento podría

Cuadro 15. Porcentaje de proteína cruda en el grano en variedades de maíz amarillo y blanco. Laboratorio de Nutrición de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, 1987.

| Variedades | Color de grano | Proteína Cruda (%) |
|-----------------------|----------------|--------------------|
| Pichilingue - 504 | Amarillo | 10.73 |
| INIAP-526 | Amarillo | 10.55 |
| Felix Waxy | Amarillo | 10.52 |
| HB- 104 | Blanco | 10.48 |
| Danlí A- 101 | Amarillo | 10.35 |
| Criolla (Moroceli) | Amarillo | 10.07 |
| Serena Amarillo | Amarillo | 10.06 |
| Criolla Sn. Francisco | Amarillo | 10.01 |
| INIAP - 527 | Amarillo | 9.79 |
| Pioneer - 3204 | Amarillo | 9.74 |
| Dekalb B-666 | Blanco | 8.57 |
| Honduras A- 502 | Amarillo | 8.48 |
| H-27 | Blanco | 8.28 |
| XL-670 | Amarillo | 8.09 |

atribuirse a la asociación del número de plantas con esta variable.

Contenido de proteína cruda.

Los resultados proporcionados por el Laboratorio de Nutrición de la EAP, sobre el contenido de proteína cruda de los materiales de éste ensayo y de tres muestras del maíz blanco se presentan en el Cuadro 15.

Si se presume que existe poco efecto, de las condiciones ambientales en las que se desarrollaron las plantas, sobre el contenido de proteína, entonces aparentemente los materiales amarillos tienen más contenido de proteína que los blancos. Sin embargo, esto no pudo demostrarse estadísticamente ya que por los costos involucrados solo fue posible hacer una determinación del contenido de proteína.

Si las diferencias observadas fueron reales, entonces se pensaría en la introducción y cultivo comercial de las variedades INIAP-526 y Pichilingue-504. Estos dos, además del alto contenido de proteína, estuvieron entre los materiales que presentaron los más altos rendimientos.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir de los objetivos y resultados de este experimento se concluye lo siguiente:

1. Existe una considerable variación entre las variedades evaluadas en este ensayo, con respecto a las características estudiadas.
2. Los genotipos que presentaron los rendimientos más altos fueron INIAP-526, Pioneer-3204, Pichilingue-504, Danlí A-101. Las tres variedades de polinización libre tuvieron rendimientos iguales que el híbrido Pioneer-3204.
3. Las variedades INIAP-526 y Pichilingue-504 además de presentar altos rendimientos, tuvieron altos porcentajes de proteína cruda.
4. Las variedades Honduras A-502 y Danlí A-101 demostraron ser precoces. Estas podrían ser seleccionadas por estas características para cultivo comercial en regiones secas. Gracias a su precocidad podrían escapar condiciones de estrés hídrico.
5. Por las correlaciones encontradas entre las características en estudio se podría emplear como criterio de selección para variedades prolíficas, la altura de planta. Sin embargo esta característica puede ser afectada grandemente por la densidad de siembra y otras condiciones ambientales.

Por la información y experiencia ganada en este ensayo se recomienda lo siguiente:

1. Continuar las evaluaciones de material de grano amarillo incluyendo en las pruebas material de grano blanco que sirvan como patrón de comparación.
2. Incrementar la colección de materiales de grano amarillo y probarlos en diferentes localidades con la finalidad de obtener una variedad de buena adaptación y que sea aceptada por los agricultores.
3. Determinar las asociaciones posibles entre las diferentes características, con miras a aumentar los criterios de selección.
4. Evaluar con mayor detenimiento posibles resistencias y tolerancias a insectos y enfermedades.
5. Iniciar experimentos agronómicos con materiales de maíz de grano amarillo para conocer aspectos sobre densidades de siembra, combate de malezas y niveles de fertilización.

VI. RESUMEN

El presente trabajo es un estudio preliminar que puede servir de base para trabajos futuros, con el propósito de encontrar variedades y producir híbridos que tengan buena capacidad de producción y adaptación a la zona o región donde se quieran introducir.

Los objetivos del trabajo fueron evaluar el comportamiento agronómico de germoplasma de maíz amarillo de diferentes procedencias, autofecundar las plantas de los materiales más promisorios con la finalidad de obtener la generación S1 (primera línea de autofecundación) para trabajos futuros y comparar mediante un análisis proximal materiales amarillos y blancos en términos de contenido de proteína.

