

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
PROGRAMA RECURSOS GENETICOS NICARAGÜENSES**

TRABAJO DE DIPLOMA

**EVALUACION DE SIETE GENOTIPOS DE MAIZ (*Zea mays* L.) EN CUATRO
LOCALIDADES DE NICARAGUA.**

AUTORA: Br. NINOSKA DEL CARMEN MAYA VEGA.

**ASESORES: Ing. Agr. DANIELE MARINI
Ing. Agr. MC. OSCAR GOMEZ**

**Managua, Nicaragua.
Febrero, 1995.**

DEDICATORIA

A mi MADRE y HERMANOS por sangre, fuerza y sudor.

A la memoria de mi Profesor Edgardo Fuentes Montoya
"Pucho" (q.e.p.d.).

Ninoska Maya Vega.

AGRADECIMIENTO

Como el ciclo de la vida este trabajo involucra muchos componentes para llegar a su conclusión, por lo tanto remito mi más grande reconocimiento a:

Mi profesor, asesor y amigo Ing. Agr. Daniele Marini, quien sentó las bases de este trabajo en mi persona, y al Ing. Agr. MC. Oscar Gómez, a quien debo la feliz conclusión del mismo.

Al Ing. Agr. Mag. Sc. José Dolores Cisne, gran amigo y guía, que compartió conmigo varios de las etapas de este escrito.

A los pequeños productores, que proporcionan el alimento a todo el país, que trabajaron a mi lado y que confiaron en mí al trasmitirme muchos de sus secretos de producción, además de proporcionar en sus pequeñas parcelas un lugar para los ensayos de esta evaluación.

En la Universidad Nacional Agraria, al Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses, por brindarle espacio a mis ensayos y por el apoyo recibido en la toma de los datos; a la Escuela de Producción Vegetal, que me ha permitido laborar como parte de su personal, y muy en especial, al Departamento de Cultivos Perennes que me ha considerado como parte de su estructura y a quien debo gran parte de mi superación y experiencia.

A todos mis amigos y compañeros que se vieron involucrados en este trabajo y que constituyen parte importante de mi vida.

Ninoska Maya Vega.

CONTENIDO

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
CONTENIDO	iii
INDICE DE TABLAS	iv
INDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCION	1
II. MATERIALES Y METODOS	4
2.1. Genotipos.	4
2.2. Ambientes.	6
2.2.1. Localidad Esquipulas (Managua).	7
2.2.2. Localidad Universidad Nacional Agraria (Managua).	7
2.2.3. Localidad Jucuapa Arriba (Matagalpa).	7
2.2.4. Localidad Pancasán (Matagalpa).	8
2.3. Técnica experimental y manejo de los ensayos.	10
2.4. Análisis Estadístico.	14
2.4.1. Análisis de Varianza.	14
2.4.2. Análisis de Estabilidad.	14
III. RESULTADOS	16
3.1. Análisis general.	16
3.2. Análisis de los ambientes.	18
3.3. Análisis de los genotipos.	24
3.4. Análisis de estabilidad modificado.	31
IV. DISCUSIÓN	34
4.1. Análisis general.	34
4.2. Análisis del comportamiento de los genotipos dentro de ambientes.	35
4.3. Análisis del comportamiento de los genotipos entre ambientes.	39
4.4. Análisis de estabilidad modificado.	41
V. CONCLUSIONES	44
VI. RECOMENDACIONES	45
VII. REFERENCIAS	46

INDICE DE TABLAS

	Página
1. Características agronómicas y morfológicas de los materiales genéticos utilizados.	4
2. Descripción de las localidades donde se realizaron los experimentos.	6
3. Valores del cuadrado medio y significancias estadísticas de las variables medidas en los experimentos.	17
4. Análisis de varianza del rendimiento.	18
5. Comportamiento de las variedades e híbrido en la comunidad de Esquipulas.	20
6. Comportamiento de las variedades e híbrido en el programa REGEN.	21
7. Comportamiento de las variedades e híbrido en la comunidad de Jucuapa.	22
8. Comportamiento de las variedades e híbrido en la comunidad de Pancasán.	23
9. Variación de los caracteres morfológicos y de rendimiento del híbrido B-833 y de la variedad NB-6 en las localidades donde se realizaron los experimentos.	27
10. Variación de los caracteres morfológicos y de rendimiento de las variedades NB-12 y Lucrecia en las localidades donde se realizaron los experimentos.	28
11. Variación de los caracteres morfológicos y de rendimiento de las variedades Maicena y Valenzuela en las localidades donde se realizaron los experimentos.	29
12. Variación de los caracteres morfológicos y de rendimiento de la variedad Colorado en las localidades donde se realizaron los experimentos.	30

INDICE DE FIGURAS

	Pagina
1. Precipitación en la Estación Complejo Lázaro Mayorga, 1992 (INETER, 1993)	8
2. Condiciones climatológicas de la Estación El Aeropuerto, 1992 (INETER, 1993)	9
3. Condiciones climatológicas de la Estación de Matiguás, 1980-1991 (INETER, 1993)	9
4. Condiciones climatológicas de la Estación de San Ramón, 1980-1989 (INETER, 1993).	10
5. Respuesta de las variedades locales (Lucrecia, Maicena, Valenzuela y Colorado), mejoradas (NB-6 y NB-12) y del híbrido B-833 en los distintos ambientes evaluados.	32

RESUMEN

En cuatro diferentes localidades de Nicaragua se evaluaron siete genotipos de maíz (*Zea mays* L.): un híbrido (B-833), dos variedades de polinización libre (NB-6 y NB-12) y cuatro variedades criollas (Lucrecia, Maicena, Valenzuela y Colorado) en el ciclo de postrera del año 1992, con el objetivo de analizar las características agronómicas de cada uno de ellos, y comparar el rendimiento de los materiales criollos con respecto a los comerciales o mejorados y determinar su grado de estabilidad al sometérselos a distintas condiciones ambientales y de manejo, según el método de análisis de estabilidad modificado de Hildebrand & Poey. De acuerdo a los resultados se concluyó que el híbrido B-833 superó a todos los genotipos en estabilidad y la variedad criolla Valenzuela se ubicó por encima de las variedades NB-6 y NB-12. A pesar de que no todas las variedades criollas superaron a las comerciales, éstas poseen caracteres que pueden ser utilizados para el mejoramiento de los mismos y por ende aportar a la adaptación de éstos bajo condiciones ambientales específicas.

I. INTRODUCCION

Para el descubrimiento de América el cultivo del maíz (*Zea mays* L.), era el principal cultivo alimenticio de los indígenas. Aun hoy día es la cosecha alimenticia más importante en México, América Central y muchos países de América del Sur (Poelhman, 1983), razón por la cual ha sido el cultivo más estudiado, ya sea en su mejoramiento como en su desarrollo agronómico.

Nicaragua es uno de los países más pobres de América Latina, el nivel de pobreza más bajo se encuentra en la zona rural siendo este sector el que tiene el mayor consumo de maíz como alimento esencial en su dieta, alrededor de 73 formas de consumo según Tapia & Alarcon (1983), situación que hace necesario profundizar los estudios en base a aumentar el rendimiento del cultivo.

Los primeros trabajos de mejoramiento en Nicaragua se hicieron con la colección y evaluación de los diferentes maíces criollos a lo largo de todo el país; sin embargo, se determinó que estos materiales no presentaban las suficientes condiciones para satisfacer las necesidades de aumentar la producción a un menor plazo, por lo que carecían de valor heterocigótico (Pineda, 1982). Esta hipótesis se vino a refutar con Loáisiga (1990), en cuyo trabajo de caracterización de treinta accesiones de maíz concluyó que aún existen materiales nicaragüenses que mantienen variabilidad genética y un cierto grado de pureza en cuanto a sus caracteres.

En la situación actual de la agricultura en Nicaragua, el empeño para el mejoramiento es la obtención de variedades capaces de adaptarse en lugares marginales de cultivo (muy secos o muy húmedos) y con bajos costos de producción. Esto debido a que la mayor parte de la producción proviene de pequeños agricultores con bajos recursos económicos y con la utilización de un sistema de siembra tradicional consistente en siembra al espeque con

ninguna o poca fertilización, poblaciones menores a las 42 000 plantas/ha, en las cuales el uso de variedades mejoradas o híbridos no expresan su verdadero potencial de rendimiento por sus exigencias en cuanto a manejo, fertilidad y clima (Alvarado *et al.*, 1991).

La media del rendimiento en Nicaragua es considerablemente baja, siendo para 1992 de 1 203 kg/ha, (INIESEP, 1993). Según Soto *et al* (1989), esta situación se debe a la falta de disponibilidad de técnicas de manejo de materiales mejorados, lo que contribuye a que la producción de este cultivo dependa muchas veces de genotipos criollos con bajo potencial de rendimiento y características agronómicas indeseables, ya que los productores descartan el uso de variedades mejoradas cuando no tienen capacidad económica para comprar la semilla y adoptar el paquete tecnológico que estas variedades requieren.

Debido a esta situación los agricultores demandan nuevos cultivares que respondan consistentemente a la mayoría de condiciones ambientales. De aquí la necesidad de desarrollar materiales que interaccionen lo menos posible con el medio ambiente, utilizando modelos que permitan la identificación de genotipos estables (Córdoba, 1990).

Los ensayos en la estación experimental a menudo son diseñados para estudiar el efecto "potencial", o máximo, de una tecnología. Las variedades experimentales, por ejemplo son examinadas bajo condiciones que no limitan la expresión de su potencial genético. Este potencial, sin embargo, es medido para una sola localidad: "la estación experimental". Para obtener información más útil, el mismo diseño y análisis puede establecerse en dos o más sitios, en fincas, para medir las "desviaciones del potencial", independientemente, en diferentes

localidades. Este tipo de ensayo es denominado "en sitio específico", que debido a su complejidad y al hecho de que necesitan de un número relativamente grande de tratamientos y repeticiones, se les conduce en un número limitado de localidades (Hildebrand & Poey, 1989).

Preguntas que aún hoy día no han tenido una respuesta verdaderamente convincente son: ¿si en realidad el genotipo local supera al genotipo mejorado en condiciones ambientales difíciles? y, si a pesar de los inconvenientes que tienen las variedades mejoradas, ¿ha sido efectivo el trabajo realizado por los mejoradores, el cual se sostiene en las leyes de la evolución y de la genética? (Marini, 1994).

En base a dar respuesta a estas interrogantes, el presente trabajo tiene como objetivos:

1. Efectuar un análisis de las características agronómicas de los genotipos.
2. Comparar el comportamiento de materiales criollos con respecto a los comerciales, en cuanto la productividad en diferentes condiciones ambientales.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Genotipos.

Los genotipos utilizados en cuatro distintos ambientes fueron un híbrido (B-833), dos variedades de polinización libre (NB-6 y NB-12) y cuatro variedades locales (Lucrecia, Maicena, Valenzuela y Colorado), utilizadas tradicionalmente por los campesinos. En la Tabla 1, se puede observar las características agronómicas de éstos.

Tabla 1. Características agronómicas y morfológicas de los materiales genéticos utilizados.

Caracteres	B-833	NB-6	NB-12	Lucrecia	Maicena	Valenzuela	Colorado
Días a floración	68	56	56	60	50	50	56
Altura de planta (cm)	274	235	235	270	200	250	205
Altura de mazorca (cm)	115	110	110	175	111	158	180
Color de grano	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco
Rendimiento (kg/ha)	4 867-5 516	3 894-4 543	3 569-4 218	2 325	3 634	2 916	3 894
Días a cosecha	135	110 - 115	110 - 115	135 - 140	91	135 - 140	112
Madurez	Tardía	Intermedia	Intermedia	Tardía	Precoz	Tardía	Intermedia

Fuente: MAG (1993).

Los cuatro materiales locales se seleccionaron por considerarse promisorios después de ser caracterizados y evaluados en el programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN), el híbrido y las variedades NB-6 y NB-12 fueron utilizadas como testigos.

B-833: Es un híbrido comercial procedente de la transnacional Dekalb y recomendado para la producción por la Dirección de Semillas del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 1993), para zonas húmedas y en épocas que no exista fuerte presión de achaparramiento, ya que es susceptible a esta enfermedad.

NB-6: La variedad de polinización libre Santa Rosa 8073, conocida comercialmente con el nombre de NB-6, fue generada por el Programa de mejoramiento de maíz para resistencia al achaparramiento. Esta variedad fue obtenida por el método de Selección Recurrente a partir de tres poblaciones de maíz con amplia base genética que fueron cruzadas con materiales provenientes de Cuba y República Dominicana para transferir genes de resistencia al achaparramiento y presentó los más altos niveles de resistencia y mayores atributos agronómicos (Urbina, 1993).

NB-12: Al igual que NB-6, esta variedad fue creada en el mismo Programa y a partir de las mismas poblaciones bases, siendo su resistencia al achaparramiento superior a la anterior.

Lucrecia: Recolectado en Piedra Colorada, San Ramón, Matagalpa y trabajado tradicionalmente por Doña Lucrecia, a quien debe su nombre. Ha sido muy aceptado por los productores de la zona y tiene características de interés para ellos como la longitud y forma de la bráctea.

Maicena: Este material criollo fue recolectado en Madriz, Región I de Nicaragua, luego fue introducido con el número de accesión 197 al Banco de Germoplasma del Programa Recursos Genéticos Nicaragüenses (REGEN), adscrito a la Universidad Nacional Agraria (UNA), en el cual se realizó su evaluación y caracterización.

Valenzuela: Material distribuido por el Señor Valenzuela, quien lo ha venido cultivando y seleccionando en Estelí, este genotipo también ha tenido bastante aceptación entre los productores de este cultivo.

Colorado: Es la generación F_2 del híbrido de NB-6 x Olote Colorado, recolectado en Nueva Segovia. Olote colorado es identificado con el número de accesión 1707 del Banco de Germoplasma del REGEN.

2.2. Ambientes.

Para el presente estudio se eligieron cuatro ambientes con el cuidado de someter los genotipos a distintas condiciones. Las localidades seleccionadas fueron en Managua: Esquipulas y el campo de experimentación del REGEN y en Matagalpa: Jucuapa Arriba y Pancasán.

Un resumen de las características de cada una de las localidades se encuentra en la Tabla 2. En ella podemos notar que los ensayos se establecieron entre los 56 y los 900 msnm, y el tipo de suelo fue predominantemente franco.

Tabla 2. Descripción de las localidades donde se realizaron los experimentos.

Localidad	Altura (msnm)	Suelo	Precipitación (mm)	Latitud Norte	Longitud Oeste
Esquipulas	200	Franco-Arenoso	464	12° 04' 10''	86° 11' 50''
Jucuapa	900	Franco-Arenoso	1 019	12° 50' 00''	85° 58' 06''
REGEN	56	Franco-Arenoso	473	12° 08' 36''	86° 09' 49''
Pancasán	304	Franco-Arcill.	1 264	12° 49' 54''	85° 28' 00''

Fuente: INETER (1993).

Las condiciones climáticas merecen gran importancia para este tipo de estudio por lo que a continuación se detallarán estas características para cada una de las localidades.

2.2.1. Localidad Esquipulas (Managua).

Los datos pluviométricos utilizados para esta localidad fueron los de la Estación Complejo Lázaro Mayorga, del año 1992. Se acumuló durante el ciclo del cultivo un total de 464 mm lo que se considera dentro del rango óptimo para establecimiento del cultivo en el trópico (Jugenheimer, 1990), (ver Figura 1).

2.2.2. Localidad Universidad Nacional Agraria (Managua).

Esta localidad ha sido considerada de poca pluviosidad, sin embargo, para 1992 hubo una precipitación acumulada durante el ciclo del cultivo de 473 mm, manteniendo así una cierta similitud con la localidad 1 (ver Figura 2). Datos tomados de la estación El Aeropuerto A. C. Sandino.

2.2.3. Localidad Jucuapa Arriba (Matagalpa).

Para esta localidad se utilizaron los datos meteorológicos de la estación de Matiguás por ser ésta la más cercana a ella. Históricamente se ha observado en el período de primera, una precipitación de 1 019 mm, aproximadamente; a pesar de esta consideración, el invierno de 1992 estuvo por debajo del promedio notándose la diferencia con los ambientes anteriores (Figura 3).

2.2.4. Localidad Pancasán (Matagalpa).

Considerada muy húmeda, pero carece de estación meteorológica, razón por la cual se utilizaron los datos de la estación de San Ramón. Esta zona presenta un promedio de 1 616 mm en diez años y para la época de primera 1 264 mm, mostrando que casi el total de la precipitación anual está acumulada en este período (ver Figura 4).

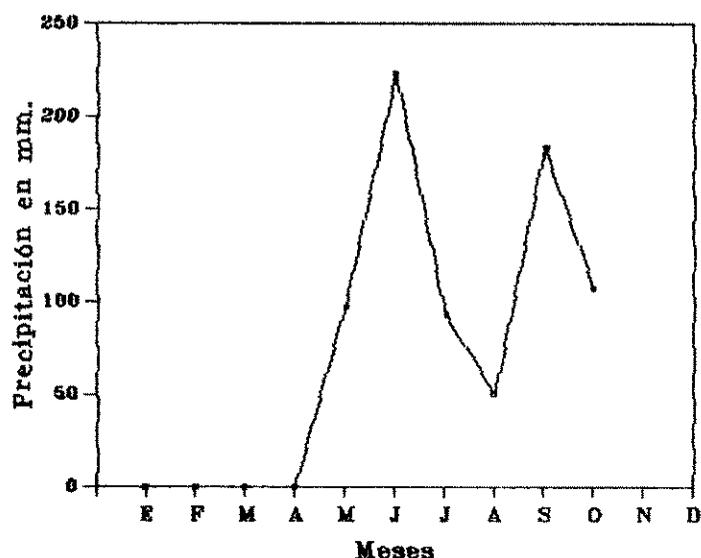


Figura. 1. Precipitación en la Estación Complejo Lázaro Mayorga, 1992 (INETER, 1993).

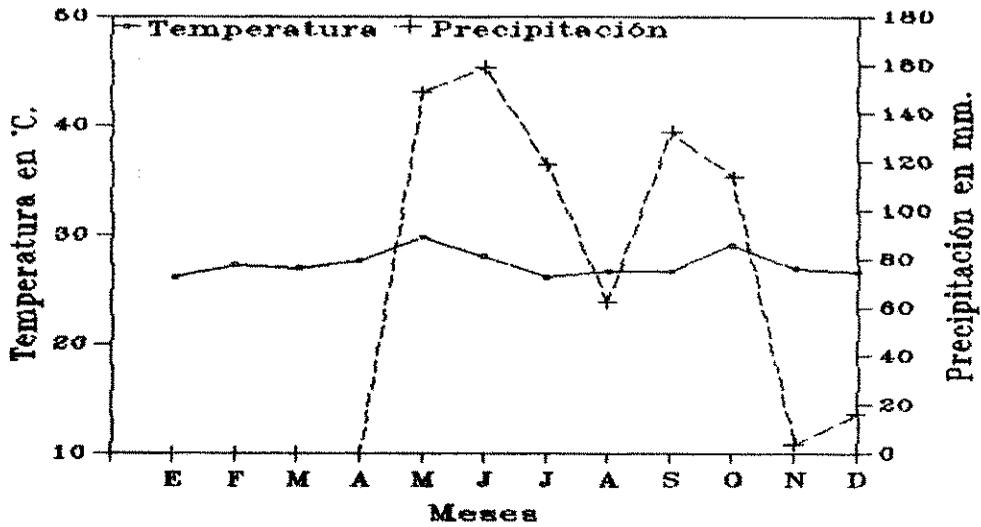


Figura. 2. Condiciones climatológicas de la Estación El Aeropuerto A. C. Sandino, 1992 (INETER, 1993).

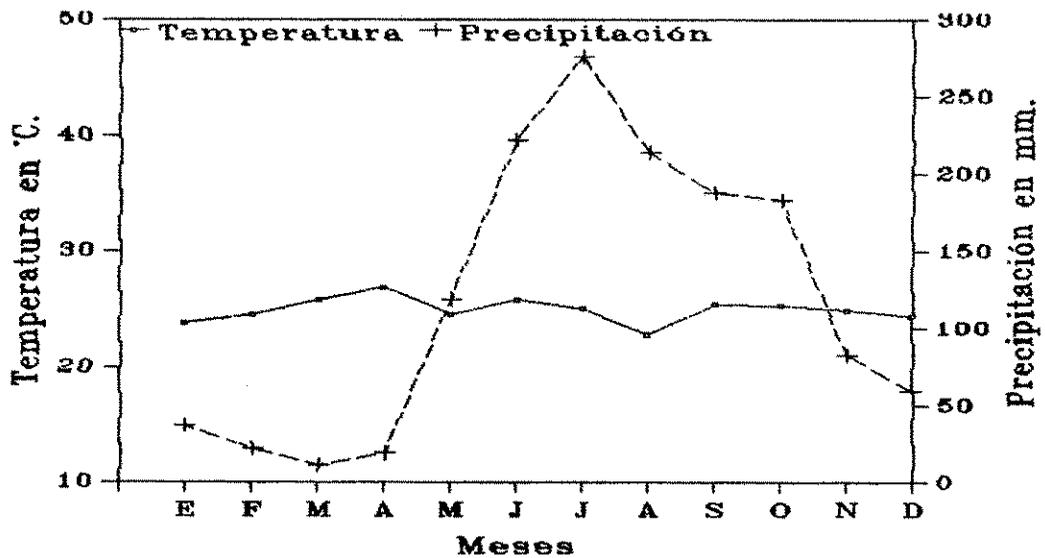


Figura. 3. Condiciones climatológicas de la Estación de Matiguás, 1980-1991 (INETER, 1993).