La siembra del ensayo se efectuó el 7 de Junio de 1987, y la cosecha el 30 de Septiembre del mismo año, con una duración total de 115 días. La densidad de siembra empleada fue de 50000 plantas por hectárea.

Se utilizó diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 11 variedades de maíz amarillo. Estas fueron INIAP-526, INIAP-827, Pichilingua-504, XL-670, Honduras A-502, Criolla (San Francisco), Pioneer-3204, Danlí A-101, Criolla (Moroceli), Serena amarillo y Felix Waxy. La unidad experimental constó de cuatro surcos de 5 m de largo,

espaciados a 80 cm. La distancia entre posturas de dos plantas fue de 50 cm.

Todas las parcelas se fertilizaron con 120 kg/ha de nitrógeno en dos aplicaciones y 35 Kg/ha de fósforo a la siembra. Esto de acuerdo con los resultados del análisis de suelo respectivo. Los insectos se combatieron con Furadán 10% en una dosis de 10 kg/ha incorporado al suelo a la siembra. Combates posteriores se realizaron con Lannate con una dosis de 0.4 Kg/ha.

Las malezas se combatieron mediante deshierbas manuales y se aprovechó la última de éstas a los 35 días para incorporar la segunda dosis de nitrógeno y realizar un aporque.

Las autopolinizaciones se realizaron en la etapa de floración de cada una de las variedades evaluadas, para obtener la generación S1. Estos materiales serán utilizados en estudios futuros.

En atención a los objetivos del experimento se registraron los siguientes datos: días a floración, altura de planta, altura de la primera mazorca, acame, número de plantas por parcela, número de mazorcas cosechadas por parcela, peso de mazorcas, peso de grano, porcentaje de humedad y rendimiento corregido al 14% de humedad y transformado a kilogramos por hectárea.

Con estos datos tomados se crearon otras variables, como se indica a continuación: altura de mazorca sobre

altura de planta (ubicación relativa de la mazorca), peso de grano sobre peso de mazorca (coeficiente de desgrane) y número de mazorcas cosechadas sobre número de plantas en la parcela (índice de proliferación).

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre variedades para casi todas las características estudiadas, con excepción de número de plantas, número de mazorcas, peso de grano sobre peso de mazorca (coeficiente de desgrane) y número de mazorcas sobre número de plantas cosechadas (índice de proliferación). En los casos en que hubo diferencias significativas entre variedades se empleó la prueba del rango múltiple de Duncan para separar las medias.

La variedad INIAP-526 fue la que tuvo el mayor rendimiento, y fue superior en algunas características a las demás variedades evaluadas. Además, hubo otras variedades que también presentaron buenos rendimientos y excelentes características agronómicas. Las variedades criollas fueron las que presentaron los rendimientos más bajos.

De acuerdo con el análisis de correlación simple, las variedades más altas fueron las más tardías y además tendieron a presentar menos mazorcas por planta. El rendimiento estuvo negativamente correlacionado con la altura de la mazorca, lo cual contradice lo reportado en la literatura.

Se encontró una alta correlación positiva entre

rendimiento y número de plantas, lo que llevó a recomendar el empleo de métodos estadísticos para ajustar estas variables. Se realizó un análisis químico proximal en el Laboratorio de Nutrición de la Escuela Agrícola Panamericana. Se determinó únicamente el porcentaje de proteína cruda en el grano de las variedades del ensayo y de tres variedades de grano blanco para comparación. Aparentemente las variedades de grano amarillo tienden a presentar un mayor contenido de proteína que las variedades de grano blanco. Esto fue en especial notorio en las variedades INIAP-526 y Pichilingue-504, que además presentaron altos rendimientos.