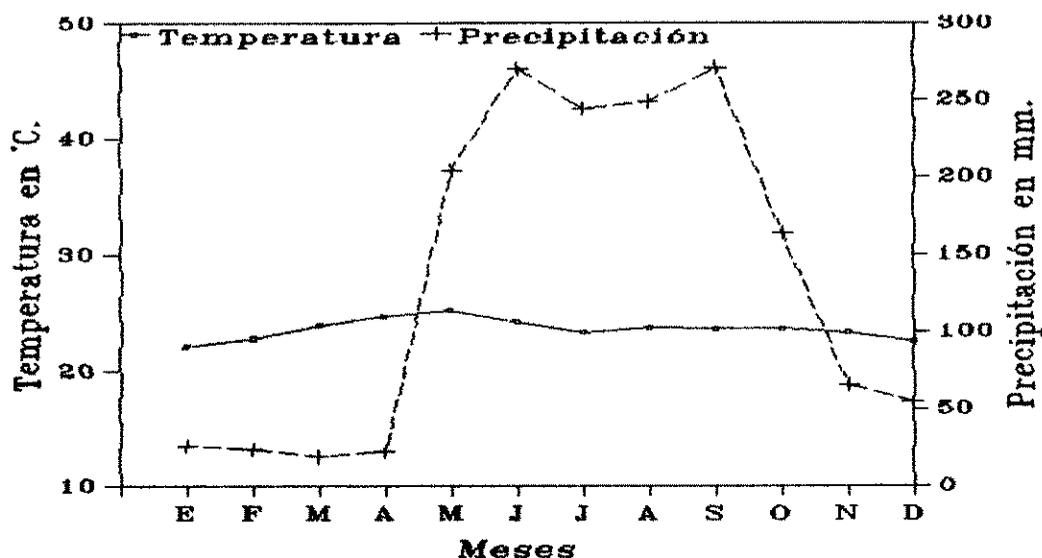


Figura. 4. Condiciones climatológicas de la Estación de San Ramón, 1980-1989 (INETER, 1993).

2.3. Técnica experimental y manejo de los ensayos.

Los ensayos se establecieron según los criterios propuestos en el método de Análisis de Estabilidad Modificado de Hildebrand & Poey (1989).

La preparación del terreno se realizó con arado de bueyes en las localidades de Esquipulas y Jucuapa Arriba; en la localidad REGEN se utilizó una cultivadora de escardillos, habiéndose dado un sólo pase en las tres localidades con una distancia entre surco de 0.75, 0.8 y 0.75 m, respectivamente. En Pancasán se estableció el cultivo con la técnica conocida como "tala-roza-quema".

La siembra se efectuó de forma manual, colocando 3 semillas por golpe a una distancia aproximada de 0.3 m. Para el caso de Pancasán la siembra fue al espeque y con distancias mayores, (aproximadamente 1 m entre surco y 0.7 m entre plantas), según lo acostumbrado por los productores de la zona.

Al momento de la siembra se aplicó Urea 46 % y fertilizante completo de la fórmula 10-30-10 a razón de 64.9 y 129.8 kg/ha, respectivamente, en Esquipulas, Jucuapa Arriba y REGEN. A los 25 días después de la siembra (dds) se realizó la segunda fertilización nitrogenada con Urea 46 % en dosis de 64.9 kg/ha junto con la labor de aporque. Esta práctica no se realizó en Pancasán debido al método de siembra utilizado, considerando que la fertilidad del suelo era alta.

El control de plagas no fue en extremo necesaria porque ninguno de los ensayos fue altamente atacado por plagas. Sin embargo, en Esquipulas se presentó una baja incidencia de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* J. E. S) que fue controlada con 9.7 kg/ha de ponix (Volaton). En el REGEN se aplicó al momento de la siembra carbofuran (Furadan 5G) 19.5 kg/ha para el control de plagas de suelo, considerando que esta localidad ha sido más afectada por plagas de este tipo.

EL control de malezas utilizado fue manual en el período crítico, antes del cierre de calle en todas las localidades, adicionándose en el REGEN una aplicación de 1.5 l/ha de pendimentalín (Prowl) al momento de la siembra debido a la alta incidencia de malezas en esta localidad.

La cosecha se realizó de forma manual a la madurez fisiológica del cultivo y según el ciclo de madurez de cada una de las variedades.

En todos los ambientes se utilizó el diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. La parcela experimental estuvo constituida por ocho surcos de 6 m de largo y, como parcela útil, se tomó un área de 10 m².

Para efectos de análisis se estudiaron las siguientes variables:

- Altura de planta: se midió en centímetros sobre el eje principal a partir del punto de inserción de las raíces hasta la base de la espiga.
- Altura de inserción de mazorca: se tomó en cuenta la distancia comprendida desde el punto de inserción de las raíces hasta el nudo donde se produce la yema axilar que da lugar a la mazorca. Luego se aplicó la fórmula:

$$\frac{\text{Altura de inserción de mazorca} \times 100}{\text{Altura de planta}}$$

para determinar en lugar donde se encuentra la mazorca en la planta, el cual se expresa en porcentaje.

- Area de hoja: para poder determinar esta variable se utilizó la fórmula de Montgomery (Reyes, 1985), para la cual se midió en milímetros el largo de la hoja desde el punto de unión de la lámina foliar con la vaina hasta el ápice y, el ancho de la misma en el centro de hoja de extremo a extremo; luego estos dos valores se multiplicaron por la constante 0.75 (factor de forma) y se expresó en milímetros cuadrados.
- Longitud de bráctea: se determinó a partir de la base junto al pedúnculo, hasta el ápice en el exterior de la mazorca en milímetros.
- Longitud de pedúnculo: se consideró la distancia entre el borde inferior del nudo en donde se origina la mazorca y la base de ésta, en milímetros.
- Longitud de mazorca: se tomó la distancia comprendida entre la base del pedúnculo hasta su ápice, en milímetros.

- Diámetro de mazorca: se cortó la mazorca por el centro transversalmente y se midió desde la corona de un grano hasta la corona del grano opuesto, en milímetros.
- Peso de la mazorca: se obtuvo el peso de cinco mazorcas por parcela y se sacó el promedio en gramos.
- Número de hileras en la mazorca: se contó en la zona próxima al centro, debido a que es la zona donde se mantiene la orientación embrionaria.
- Número de granos por hilera: se contaron los granos de una hilera desde la base hasta el ápice de la mazorca.
- Peso de grano: después de desgranadas las mazorcas se tomó el peso del grano en gramos para determinar la proporción del grano en éstas.
- Peso de olote: se pesó en gramos el olote desgranado.
- Diámetro máximo de olote: en la zona central del olote se midió en milímetros.
- Diámetro mínimo de olote: se tomó el diámetro en milímetros del raquis.
- Rendimiento: se pesó la cantidad de granos cosechados de las plantas comprendidas en la unidad experimental (parcela útil); para determinar este valor se expresó en kilogramos por hectárea después de llevar el grano hasta el 15 % de humedad.

Por cada variable se tomaron los datos de cinco mazorcas por parcela y luego se determinó el promedio para el análisis de las mismas.

2.4. Análisis Estadístico.

2.4.1. Análisis de Varianza.

El análisis de varianza se efectuó utilizando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System), mediante el procedimiento ANOVA de análisis de varianza. Para la realización del mismo se dividió en tres partes: análisis general (todos los genotipos en todos los ambientes), en el cual se determinó la interacción genotipo*ambiente para cada una de las variables, luego se hizo el análisis por ambiente para ver el comportamiento de todos los genotipos dentro de cada uno de los ambientes y, por último el análisis por genotipo, en el cual se trataron de conocer las variaciones de cada uno de los genotipos dentro de todos los ambientes; todos estos análisis se hicieron según lo establece Martínez (1988), y se aplicó la prueba de separación de medias de Duncan al 0.05 %.

2.4.2. Análisis de Estabilidad.

Análisis de estabilidad modificado (Hildebrand & Poey, 1989).

El análisis de estabilidad modificado considera una serie de ensayos manejados por los propios agricultores, utilizando variedades mejoradas en comparación con variedades locales. Este modelo trata de una simplificación del modelo de Eberhart & Russell (Marini *et al*, 1993), su ventaja consiste en someter las variedades a diferentes manejos agronómicos. La sola fuente de variación bajo control del experimentador son las variedades. Este modelo está diseñado positivamente para evaluar las variedades de acuerdo a sistemas de cultivo con bajos costos y bajos ingresos junto a sistemas más tecnificados. Las variedades resultan más o menos aptas de acuerdo al sistema implementado.

Este análisis se efectuó entre materiales de diferente constitución genética para determinar el comportamiento de estos genotipos en distintos ambientes con el propósito no sólo de identificar la variedad de más alto rendimiento, sino, de considerar también características agronómicas de interés para los productores.

Las prácticas agronómicas usadas por los agricultores fueron respetadas. El objetivo primordial de la evaluación de variedades en fincas fue el de conocer el verdadero potencial bajo las condiciones del agricultor, se evitó el manejo especial que trata de duplicar el de la estación experimental.

El rendimiento de cada una de las variedades se relacionó con el ambiente, mediante regresión lineal simple, basado en la siguiente ecuación:

$$\hat{i}_i = a + be$$

donde :

\hat{i}_i = rendimiento de la i -ésima variedad,

e = índice ambiental, que es el rendimiento promedio de todas las variedades en cada localidad.

Se calculó, independientemente para cada variedad, la ecuación de regresión y se relacionó en un mismo gráfico el rendimiento de cada una de éstas con respecto al índice ambiental, para efectuar una comparación visual de las variedades.

III. RESULTADOS

3.1. Análisis general.

Según los valores del cuadrado medio, es decir, de la varianza, se apreciaron diferencias altamente significativas en el comportamiento de la mayoría de los caracteres en las distintas localidades a excepción de altura de inserción de mazorca, longitud de brácteas, longitud de mazorca, peso de mazorca y peso de grano; mientras que los genotipos no difirieron en longitud de pedúnculo, longitud de mazorca, diámetro máximo de olote y diámetro mínimo de olote. En cuanto a la interacción genotipo*ambiente sólo longitud de bráctea, número de hileras en la mazorca y el rendimiento demostraron un valor significativo, lo que se puede comprobar en la Tabla 3.

En la Tabla 4, se presenta el análisis de varianza para el rendimiento, pudiéndose observar que tanto los ambientes (localidades) como los genotipos manifestaron diferencia altamente significativa, además de indicar que la interacción genotipo*ambiente mostró valores significativos con un coeficiente de variación del 24.75 %.

Tabla 3. Valores del cuadrado medio y significancias estadísticas de las variables medidas en los experimentos.

FV	GL	ALTURA DE PLANTA (cm)	ALTURA DE INSERCIÓN MAZORCA (%)	AREA DE HOJA (mm ²)	LONGITUD DE BRACTEA (mm)
LOCALIDAD	3	7198.95 **	25.44 ns	3725135673 **	354.70 ns
GENOTIPO	6	13214.19 **	350.22 **	645953113 **	740.22 **
BLOQUE	3	237.69 ns	225.00 ns	22442225 ns	388.35 ns
GEN*LOC	18	308.88 ns	149.50 ns	111151629 ns	643.70 *
C.V. %		7.90	16.25	13.18	9.75

FV	GL	LONGITUD DE PEDUNCULO (mm)	LONGITUD DE MAZORCA (mm)	DIAMETRO DE MAZORCA (mm)	PESO DE MAZORCA (g)
LOCALIDAD	3	329.38 *	76.05 ns	105.62 **	98.68 ns
GENOTIPO	6	212.47 ns	176.60 ns	40.87 **	4213.21 **
BLOQUE	3	236.44 ns	79.29 ns	2.01 ns	966.74 ns
GEN*LOC	18	97.82 ns	50.28 ns	7.48 ns	584.14 ns
C.V. %		19.45	8.46	6.81	23.43

FV	GL	NUMERO DE HILERAS	NUMERO DE GRANOS POR HILERA	PESO DE GRANO (g)	PESO DE OLOTE (g)
LOCALIDAD	3	26.09 **	101.03 **	338.19 ns	268.84 **
GENOTIPO	6	7.16 **	22.05 *	2212.12 **	397.20 **
BLOQUE	3	0.58 ns	4.70 ns	529.21 ns	261.12 **
GEN*LOC	18	2.77 *	8.86 ns	279.87 ns	21.94 ns
C.V. %		8.51	10.18	24.79	25.01

FV	GL	DIAMETRO MAXIMO DE OLOTE (mm)	DIAMETRO MINIMO DE OLOTE (mm)	RENDIMIENTO (kg/ha)
LOCALIDAD	3	46.27 **	4.57 **	24095200.8 **
GENOTIPO	6	8.84 ns	2.09 ns	4926163.5 **
BLOQUE	3	10.54 ns	2.86 ns	430488.8 ns
GEN*LOC	18	4.13 ns	1.24 ns	1706862.1 **
C.V. %		10.05	12.16	24.75

Tabla 4. Análisis de varianza del rendimiento.

FV	GL	SC	CM	FC	SIGNIFICANCIA
LOCALIDAD	3	72285602.4	24095200.8	42.83	**
GENOTIPO	6	29556981.0	4926163.5	8.76	**
BLOQUE	3	1291466.5	430488.8	0.77	ns
GEN*LOC	18	30723517.7	1706862.1	3.03	**
ERROR	81	45568938.7	562579.5		
C.V (%)	24.75				

3.2. Análisis de los ambientes.

Este análisis permite conocer el comportamiento de los genotipos en los distintos ambientes. De esta manera, en la Tabla 5, para Esquipulas, se puede confirmar que sólo la longitud de la mazorca, el diámetro de mazorca, el número de granos por hileras, y el diámetro máximo y mínimo de olote no variaron de manera significativa en su expresión con respecto a los genotipos; mientras que para el resto de los caracteres se observa que los genotipos mostraron un comportamiento diferenciado. El híbrido B-833 superó al resto de variedades en longitud de pedúnculo (71.15 mm), peso de mazorca (163.65 g), peso de grano (127.25 g) y peso de olote (35.65 g). La variedad NB-12 obtuvo el mejor porcentaje en cuanto a altura de inserción de mazorca (50.61 %), una mayor área foliar (70 654 mm²) y el rendimiento promedio (4 689 kg/ha). Mientras que para caracteres como altura de planta, longitud de bráctea y número de hileras en la mazorca la variedad Lucrecia mostró los mejores valores.

En el programa REGEN (Tabla 6) con excepción de longitud de mazorca, número de granos por hilera y peso de grano; las variables estudiadas presentaron un comportamiento diferenciado entre genotipos, siendo el híbrido B-833 el que mostró los valores mayores para 10 de 15 caracteres evaluados, a saber: área

foliar (69 565 mm²), longitud de pedúnculo (66.25 mm), longitud de mazorca (164.9 mm), diámetro de mazorca (47.85 mm), peso de mazorca (152.35 g), número de granos por hilera (30), peso de olote (34.3 g), diámetro máximo y mínimo de olote (26.4 y 10.6 mm, respectivamente) y rendimiento (3 185.5 kg/ha).

En Jucuapa, a como se muestra en la Tabla 7, los materiales estudiados difirieron en cuanto a altura de planta, altura de inserción de mazorca, área foliar, longitud de bráctea, peso de mazorca, número de hileras, número de granos en la hilera, peso de grano, peso de olote y rendimiento. Al igual que en las localidades anteriores el híbrido B-833 mostró valores altos para la mayoría de los caracteres indicados, sobresaliendo en cuanto a área foliar (77 369 mm²), longitud de mazorca (161.1 mm), peso de mazorca (161.75 g), peso de grano (128.95 g), peso de olote (35.25 g) y diámetro mínimo de olote (11.3 mm), en comparación con el resto de genotipos para las variables restantes, la variedad NB-12 mostró una mayor tendencia en cuanto a rendimiento total (4 911.5 kg/ha). Las variedades tradicionales en término promedio mostraron un mejor comportamiento con relación a altura de planta y longitud de bráctea al compararlas con las variedades mejoradas y el híbrido.

Por último, en Pancasán, los caracteres altura de planta, altura de inserción de mazorca, área foliar, diámetro de mazorca, número de granos por hilera y rendimiento no tuvieron el mismo comportamiento entre los materiales estudiados (Tabla 8). La altura de planta fue mayor para Lucrecia (271.85 cm), altura de inserción de mazorca, para Valenzuela (72.65 %) y área foliar, para Colorado (89 280 mm). Con relación al rendimiento, en esta localidad la variedad tradicional Lucrecia manifestó el mayor rendimiento (3 434.20 kg/ha); aunque éste, con excepción de la variedad Maicena (1 074.20 kg/ha), no difirió significativamente al compararlo con el resto de materiales.

Tabla 5. Comportamiento de las variedades e híbrido en la Comunidad de Esquipulas.

CARACTER	GENOTIPO						
	B-833	NB-6	NB-12	LUCRECIA	MAICENA	VALENZUELA	COLORADO
ALTURA DE PLANTA (cm)	234.75 b	209.40 b	231.00 b	278.75 a	222.50 b	266.55 a	229.05 b
ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA (%)	54.68 ab	72.49 a	50.61 b	64.59 ab	55.45 ab	62.20 ab	55.21 ab
AREA POLIAR (mm ²)	64 274 ab	59 459 b	70 654 a	64 600 ab	49 898 c	70 174 a	65 479 ab
LONGITUD DE BRACTEA (mm)	180.70 ab	173.40 b	183.00 ab	205.20 a	185.20 ab	201.90 ab	190.15 ab
LONGITUD DE PEDUNCULO (mm)	71.15 a	52.45 b	57.90 ab	56.35 ab	61.20 ab	52.85 b	58.35 ab
LONGITUD DE MAZORCA (mm)	161.55 a	152.80 a	155.25 a	151.40 a	150.70 a	154.50 a	153.40 a
DIAMETRO DE MAZORCA (mm)	45.50 a	44.00 a	44.65 a	44.25 a	41.10 a	43.00 a	43.75 a
PESO DE MAZORCA (g)	163.65 a	129.20 ab	128.00 ab	102.20 b	106.65 b	135.55 ab	126.05 ab
NUMERO DE HILERAS	15.30 ab	13.60 c	14.20 bc	15.90 a	12.30 d	14.50 bc	14.00 c
NUMERO DE GRANOS POR HILERA	31.80 a	31.10 a	28.45 a	27.65 a	27.35 a	30.05 a	28.95 a
PESO DE GRANO (g)	127.25 a	104.60 ab	104.40 ab	83.70 b	91.60 ab	108.40 ab	100.85 ab
PESO DE OLOTE (g)	35.65 a	22.90 bc	23.25 bc	19.50 bc	15.00 c	26.05 b	24.65 bc
DIAMETRO MAXIMO DE OLOTE (mm)	25.85 a	26.25 a	26.65 a	26.35 a	23.90 a	25.60 a	25.75 a
DIAMETRO MINIMO DE OLOTE (mm)	11.70 a	10.00 a	10.95 a	9.85 a	9.90 a	10.55 a	9.70 a
RENDIMIENTO (kg/ha)	4 333.70 ab	3 257.20 abcd	4 689.00 a	1 903.20 d	3 581.70 abc	2 546.20 cd	3 014.20 bcd

Cantidades con la misma letra no difieren estadísticamente al 0.5 % de probabilidad (Duncan).

Tabla 6. Comportamiento de las variedades e híbrido en el Programa REGEN.

CARACTER	GENOTIPO						
	B-833	NB-6	NB-12	LUCRECIA	MAICENA	VALENZUELA	COLORADO
ALTURA DE PLANTA (cm)	214.65 ab	189.15 bc	191.60 bc	242.10 a	172.70 c	231.40 a	200.15 bc
ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA (%)	54.41 c	56.30 bc	56.61 bc	62.98 a	55.28 bc	60.52 ab	56.38 bc
ÁREA FOLIAR (mm ²)	69 565 a	53 652 bc	46 060 bc	54 210 bc	43 139 c	57 235 b	50 202 bc
LONGITUD DE BRÁCTEA (mm)	198.05 ab	170.60 b	178.10 ab	208.50 a	174.70 b	167.20 b	174.10 b
LONGITUD DE PEDUNCULO (mm)	66.25 a	54.50 ab	52.15 ab	51.70 ab	55.05 ab	48.80 b	61.40 ab
LONGITUD DE MAZORCA (mm)	164.90 a	155.40 a	147.20 a	152.25 a	155.65 a	162.70 a	155.70 a
DIÁMETRO DE MAZORCA (mm)	47.85 a	42.45 b	41.70 b	42.20 b	37.70 c	42.85 b	44.00 b
PESO DE MAZORCA (g)	152.35 a	121.95 ab	130.95 ab	103.10 ab	92.15 b	117.50 ab	144.95 ab
NÚMERO DE HILERAS	15.30 a	13.90 ab	14.50 ab	15.40 a	12.10 b	12.50 b	14.20 ab
NÚMERO DE GRANOS POR HILERA	30.55 a	29.35 a	25.70 a	25.95 a	26.70 a	30.40 a	28.15 a
PESO DE GRANO (g)	117.85 a	95.75 a	105.55 a	80.00 a	76.50 a	102.10 a	123.70 a
PESO DE OLOTE (g)	34.30 a	25.80 b	25.00 b	22.75 bc	15.00 c	20.10 bc	27.10 ab
DIÁMETRO MÁXIMO DE OLOTE (mm)	26.40 a	24.65 a	24.45 ab	25.45 a	25.05 b	24.25 ab	23.95 ab
DIÁMETRO MÍNIMO DE OLOTE (mm)	10.60 a	10.25 a	9.75 a	10.25 a	8.55 b	9.70 a	9.60 a
RENDIMIENTO (kg/ha)	3 185.50 a	2 270.50 abc	2 318.50 ab	822.20 d	1 324.50 cd	1 853.20 bc	1594.20 bed

Cantidades con la misma letra no difieren estadísticamente al 0.5 % de probabilidad (Duncan).

Tabla 7. Comportamiento de las variedades e híbrido en la Comunidad de Jucuapa.

CARACTER	GENOTIPO						
	B-833	NB-6	NB-12	LOCRECIA	MAICENA	VALENZUELA	COLORADO
ALTURA DE PLANTA (cm)	232.10 c	186.95 d	225.00 c	289.55 a	199.55 d	267.85 b	227.15 c
ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA (%)	54.78 bc	51.72 c	58.64 b	65.59 a	58.43 b	62.96 a	55.50 bc
AREA FOLIAR (mm ²)	77 369 a	64 380 bc	69 951 ab	63 266 bc	56 841 c	67 188 abc	73 174 ab
LONGITUD DE BRÁCTEA (mm)	185.85 a	154.80 b	204.60 a	178.10 ab	198.00 a	196.00 a	193.20 a
LONGITUD DE PEDUNCULO (mm)	51.80 a	55.05 a	66.20 a	52.00 a	57.80 a	57.10 a	57.80 a
LONGITUD DE MAZORCA (mm)	161.10 a	151.50 a	157.05 a	150.65 a	158.85 a	152.10 a	152.35 a
DIÁMETRO DE MAZORCA (mm)	44.40 a	41.95 a	44.05 a	43.35 a	40.10 a	41.70 a	42.45 a
PESO DE MAZORCA (g)	161.75 a	133.00 abc	92.60 c	111.55 bc	115.70 abc	145.05 ab	126.95 abc
NÚMERO DE HILERAS	13.60 ab	12.80 ab	13.20 ab	13.70 a	12.20 b	13.60 ab	12.30 ab
NÚMERO DE GRANOS POR HILERA	29.10 ab	30.45 ab	28.40 b	29.75 ab	31.05 ab	32.20 a	29.85 ab
PESO DE GRANO (g)	128.95 a	107.00 ab	99.10 ab	92.65 b	91.85 b	116.35 ab	100.85 ab
PESO DE OLOTE (g)	35.25 a	26.95 ab	23.45 b	20.50 b	23.85 b	28.70 ab	26.10 b
DIÁMETRO MÁXIMO DE OLOTE (mm)	25.15 a	25.40 a	26.60 a	24.65 a	24.90 a	25.80 a	26.70 a
DIÁMETRO MÍNIMO DE OLOTE (mm)	11.30 a	10.50 a	11.00 a	9.95 a	10.15 a	11.15 a	11.25 a
RENDIMIENTO (kg/ha)	4 608.50 ab	4 201.00 ab	4 911.50 a	3 143.20 c	3 792.00 bc	3 979.00 abc	4137.00 ab

Cantidades con la misma letra no difieren estadísticamente al 0.5 % de probabilidad (Duncan).