VII. LITERATURA CITADA

- ALDRICH, S.R; LENG, E.R. 1974. Producción moderna de maíz. Trad. por Oscar Martínez Teneiro y Patricia Lenguisamón. Buenos Aires. Hemisferio Sur. 308 p.
- ALVARADO, L.; OSORIO, A. 1980. Avances de comprobación de tecnología en maíz. Proyecto Piloto de Maíz y Frijol (PROMYF). Tegucigalpa, Honduras, Secretaría de Recursos Naturales. 23 p.
- AGUILAR, H.A; LOPEZ, G.R. 1982. Epoca crítica de competencia de malezas en el cultivo de maíz, para el área de Sonaguera, Honduras. Trabajo presentado en la reunión del PCCMCA (28.,1982. Costa Rica). San José. Costa Rica. 2V. p 7-20.
- BRESSANI, R. 1977. Mejoramiento de las dietas a base de maíz enriquecido con aminoácidos y proteína suplementarios. in Maíz de alta calidad proteínica. CIMMYT-PURDUE. Compendio de las ponencias presentadas en el Simposio Internacional. Cimmyt-Purdue. Ed. por Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. México, Limusa. pag 41-61.
- BRESSANI, R. 1972. La importancia del maíz en la nutrición humana en América Latina. In Mejoramiento Nutricional del Maíz. Ed. por R. Bressani.; J.E, Braham.; U. Behar. Guatemala, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), L-3. p 5-29.
- CACERES, W.J. 1973. Evaluación de introducciones blancas y amarillas de maíz en Catacamas, Olancho, Honduras. p 44-49.
- COE, E.H.; NEUFFER, M.G. 1977. The Genetics of Corn. In Corn and Corn Improvement. Ed. por G.F, Sprauge. American Society of Agronomy, Inc., Publisher. Madison, Wisconsin, USA. p. 111-223.
- CORRAL, L.; CHANG, J.; HERNANDEZ, D. 1985. Evaluación de variedades de maíz en la Escuela Agrícola Panamericana en 1984. In memoria. XXXI Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras. abril 16-19, 1985.
- CORDOVA, H.S. 1982. Criterios para la evaluación y recomendación de nuevas variedades. in Memoria XXVIII Reunión Anual PCCMCA. San José, Costa Rica, 1982.

- CIMMYT (MEX.) PROGRAMA DE MAIZ. 1981. Informe del CIMMYT. El Batán, México. 141 p.
- EDMEADES, C.O.; FAIREY, N.A.; DAYNARD, T.B. 1979. Influence of plant density on the distribution of C-14 labelled assimilate in maize at flowering. *Plant Sci.* 59: 578-574.
- FAO (ITALIA). 1953. Maize and maize diets. Roma, Italia, s.n. 94p (FAO NUTRITIONAL STUDIES N° 9).
- FRANCO, J.R. 1967. Recomendaciones para siembra de primera según ensayos extensivos de 1963-1966. Tegucigalpa, Honduras. Secretaria de Recursos Naturales, 20 p.
- GAMBOA, A. 1980. La fertilización del maíz. Berna, Suiza. Instituto Internacional de la Potasa. 72 p.
- HARVILLE, B.B.; JOSEPHSON, L.M.; KINCER, H.C. 1978. Diallel analysis of ear height and associated characters in corn. *Crop Science*, 18(2): 273-274 p.
- HONDURAS. SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES. 1981. Informe Anual 1980-1981. San Pedro Sula, Honduras. 50 p.
- HONDURAS. SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES. 1976. Avances del programa de Investigación Agropecuaria. Tegucigalpa, Honduras, Secretaria de Recursos Naturales. 118 p.
- HONDURAS. SECRETARIA DE RECURSOS NATURALES. 1983. Avances de Investigación en el cultivo de maíz del año 1983. Tegucigalpa, Honduras. Secretaria de Recursos Naturales. s.p.
- JOSEPHSON, L.M.; KINCER, H.C. 1977. Selection for lower ear placement in two synthetic populations of maize. *Crop Science*. 17: 499-502.
- MITCHELL, R.L. 1970. Crop growth and culture The Iowa State University Press, Iowa.
- NICARAGUA. DIRECCION GENERAL DE TECNICAS AGROPECUARIAS. 1983. Técnicas para la producción de maíz. Ed. por H. Tapia; J. Garcia, Managua, Nicaragua. 213 p.
- ORDAS, A.; STUCKER, R.E. 1977. Effect of planting density on correlations among yield and its components in two corn. *Crop Science* 17(6): 926-929 p.
- POEHLMAN, J.M. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. México, Limusa-Wiley. p 263-300.

- SALISBURY, F.B.; ROSS C.W. 1978. Plant Physiology. Second Edition. Wadsworth Publishing Company, Inc. Belmont California.
- SINGLETON, W.R. 1967. Elementary Genetics. Second Edition. Van Nostrand, Reinhold. New York, N.Y.
- SORRELS, M.E.; LONQUIST, J.H.; HARRIS, R.E. 1979. Inheritance of prolificacy in maize. *Crop Science* 19 (3): 301-306.
- STEEL, R.G.; TORRIE, L.H. 1980. Principles and Procedures of Statistics. Second edition. Mc Graw-Hill. New York, N.Y.
- ULLSTRUP, A.J. 1977. Diseases of corn. In Corn and Corn Improvement. Ed : G.F. Sprague. American Society of Agronomy, Inc., Publisher. Madison, Wisconsin, USA. ch.8: 391-500.