Tabla 8. Comportamiento de las variedades e híbrido en la Comunidad de Pancasán.

CARACTER	GENOTIPO						
	B-833	NB-6	NB-12	LUCRECIA	MAICENA	VALENZUELA	COLORADO
ALTURA DE PLANTA (cm)	209.90 bc	188.35 c	199.05 bc	271.85 a	179.20 c	234.00 b	195.65 bc
ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA (%)	62.46 ab	44.75 b	48.35 b	66.12 ab	48.04 b	72.65 a	57.76 ab
AREA POLIAR (mm ²)	84 484 a	85 072 a	83 430 a	85 597 a	63 431 b	77 711 ab	89 280 a
LONGITUD DE BRÁCTEA (mm)	176.65 a	186.45 a	181.85 a	183.60 a	186.00 a	183.40 a	175.60 a
LONGITUD DE PEDUNCULO (mm)	61.45 a	51.40 a	46.55 a	50.70 a	48.75 a	47.70 a	47.75 a
LONGITUD DE MAZORCA (mm)	160.05 a	162.15 a	152.75 a	153.80 a	157.65 a	162.95 a	156.05 a
DIAMETRO DE MAZORCA (mm)	42.00 a	40.50 ab	37.30 b	39.50 ab	39.15 ab	38.05 b	38.35 ab
PESO DE MAZORCA (g)	140.30 a	121.90 a	115.40 a	116.90 a	124.30 a	132.20 a	137.95 a
NUMERO DE HILERAS	12.90 a	11.50 a	12.60 a	11.00 a	12.60 a	12.40 a	11.93 a
NUMERO DE GRANOS POR HILERA	23.80 bc	27.50 a	23.20 c	26.75 ab	25.35 abc	25.50 abc	28.25 a
PESO DE GRANO (g)	109.20 a	89.45 a	86.35 a	89.35 a	98.05 a	103.10 a	105.00 a
PESO DE OLOTE (g)	38.05 a	31.95 a	29.10 a	27.55 a	25.75 a	29.10 a	32.95 a
DIAMETRO MAXIMO DE OLOTE (mm)	22.25 a	24.50 a	21.95 a	22.30 a	22.30 a	23.55 a	24.15 a
DIAMETRO MINIMO DE OLOTE (mm)	10.25 a	10.00 a	9.60 a	9.70 a	10.80 a	9.95 a	10.30 a
RENDIMIENTO (kg/ha)	3 072.70 a	3 172.50 a	2 540.20 a	3 434.20 a	1 074.20 b	3 287.70 a	2 797.50 a

Cantidades con la misma letra no difieren estadísticamente al 0.5 % de probabilidad (Duncan).

3.3. Análisis de los genotipos.

El análisis de varianza por genotipo persigue el objetivo de saber para qué variables los genotipos tuvieron un comportamiento diferente entre los ambientes. El híbrido B-833, (Tabla 9), para la mayoría de los caracteres estudiados mostró un comportamiento bastante similar entre ambientes excepto para área foliar, diámetro de mazorca, número de hileras, número de granos por hilera y diámetro máximo de olote. Los mayores valores para las variables que presentaron un comportamiento estadísticamente distinto, en forma general se observaron en las localidades de Esquipulas y REGEN, excepto para área foliar que se apreció una mayor expresión de este caracter en Pancasán.

Para NB-6 sólo cinco variables expresaron diferente comportamiento entre las localidades, pudiéndose notar en la Tabla 9, que la altura de planta fue superior en Esquipulas (209.4 cm) y mantuvo en el resto de localidades un comportamiento similar; altura de inserción de mazorca fue mayor en Esquipulas con 72.49 %, el área foliar (85 072 mm²) presentó el valor más alto en Pancasán; el número de hileras varió solo en Pancasán con el menor número (11.5); por último, el rendimiento fue mayor en Jucuapa con un promedio de 4 201 kg/ha.

El análisis para la variedad NB-12 (Tabla 10), reportó diferencias significativas en nueve caracteres como: altura de planta, altura de inserción de mazorca, área foliar, longitud de bráctea, longitud de pedúnculo, diámetro de mazorca, número de hileras, número de granos por hilera y rendimiento. De estos caracteres altura de planta, diámetro de mazorca y número de granos por hilera, obtuvieron los máximos valores en Esquipulas; el mayor número de hileras se observó en el REGEN y; altura de inserción de mazorca, longitud de bráctea, longitud de pedúnculo y área foliar fueron superiores en su expresión en Pancasán.

La variedad Lucrecia (Tabla 10), mostró diferencia significativa para la variable altura de planta observándose que en Jucuapa las plantas exhibieron una mayor altura, aunque no hubo diferencias estadísticas significativas con respecto a Esquipulas y Pancasán. Para la longitud de bráctea en el REGEN fue donde su respuesta se presentó en su mayor magnitud. El área foliar y el rendimiento desarrollaron su mayor expresión en Pancasán, mientras que el número de hileras y el diámetro máximo de olote fueron mayores en Esquipulas.

Maicena fue la variedad tradicional que varió más en la expresión de sus caracteres, presentando diez variables que difirieron estadísticamente entre las localidades donde se establecieron los experimentos. En la Tabla 11 se observa que la altura de planta y el diámetro de mazorca presentaron los mayores valores en Esquipulas. En Jucuapa, la altura de inserción de la mazorca, el número de granos por hilera el diámetro máximo de olote y el rendimiento obtuvieron el máximo valor con respecto al resto de localidades. Y en Pancasán, se alcanzaron los mayores valores para área foliar, peso de mazorca, peso de olote y diámetro mínimo de olote.

La respuesta de la variedad Valenzuela a los ambientes sólo difirió para área foliar, diámetro de mazorca, número de hileras, diámetro máximo de olote y el rendimiento; manteniéndose estadísticamente constante en el resto de caracteres. De estas cinco variables en Esquipulas se reportó la mejor expresión para el diámetro de mazorca y para el número de hileras; de manera análoga en Jucuapa se cumplió la condición anterior para el diámetro máximo de olote y el rendimiento y; en Pancasán se obtuvo el mayor área foliar.

La variedad Colorado (Tabla 12), alcanzó mayor altura en Esquipulas; mayor diámetro de mazorca y número de hileras en el REGEN; mayor longitud de bráctea y rendimiento en Jucuapa y; mayor área foliar en Pancasán; para sumar un total de seis caracteres que variaron en su expresión entre las cuatro localidades.

Tabla 9.- Variación de los caracteres morfológicos y de rendimiento del híbrido B-833 y de la variedad NB-6 en las localidades donde se realizaron los experimentos.

CARACTER	B-833				NB-6			
	ESQUIPOLAS	REGEN	JUCUAPA	PANCASAN	ESQUIPOLAS	REGEN	JUCUAPA	PANCASAN
ALTURA DE PLANTA (cm)	234.75 a	214.65 a	232.10 a	209.90 a	209.40 a	189.15 b	186.95 b	188.35 b
ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA (%)	54.68 a	54.41 a	54.78 a	62.42 a	72.49 a	56.30 ab	51.72 ab	44.75 b
AREA FOLIAR (mm ²)	64 274 b	69 565 b	77 369 ab	84 484 a	59 459 b	53 652 b	64 380 b	85 072 a
LONGITUD DE BRACTEA (mm)	180.70 a	198.05 a	185.85 a	176.65 a	173.40 a	170.60 a	154.80 a	186.45 a
LONGITUD DE PEDUNCULO (mm)	71.15 a	66.25 a	51.80 a	61.45 a	52.45 a	54.50 a	55.05 a	51.40 a
LONGITUD DE MAZORCA (mm)	161.55 a	164.90 a	161.10 a	160.05 a	152.80 a	155.40 a	151.50 a	162.15 a
DIAMETRO DE MAZORCA (mm)	45.50 ab	47.85 a	44.40 ab	42.00 b	44.00 a	42.45 a	41.95 a	40.50 a
PESO DE MAZORCA (g)	163.65 a	152.35 a	161.75 a	140.30 a	129.20 a	121.95 a	133 00 a	121.90 a
NUMERO DE HILERAS	15.30 a	15.30 a	13.60 ab	13.90 b	13.60 a	13.90 a	12.80 a	11.50 b
NUMERO DE GRANOS POR HILERA	31.80 a	30.55 a	29.10 a	23.80 b	31.10 a	29.35 a	30.45 a	27.50 a
PESO DE GRANO (g)	127.25 a	117.85 a	128.95 a	109.20 a	104.60 a	95.75 a	107.00 a	89.45 a
PESO DE OLOTE (g)	35.65 a	34.30 a	35.25 a	38.05 a	22.90 a	25.80 a	26.95 a	31.95 a
DIAMETRO MAXIMO DE OLOTE (mm)	25.85 ab	26.40 a	25.15 ab	22.25 b	26.25 a	24.65 a	25.40 a	24.50 a
DIAMETRO MINIMO DE OLOTE (mm)	11.70 a	10.60 a	11.30 a	10.25 a	10.00 a	10.25 a	10.50 a	10.00 a
RENDIMIENTO (kg/ha)	4 333.70 a	3 185.50 a	4 608.50 a	3 072.70 a	3 257.20 ab	2 270.50 b	4 201.00 a	3 172.50 b

Cantidades con la misma letra no difieren estadísticamente al 0.5 % de probabilidad (Duncan).

Tabla 10.- Variación de los caracteres morfológicos y de rendimiento de las variedades NB-12 y Lucrecia en las localidades donde se realizaron los experimentos.

CARACTER	NB-12				LUCRECIA			
	ESQUIPOLAS	REGEN	JUCUAPA	PANCASAN	ESQUIPOLAS	REGEN	JUCUAPA	PANCASAN
ALTURA DE PLANTA (cm)	231.00 a	191.60 b	225.00 a	199.05 b	278.75 a	242.10 b	289.55 a	271.85 a
ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA (%)	50.61 bc	56.61 ab	58.64 a	48.35 c	64.59 a	62.98 a	65.59 a	66.12 a
AREA POLIAR (mm ²)	70 654 b	46 060 c	69 951 b	83 430 a	64 600 b	54 210 b	63 266 b	85 597 a
LONGITUD DE BRACTEA (mm)	183.00 b	178.10 b	204.60 a	181.85 b	205.20 ab	208.50 a	178.10 b	183.60 ab
LONGITUD DE PEDUNCOLO (mm)	57.90 ab	52.15 ab	66.20 a	46.55 b	56.35 a	51.70 a	52.00 a	50.70 a
LONGITUD DE MAZORCA (mm)	155.25 a	147.20 a	157.05 a	152.75 a	151.40 a	152.25 a	150.65 a	153.80 a
DIAMETRO DE MAZORCA (mm)	44.65 a	41.70 ab	44.05 a	37.30 b	44.25 a	42.20 a	43.35 a	39.50 a
PESO DE MAZORCA (g)	128.00 a	130.95 a	92.60 a	115.40 a	102.20 a	103.10 a	111.55 a	116.90 a
NUMERO DE HILERAS	14.20 ab	14.50 a	13.20 ab	12.60 b	15.90 a	15.40 ab	13.70 b	11.00 c
NUMERO DE GRANOS POR HILERA	28.45 a	25.70 ab	28.40 a	23.20 b	27.65 a	25.95 a	29.75 a	26.75 a
PESO DE GRANO (g)	104.40 a	105.55 a	99.10 a	86.35 a	83.70 a	80.00 a	92.65 a	89.35 a
PESO DE OLOTE (g)	23.25 a	25.00 a	23.45 a	29.10 a	19.50 a	22.75 a	20.50 a	27.55 a
DIAMETRO MAXIMO DE OLOTE (mm)	26.65 a	24.45 a	26.60 a	21.95 a	26.35 a	25.45 ab	24.65 ab	22.30 b
DIAMETRO MINIMO DE OLOTE (mm)	10.95 a	9.75 a	11.00 a	9.60 a	9.85 a	10.25 a	9.95 a	9.70 a
RENDIMIENTO (kg/ha)	4 689.00 a	2 318.50 b	4 911.50 a	2 540.20 b	1 903.20 b	822.20 b	3 143.20 a	3 434.20 a

Cantidades con la misma letra no difieren estadísticamente al 0.5 % de probabilidad (Duncan).

Tabla 11.- Variación de los caracteres morfológicos y de rendimiento de las variedades Maicena y Valenzuela en las localidades donde se realizaron los experimentos.

CARACTER	MAICENA				VALENZUELA			
	ESQUIPULAS	REGEN	JUCUAPA	PANCASAN	ESQUIPULAS	REGEN	JUCUAPA	PANCASAN
ALTURA DE PLANTA (cm)	222.50 a	172.70 b	199.55 ab	179.20 b	266.55 a	231.40 a	267.85 a	234.00 a
ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA (%)	55.45 a	55.28 a	58.43 a	48.04 b	62.20 a	60.52 a	62.96 a	72.65 a
AREA FOLIAR (mm ²)	49 898 bc	43 139 c	56 841 ab	63 431 a	70 174 a	57 235 b	67 188 ab	77 711 a
LONGITUD DE BRACTEA (mm)	185.20 a	174.70 a	198.00 a	186.00 a	201.90 a	167.20 a	196.00 a	183.40 a
LONGITUD DE PEDUNCULO (mm)	61.20 a	55.05 a	57.80 a	48.75 a	52.85 a	48.80 a	57.10 a	47.70 a
LONGITUD DE MAZORCA (mm)	150.70 a	155.65 a	158.85 a	157.65 a	154.50 a	162.70 a	152.10 a	162.95 a
DIAMETRO DE MAZORCA (mm)	41.10 a	37.70 b	40.10 ab	39.15 ab	43.00 a	42.85 a	41.70 ab	38.05 b
PESO DE MAZORCA (g)	106.65 ab	92.15 b	115.70 ab	124.30 a	135.55 a	117.50 a	145.05 a	132.20 a
NUMERO DE HILERAS	12.30 a	12.10 a	12.20 a	12.60 a	14.50 a	12.50 b	13.60 ab	12.40 b
NUMERO DE GRANOS POR HILERA	27.35 b	26.70 b	31.05 a	25.35 b	30.05 a	30.40 a	32.20 a	25.50 a
PESO DE GRANO (g)	91.60 a	76.50 a	91.85 a	98.05 a	108.40 a	102.10 a	116.35 a	103.10 a
PESO DE OLOTE (g)	15.00 b	15.00 b	23.85 a	25.75 a	26.05 a	20.10 a	28.70 a	29.10 a
DIAMETRO MAXIMO DE OLOTE (mm)	23.90 ab	25.05 b	24.90 a	22.30 ab	25.60 ab	24.45 ab	25.80 a	23.55 b
DIAMETRO MINIMO DE OLOTE (mm)	9.90 ab	8.55 b	10.15 ab	10.80 a	10.55 a	9.70 a	11.15 a	9.95 a
RENDIMIENTO (kg/ha)	3 581.70 a	1 324.50 b	3 792.00 a	1 074.20 b	2 546.20 bc	1 853.20 c	3 979.00 a	3 287.70 ab

Cantidades con la misma letra no difieren estadísticamente al 0.5 % de probabilidad (Duncan).

Tabla 12.- Variación de los caracteres morfológicos y de rendimiento de la variedad Colorado en las localidades donde se realizaron los experimentos.

CARACTER	COLORADO			
	ESQUIPULAS	REGEN	JUCUAPA	PANCASAN
ALTURA DE PLANTA (cm)	229.05 a	200.15 b	227.15 a	195.65 b
ALTURA DE INSERCIÓN DE MAZORCA (%)	55.21 a	56.38 a	55.50 a	57.76 a
AREA FOLIAR (mm ²)	65 479 bc	50 202 c	73 174 ab	89 280 a
LONGITUD DE BRACTEA (mm)	190.15 a	174.10 b	193.20 a	175.60 ab
LONGITUD DE PEDUNCOLO (mm)	58.35 a	61.40 a	57.80 a	47.75 a
LONGITUD DE MAZORCA (mm)	153.40 a	155.70 a	152.35 a	156.05 a
DIAMETRO DE MAZORCA (mm)	43.75 a	44.00 a	42.45 a	38.35 b
PESO DE MAZORCA (g)	126.05 a	144.95 a	126.95 a	137.95 a
NUMERO DE HILERAS	14.00 a	14.20 a	12.30 b	11.93 b
NUMERO DE GRANOS POR HILERA	28.95 a	28.15 a	29.85 a	28.25 a
PESO DE GRANO (g)	100.85 a	123.70 a	100.85 a	105.00 a
PESO DE OLOTE (g)	24.65 a	27.10 a	26.10 a	32.95 a
DIAMETRO MAXIMO DE OLOTE (mm)	25.75 a	23.95 a	26.70 a	24.15 a
DIAMETRO MINIMO DE OLOTE (mm)	9.70 a	9.60 a	11.25 a	10.30 a
RENDIMIENTO (kg/ha)	3 014.20 b	1 594.20 c	4 137.00 a	2 797.50 b

Cantidades con la misma letra no difieren estadísticamente al 0.5 % de probabilidad (Duncan).

3.4. Análisis de estabilidad modificado.

Al efectuar el análisis de regresión para cada genotipo se obtuvieron las siguientes ecuaciones de regresión.

\hat{i}_{B-333}	=	1 554.36 + 0.741 e	$r^2 = 0.77$ C.V = 12.16
\hat{i}_{NB-6}	=	705.17 + 0.832 e	$r^2 = 0.96$ C.V = 6.27
\hat{i}_{NB-12}	=	- 444.78 + 1.340 e	$r^2 = 0.82$ C.V = 19.92
$\hat{i}_{LUCRECIA}$	=	- 197.58 + 0.833 e	$r^2 = 0.41$ C.V = 48.51
$\hat{i}_{NAICENA}$	=	- 1 562.22 + 1.322 e	$r^2 = 0.72$ C.V = 38.08
$\hat{i}_{VALENZUELA}$	=	416.50 + 0.825 e	$r^2 = 0.69$ C.V = 21.37
$\hat{i}_{COLORADO}$	=	- 471.71 + 1.107 e	$r^2 = 0.97$ C.V = 7.30

Las ecuaciones anteriores se utilizaron para graficar el rendimiento estimado de cada genotipo con respecto al índice ambiental; dicha figura se presenta a continuación:

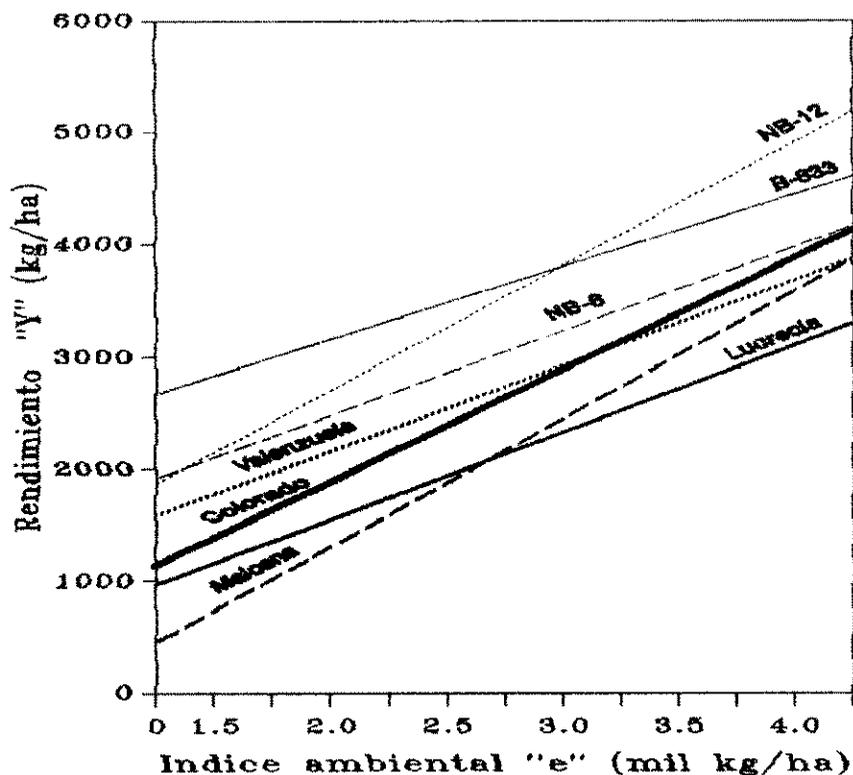


Figura. 5. Respuesta de las variedades locales (Lucrecia, Maicena, Valenzuela y Colorado), mejoradas (NB-6 y NB-12) y del híbrido B-833 en los distintos ambientes evaluados.

Los coeficientes de correlación indican en todos los casos, excepto para la variedad Lucrecia (0.41), un buen ajuste; razón por la que los valores de la pendiente proporcionan gran información en cuanto a la variabilidad de los materiales, ya que se puede afirmar categóricamente que mientras mas cercanos estén los valores de la pendiente a cero, mayor estabilidad presentan los materiales al variar las condiciones ambientales donde se desarrollan.

El híbrido B-833 se mantuvo por encima de la respuesta del resto de los genotipos hasta que el índice ambiental tomó valores aproximados a los 3 000 kg/ha, donde la variedad NB-12 supera a todos los materiales. Este genotipo superó a los materiales criollos en todas las localidades.

Al comparar la variación del rendimiento de todos los genotipos a partir de la localidad de menor índice ambiental (REGEN), hasta la del mayor valor de éste (Jucuapa), en base a las pendientes de las ecuaciones; se logra comprobar que el material menos variable fue el híbrido B-833 lo que se confirma tanto en la ecuación de regresión, en los datos de la Tabla 9, como en la Figura 5.

Si se analizan las ecuaciones de las dos variedades de polinización libre, NB-6 y NB-12, sale a luz el hecho de que NB-6 varía menos que NB-12, lo que es perceptible en los resultados del análisis de estabilidad modificado al comparar las pendientes de ambas variedades, sugiriendo que existe un mayor incremento del rendimiento en ambientes ricos para NB-12.

De las variedades tradicionales o criollas que presentaron mayor variación en comparación a los otros tipos de materiales; Valenzuela presenta el menor grado de diferencia en su rendimiento entre las localidades, seguida por Lucrecia y Maicena; quedando Colorado como el material criollo más variable.

IV. DISCUSIÓN

4.1. Análisis general.

En todo trabajo de mejoramiento a los genetistas les interesa crear un genotipo con un alto potencial de reproducción y con capacidad de garantizar un rendimiento proporcional al sometérsele a efectos ambientales variables (Tapia, 1975), pero en la determinación del rendimiento influyen de manera negativa o positiva numerosos caracteres a los que se les denomina "componentes del rendimiento", por lo que a veces el estudio aislado del rendimiento no es una buena opción (Márquez, 1991; Marini *et al.*, 1993).

Los resultados del análisis general (Tablas 3 y 4), confirman sustantivamente como el rendimiento es la variable que, con un 24.75 % de coeficiente de variación, muestra una interacción genotipo*ambiente altamente significativa, debido exactamente a la condición antes mencionada. Mientras que sólo la longitud de bráctea y el número de hileras en la mazorca llegaron a interaccionar de manera significativa con los ambientes; las características restantes, que por lo general dependen de un número reducido de genes y de la influencia de menos caracteres que los que actúan para el rendimiento, tuvieron valores de interacción genotipos*ambiente a niveles no significativos.

De esta manera, se sabe que la práctica de la selección para aumentar los rendimientos de las variedades, sin poner atención a los aspectos fisiológicos y morfológicos de la planta no reporta muchos avances o ganancias para la creación de genotipos aceptables en condiciones ecológicas específicas a como lo sostienen Reyes (1985), y Márquez (1991).

4.2. Análisis del comportamiento de los genotipos dentro de ambientes.

Del análisis general podemos decir que existe la necesidad de la creación de un arquetipo de planta que actúe en base a desarrollar genotipos que respondan de manera adecuada en los lugares a establecerse (Marini, *et al.*, 1993), ya que existen grandes errores al pretender generalizar la respuesta de las variedades.

Las distintas expresiones de los genotipos en los ambientes a simple vista hacen ver que las características agronómicas de NB-12 en Esquipulas y Jucuapa (Tablas 5 y 7), de B-833 en el REGEN (Tabla 6) y de Lucrecia en Pancasán (Tabla 8), son las adecuadas para cada una de esas localidades, dado que cada una de estas variedades obtuvieron los mejores rendimientos en cada una de esas zonas.

Sin embargo, el hecho de que estos genotipos no expresaron los mejores valores para todas las variables hace pensar que la combinación de tales respuestas en las condiciones específicas de cada localidad es lo que determinó el mejor rendimiento de estas variedades.

Así, tanto para NB-12 en Esquipulas y Jucuapa y para B-833 en el REGEN, la altura de planta cumple con los requerimientos para una planta de porte bajo (Muñoz *et al.*, 1976), tal condición es una de las metas del mejoramiento del maíz desde inicios de la revolución verde, con el objetivo de evitar el acame de las plantas cuando son fertilizadas y obtener mayores rendimientos (Wilkes & Wilkes, 1972); en el caso de Pancasán, en que la variedad Lucrecia desarrolló una altura superior a las demás variedades, un porte alto es beneficioso ya que el cultivo es

objeto de ataque de algunos roedores que no logran en esta variedad comerse las mazorcas, y así este carácter de planta de porte alto, en estas condiciones ambientales se convierte en un factor que favorece la adaptabilidad de este genotipo.

En cuanto a la altura de inserción de mazorca, existe discusión acerca de la posición de la mazorca en la planta. Hay amplia información que indica que la hoja de la mazorca, las dos inmediatas superiores y las dos inmediatas inferiores, es decir, cinco hojas situadas casi al centro de la planta son decisivas en la producción de grano (Reyes, 1971). No obstante, Allen (1973), afirma en la discusión de su trabajo que: los estudios de defoliación dejan entrever que las hojas superiores y medias (o inmediatas a la mazorca) de una planta de maíz son los principales contribuyentes de carbohidratos de la mazorca, y que las hojas inferiores contribuyen relativamente poco; razón por la que se llega a sugerir que mientras menor sea la altura de inserción de la mazorca la planta tendrá más hojas que le provean nutrientes, lo que se confirma con los resultados, ya que las variedades que obtuvieron los mejores rendimientos en las distintas localidades, poseen los porcentajes más bajos en altura de inserción de mazorca, excepto en Pancasán, para la variedad NB-6, que presentó la menor altura de inserción lo que se convirtió en desventaja ante el ataque de distintos tipos de roedores.

Generalmente se piensa que una mayor área foliar contribuye a un aumento del rendimiento al incrementar los niveles de fotosíntesis, y los resultados del presente trabajo así lo expresan; aunque el CIMMYT (1982), y Marini (1994), no concuerden con esta hipótesis ya que la gran altura de la planta y la abundancia de sus hojas y por ende un área foliar exuberante han sido problemas históricos del maíz tropical porque representa una relación grano - resto de la planta relativamente baja.

La longitud de bráctea ha sido uno de los caracteres más discutidos por los productores, ya que algunos materiales creados en función de resistir el achaparramiento del maíz, han presentado deficiencias en cuanto a la cobertura de la mazorca, como es el caso de NB-6. Tomando en cuenta esta situación los productores de algunas zonas de Matagalpa han realizado cruces dirigidos de esta variedad con otras, como es el caso de Olote Colorado, material criollo, para poder mermar la deficiencia, lo cual ha dado muy buenos resultados (Tablas 5, 6, 7 y 8). La variedad Lucrecia que en la localidad de Pancasán presentó buenos resultados (Tabla 8), tiene la característica de poseer brácteas muy largas que cubren la mazorca por más de tres centímetros, además de ser compactas en el ápice de la misma, con lo que le brinda muy buena protección contra plagas y la humedad.

Al igual que la longitud de la bráctea, la longitud del pedúnculo es una característica que le brinda protección a la mazorca y asegura, en parte, el secado de la misma cuando presenta una longitud que hace posible que éste invierta la posición de la mazorca con respecto al tallo, ya que al poseer un pedúnculo largo éste se dobla cuando el llenado del grano se ha completado y su peso lo permite, y así evita la penetración de agua a ésta (Reyes, 1985). Los distintos genotipos presentaron un largo de pedúnculo que propiciaron la protección de la mazorca; y en Jucuapa y Pancasán, incluso, no hubo diferencia en la longitud del mismo entre los distintos materiales, manteniendo en estas dos localidades uniformidad en cuanto a su longitud.

Las características de la mazorca, son las que merecen mayor consideración por ser esta parte de la planta la que tiene función directa en el rendimiento del grano (Williams, 1976). La longitud de la mazorca a como se puede comprobar en las Tablas 5, 6, 7 y 8, no presentó diferencias en su magnitud entre los distintos genotipos en ninguna de las localidades; Marini (1994),

lo atribuye al hecho de que en los últimos años se ha trabajado en función de una mazorca en cada planta de maíz y de esta manera se ha alcanzado una uniformidad en el tamaño de ésta incluso en los materiales criollos, ya que los productores prefieren una mazorca de tamaño más o menos grande; sin embargo, a pesar de ser uniformes en el tamaño de la mazorca la diferencia en el diámetro y peso de la misma hace posible que algunos genotipos reporten mayor rendimiento que otros, lográndose observar que el híbrido B-833 mantuvo una evidente dominancia en cuanto al diámetro y el peso de la mazorca, debido probablemente al vigor híbrido de este material que es adquirido en su método de obtención (Márquez, 1988).

Las características del grano a su vez colaboran para acrecentar esta diferencia. En cada uno de los genotipos que han presentado los mejores rendimientos, el número de hileras, el número de granos en éstas y el peso del grano han mostrado a su vez la mejor expresión, ya que estos caracteres ayudan significativamente al aumento del peso del grano por unidad de área.

Como parte de la mazorca, el olote también tiene un papel importante en la determinación de un buen rendimiento. En este aspecto Marini *et al* (1993), hacen la observación de que las dimensiones (peso y diámetro máximo y mínimo) del olote mantienen un comportamiento directamente proporcional con el rendimiento al constituir esta estructura parte del sistema de transporte de los carbohidratos sintetizados, dicha observación concuerda con los resultados presentados en las Tablas 5, 6, 7 y 8. No obstante, Reyes (1985), recomienda maíces de olote delgado porque éstos son más fáciles de cosechar, desgranar, secar el grano y, en general, más precoces.

En la localidad de Pancasán (Tabla 8), llama la atención el hecho de que el rendimiento sólo difiere para Maicena, mostrando el resto de genotipos valores estadísticamente semejantes entre sí, lo que posiblemente se debió al método de siembra que se ejecutó, ya que las variedades criollas Lucrecia, Valenzuela y Colorado, se establecieron en un terreno recién talado en los que es probable que los niveles de fertilidad del suelo hayan potenciado, en alguna medida, sus características, hasta llegar a presentar un comportamiento similar en la mayoría de los caracteres con respecto al híbrido y las variedades de polinización libre. Además, a como se hizo ver en el análisis de la altura de planta los materiales mejorados presentaron desventaja ante el ataque de los animales de tamaño mediano como los roedores en esta zona, condición que perjudicó más a la variedad Maicena, por presentar ésta la menor longitud de planta y la menor altura de inserción de mazorca; sumándose a estos argumentos el de ser una variedad que ha sido desarrollada esencialmente en la zona del Pacífico del país y por ende ser probablemente susceptible a las altas precipitaciones que hacen de Pancasán una zona marginal para el cultivo del maíz.

De esta manera se puede ver que todas las variedades manifestaron características agronómicas con comportamiento variable en una u otra localidad y que en base a ellas podemos seleccionarlas para establecerlas en sitios específicos o para trabajar en el mejoramiento de algunos genotipos y así diseñar arquetipos de plantas para cada localidad.

4.3. Análisis del comportamiento de los genotipos entre ambientes.

El maíz es una de las especies que desarrollan poblaciones con la capacidad de ajustarse a condiciones de muchas zonas, es decir que es capaz de crear ecotipos (Mc Naughton & Wolf, 1984),

pero aún tomando en cuenta esta propiedad es necesario que las características de cada genotipo de maíz presenten algún grado de estabilidad al ser sometidos a distintas condiciones ambientales, en otras palabras, que la expresión fenotípica dependa en gran parte de su genotipo o información genética y no de las características ambientales de una zona.

Según los resultados expuestos en la Tabla 9, el híbrido B-833 varía en su respuesta en pocos caracteres al exponerse en las cuatro localidades lo que se comprueba en la Figura 5, pero lo más importante es el hecho de que éste no reportó variaciones significativas en su rendimiento, lo que es justificable por la condición de ser un material que se obtiene a nivel comercial con progenitores que son líneas puras cultivadas bajo estrictas normas de producción; lo que significa que el híbrido B-833 se deriva de líneas puras altamente homocigóticas por lo que el grado de variación en cada uno de sus caracteres es muy bajo incluyendo en éstos al rendimiento (Hallauer & Miranda, 1981)

Un atributo importante de cualquier buena variedad es su uniformidad; sin embargo una variedad de maíz de polinización libre, rara vez será tan uniforme como un híbrido formado por dos líneas de una o varias autofecundaciones, Simmonds (1984), CIMMYT (1985) y Urbina (1993); explicando el caso de los dos materiales de este tipo que se sometieron a estudio, NB-6 y NB-12. No obstante, según los resultados de NB-6, esta variedad llegó a variar menos en los ambientes que NB-12.

En el caso de los materiales criollos, se espera que la variabilidad en la expresión de los caracteres en distintos ambientes sea mayor al poseer estos materiales menor grado de homocigosis que los anteriores. La variedad que más varió fue Maicena (Tabla 11), debido en gran parte a condiciones muy particulares de cada zona que actuaron sobre su expresión como el

caso del ataque de plagas en Pancasán y un ataque leve de achaparramiento en el REGEN. Las otras variedades lograron escapar de estas condiciones y mantener así un comportamiento más parecido entre sí a como se aprecia para Lucrecia en la Tabla 10, Valenzuela (Tabla 11) y para Colorado (Tabla 12).

4.4. Análisis de estabilidad modificado.

En la formación de plantas de alto valor económico la evolución natural ha sido muy relevante, pero muy lenta, el hombre primitivo tuvo el gran acierto de domesticarlas. El agricultor las ha conservado y también mejorado por un proceso lento, y el hombre de ciencia (fitomejorador) ha acelerado la evolución, formando en menor tiempo plantas muy superiores, pero también ha tenido tremendos fracasos cuando no ha seguido las leyes naturales, pues en su afán de acelerar la evolución trata de no imitar la naturaleza (Simmonds, 1984).

El análisis de estabilidad modificado, hace uso de la variabilidad encontrada en diferentes campos de producción (fincas), para estimar todos los factores ambientales o de la naturaleza que influyen en la respuesta a una tecnología, en este caso los que influyen sobre los genotipos.

Si se toma como punto de referencia el rendimiento promedio nacional del año en que se realizaron los experimentos (1992), que fue de 1 203 kg/ha (INIESEP, 1993), es visible que todas las localidades sometidas al estudio superaron ese rendimiento por lo que no podemos apreciar qué sucede realmente cuando el índice ambiental está por debajo de ese valor, sin embargo da lugar a realizar una comparación de los genotipos en dichas localidades.

Ante la premisa de que los materiales tradicionales superan a los mejorados en ambientes pobres (ya sea por las condiciones

de suelo, agua, tipo de manejo y disponibilidad de insumos), se observa tanto en la Tablas 9, 10, 11 y 12; en las ecuaciones de regresión y en la Figura 5; que en el presente estudio esta condición no se cumple, porque el material mejorado B-833 superó a los materiales criollos en todas las localidades. Probablemente este comportamiento resulte de la uniformidad obtenida por el trabajo implícito de los fitomejoradores para cada tipo de material, estableciéndose concordancia con los resultados reportados por Córdoba (1990); mientras que se contraponen a Urbina & Obando (1992), y Simmonds (1984), que afirman que los híbridos se adaptan muy bien en los ambientes ricos donde no se presenta ningún tipo de estrés, lo que no ocurre en ambientes pobres, mientras que los sintéticos y criollos poseen mayor homeostasis genética.

Todos los arreglos efectuados por el hombre, de manera premeditada, en el genoma de cada material han aportado tanto características negativas como positivas. Tapia & Camacho (1988), definen como una variedad estable a la que genera rendimientos similares bajo condiciones favorables y desfavorables; bajo este parámetro los valores de las pendientes nos dan información suficiente para determinar tanto numérica como visualmente cuál de los materiales del presente estudio es el más estable.

Si se comparan las pendientes de las ecuaciones de regresión se obtiene en un orden descendente las siguientes relación: B-833, Valenzuela, NB-6, Lucrecia, Colorado, Maicena y NB-12; siendo el híbrido B-833 el que toma el papel del material más estable, por lo que se puede presumir que en este caso el efecto del trabajo de los mejoradores es positivo, ya que este tipo de material responde de manera similar en distintos ambientes (ver Figura 5).

Del resto de materiales la variedad Valenzuela es el único material criollo más estable que NB-6, mientras que a NB-12 la superan todas las variedades criollas, con lo que se vislumbra que no todas las variedades criollas llegan a ser más estable tanto en buenos o malos ambientes ante los materiales mejorados.

V. CONCLUSIONES

De los resultados antes expuestos puede desprenderse que:

1. Existen características, tanto agronómicas como de rendimiento, en los materiales criollos que pueden ser utilizadas para el mejoramiento del maíz; tales como la altura de inserción de mazorca en la variedad Maicena y la longitud de las brácteas en las variedades Lucrecia y Colorado.
2. La magnitud o la expresión de varios caracteres para todos los genotipos varió en dependencia de la localidad, siendo el híbrido B-833 y las variedades NB-6 y Valenzuela las que variaron menos (cinco caracteres cada una); las variedades Lucrecia y Colorado con 6 caracteres y las que más variaron con 9 y 10 caracteres, las variedades NB-12 y Maicena respectivamente.
3. El híbrido B-833 fue el material genético que reportó el mayor grado de estabilidad de los siete genotipos evaluados.
4. Algunas variedades tradicionales o criollas además de poseer caracteres útiles para el mejoramiento del cultivo, poseen alto grado de estabilidad del rendimiento, como la variedad Valenzuela que sólo fue superado por el híbrido B-833, obteniendo de esta manera más estabilidad que las variedades de polinización libre NB-6 y NB-12.
5. La variedad de polinización libre NB-12 reportó el menor grado de estabilidad del rendimiento en el presente estudio.

VI. RECOMENDACIONES

Dado que el modelo de análisis de estabilidad de Hildebrand & Poey no posee parámetros estadísticos para la determinación de la estabilidad de los genotipos *per se*, se recomienda:

1. Establecer este tipo de experimentos en localidades con mayor contraste en cuanto a clima y condiciones edáficas.
- 2 Hacer un estudio de la estabilidad de los genotipos por medio de modelos estadísticos más estrictos, para comparar los resultados con los del presente trabajo.

VII. REFERENCIAS

- Alvarado, J., Bos, H., Marini, D., & Matus, F.O. 1991. Transferencia de tecnología y aspectos económicos para uso de variedades tradicionales de maíz. Managua. 10 p.
- Allen, J. R. 1973. Leaf number and maturity in hybrid corn. *Agron. J.* 65: 233-235.
- CIMMYT. 1982. Informe de 1982. El Batán, México. 134 p.
- CIMMYT. 1985. Desarrollo, mantenimiento y multiplicación de semilla de variedades de maíz de polinización libre. El Batán, México. 11 p.
- Córdoba S., H. 1990. Estabilidad del rendimiento de 36 híbridos de maíz (*Zea mays* L.) en 14 ambientes de Centro América, Panamá y México. XXXVI Reunión anual PCCMCA, La Libertad, El Salvador. 312 p.
- Hallauer, A. R., & Miranda, J.B. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa, EUA, Iowa State University Press.
- Hildebrand, P. F., & Poey, F. 1989. Ensayos agronómicos en fincas según el enfoque de sistemas agropecuarios. Florida, EUA. 133 p.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). 1993. Datos climatológicos de las estaciones meteorológicas de Nicaragua. Disk.
- INIESEP (Instituto de Investigaciones Económicas y Sociales de la Empresa Privada). 1993. Principales indicadores económicos. Managua.
- Jugenheimer, R. W. 1990. Maíz: variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. Limusa. 4ta. reimpresión. México.
- Loáisiga, C. H. 1990. Caracterización y evaluación preliminar de 30 cultivares de maíz (*Zea mays* L.). Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA). Tesis de Ing. Agr. Managua, Nicaragua.
- MAG. 1993. Variedades e híbridos recomendados en los cultivos de granos básicos, oleaginosas, forrajeras, café y hortícolas para el ciclo 1993/1994. Managua.
- Marini, D. 1994. Comunicación personal.

- Marini, D., Vega, I., & Maggioni, L. 1993. Genética Agraria. Managua. Multifformas. 346 p.
- Márquez S., F. 1988. Genotecnia vegetal: método , teoría, resultados. Tomo II. México. A.G.T. 665 p.
- Márquez S., F. 1991. Genotecnia vegetal: métodos, teoría, resultados. Tomo III. México D. F. A.G.T. 500 p.
- Martínez G., A. 1988. Diseños experimentales. México D.F. Trillas. 756 p.
- Mc Naughton, S. J., & Wolf, L.L. 1984. Ecología general. Barcelona. Omega. 713 p.
- Muñoz O., A., González, V. A., Livera, M., López, H. & Ron, P. 1976. Mejoramiento del maíz en el CIAMEC. Ampliación de la base germoplásmica y su aprovechamiento considerando caracteres agronómicos y rendimiento. Memoria del VI Congreso Nacional de Fitogenética, Chapingo, México. 113-123.
- Pineda, L. 1982. Reseña de 39 años de labor en mejoramiento de maíz en Nicaragua 1942/1981. En: Manual del maíz. MIDINRA/SINAFOR. Managua. 153 p.
- Poelhman, J. M. 1983. Mejoramiento genético de las cosechas. México D. F. Limusa. 450 p.
- Reyes C., P. 1971. Genotecnia del maíz para tierra caliente. Monterrey, N.L., México.
- Reyes C., P. 1985. Fitogenotecnia básica y aplicada. México D.F. A.G.T. 460 p.
- Simmonds, N.W. 1984. Principles of crop improvement. Singapore. Longman. 408 p.
- Soto, N., Pérez, C., Alvarado, A., Aguiluz, A., Celado, R., Jiménez, K., Urbina, R., Córdoba, H. 1989. Evaluación de híbridos trilineales de maíz (*Zea mays* L.) en 6 ambientes de Centro América.
- Tapia B., H. 1975. Mejoramiento genético integral de los granos básicos alimenticios. Departamento de Fitotecnia. CEAL/MAG. Nicaragua.
- Tapia B., H., & J. G. Alarcón. 1983. Las áreas de validación tecnológica en la capacitación para producir más maíz. Proyecto de Desarrollo Agrícola DGTA/DGRA/FAO, Dirección de Semillas. Managua. 37 p.

- Tapia B., H., & Camacho H., A. 1988. Manejo integrado de la producción de frijol basado en labranza cero. Managua, GTZ 81 p.
- Urbina A., R. 1993. Generación de variedades mejoradas de maíz en Nicaragua. En: Taller sobre técnicas de producción artesanal de semilla de maíz. PRODETEC/FINNIDA-FIDER. Jinotepe, Nicaragua.
- Urbina A., R., & Obando P., M. 1992. Estabilidad del rendimiento y reacción al achaparramiento de cultivares de maíz evaluados en seis ambientes de Centro América. XXXVIII Reunión anual PCCMCA, Managua, Nicaragua.
- Wilkes, H. G., & Wilkes, S. 1972. The green revolution. Enviroment: 35-39.
- Williams, A. H. 1976. Estimación de la heredabilidad y herencia de la altura de la planta y mazorca en maíz de la cruz (V-524 x NLVS-1), en tres localidades. Monterrey, N.L., México.