



EVALUACIÓN DE ACCESIONES DE MAÍZ (*Zea mays*, L.) EN CONDICIONES DE SEQUÍA EN DOS ZONAS EDAFOCLIMÁTICAS DEL MUNICIPIO GIBARA, PROVINCIA HOLGUÍN. EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA Y ESTUDIOS DE LA INTERACCIÓN GENOTIPO X AMBIENTE

Evaluation of different accessions of maize (*Zea mays*, L.) in two zones of Gibara, Holguin, under drought conditions. Morphoagronomic and genotype x environment interaction evaluation studies

Yovanis Ferraz Téllez[✉], Nénsida Permuy Abeleira y Rosa Acosta Roca

ABSTRACT. In Holguin, Cuba, maize (*Zea mays*, L.) is mainly grown in the winter season, the period of lowest levels of rainfall in the year. This kind of management, together with the poor availability of dry-weather resistant materials has contributed to a decrease in the yields of this cereal in the last few years. For this reason and due to the necessity of having cultivars that adapt to these conditions, the present work is intended to evaluate 20 accessions of maize, including accession Gibara as a local witness, under drought conditions in two edafoclimatic areas of Gibara municipality in Holguín. These accessions were evaluated considering their morphological traits (vegetative component and yield) and on this base, the effect of the genotype x environment interaction was studied in two areas of this municipality, using an AMMI (additive main multiplied interactions) analysis. It was possible to determine those accessions that showed good genetic stability in the two areas studied, e.g. accessions: 26, 44, 46, 106, 125 and the local witness, what allows recommending them as the best adapted for the dry weather conditions in Gibara municipality.

Key words: maize, drought, genotype environment interaction

RESUMEN. En Holguín, Cuba, el maíz (*Zea mays*, L.) se siembra fundamentalmente en los meses de invierno, lo que corresponde con la época del nivel más bajo de las precipitaciones en el año. Esta forma de manejo, unido a la deficiente disponibilidad de materiales con adaptación a las condiciones de sequía, ha contribuido en los últimos años a los bajos rendimientos de este cereal. El presente trabajo tuvo como objetivo, evaluar el comportamiento de 20 accesiones de maíz, incluyendo la accesión Gibara como testigo local, en condiciones de sequía en dos zonas edafoclimáticas del municipio Gibara, provincia Holguín. Dichas accesiones fueron evaluadas considerando caracteres morfoagronómicos (vegetativos y componente de rendimiento) y en base a estos, fue estudiado el efecto de la interacción genotipo x ambiente en dos zonas de este municipio, mediante un análisis AMMI (efectos principales aditivos e interacción multiplicativa). Este análisis permitió determinar aquellas accesiones que mostraron buena estabilidad genética en los dos ambientes estudiados, como es el caso de las accesiones: 26, 44, 46, 106, 125 y el testigo local, lo que permite recomendarlas como las mejores adaptadas para las condiciones de sequía del municipio Gibara.

Palabras clave: maíz, sequía, interacción genotipo ambiente

M.Sc. Yovanis Ferraz Téllez, Aspirante a Investigador y M.Sc. Nénsida Permuy Abeleira, Investigador Auxiliar, Unidad de Extensión, Investigación y Capacitación Agropecuaria de Holguín (UEICA-H), La División, Velasco, Gibara, Holguín, CP:80 144; M.Sc. Rosa Acosta Roca, Investigador Agregado del departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, CP 32 700

✉ sea@holguin.inf.cu; granos@holguin.inf.cu; rosa@inca.edu.cu; rosaar_cu@yahoo.es

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays*, L.) luego del arroz y el trigo, es el cereal más importante a nivel mundial, con una producción anual de 600 millones de toneladas (1). Estados Unidos es el mayor productor y alcanza rendimientos por encima de 9 t.ha⁻¹, al igual que países como Italia y Francia (2). En Cuba, el maíz antes del triunfo de la Revolución era cultivado fundamentalmente por campesinos de las provincias orientales,

convirtiéndose a partir de los años 70 en un cultivo tradicional de nuestra agricultura, a nivel nacional (3). En nuestro país la superficie anual cultivada está entre 77 000 y 100 000 hectáreas, destacándose las provincias de las regiones centrales y orientales¹ pero con algunos factores que afectan las producciones de este cereal como son: sobrepoblación de plantas en áreas, deficiente tecnificación, y la falta de híbridos o variedades mejoradas que se adapten y alcancen buenos rendimientos para los diferentes ambientes del país^{2,3} (3).

En la provincia de Holguín la mayor parte de las siembras se realiza en áreas de secano (76,5 %) y en los meses de invierno, época que coincide con el nivel más bajo de precipitaciones en el año; esta es una de las provincias que ha experimentado los mayores embates de la sequía, lo que ha contribuido negativamente en los rendimientos alcanzados por este cultivo durante varios años. Los mayores efectos de esta crisis son más acentuados en los municipios de la costa norte, entre los cuales se encuentra Gibara, presentando para el cultivo del maíz, un rendimiento promedio en los últimos cinco años de 0,4 t.ha⁻¹ en condiciones de secano y 1,20 t.ha⁻¹ en condiciones de riego⁴; rendimientos que se encuentran por debajo de la media alcanzada en los trópicos (1,8 t.ha⁻¹), a nivel mundial (4,5 t.ha⁻¹) e incluso en Cuba (0,9 t.ha⁻¹)^{4,5} (4).

Por esta razón se hace necesario identificar mediante evaluaciones morfoagronómicas, accesiones de maíz con adaptabilidad a las condiciones actuales de sequía del municipio de Gibara en relación a sus rendimientos agrícolas, que puedan contribuir a incrementar la diversidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló, durante los años 2007-2008 en condiciones de campo, en dos zonas edafoclimáticas del municipio Gibara (Figura 1), provincia Holguín. En la zona I, el experimento se montó en el área de trabajo de un pequeño productor perteneciente a la CCS «Abel Santa María Cuadrado» en la localidad Las Caobas, cuyo suelo está clasificado como húmico sialítico, tipo y subtipo redzinas rojas, con elevados niveles

de piedras carbonatadas, los perfiles en esta zona son poco profundos, no existen ríos, las fuentes de agua son subterráneas, las cuales se explotan limitadamente debido a su alta concentración de sales y el promedio de precipitaciones anuales se encuentra por debajo de los 1 010 mm, localizada mayormente en los meses de mayo-junio⁴ (5).

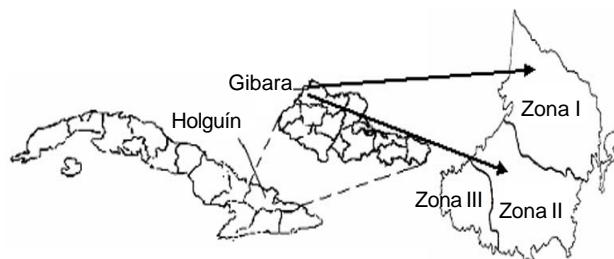


Figura 1. Ubicación geográfica de las zonas en estudio, municipio Gibara

Para el caso de la zona II, el estudio se realizó dentro del área experimental del Departamento de Granos perteneciente a la Unidad de Extensión, Investigación y Capacitación Agropecuaria de Holguín (UEICA-H), localidad de Velasco, en un suelo pardo ócrico sin carbonatos típicos; esta zona se caracteriza por presentar perfiles con buena profundidad, disponibilidad de agua debido a la presencia de ríos y embalses, sin altos contenidos de sales y la precipitación media anual es inferior a los 1 100 mm en la localidad de Velasco, con el 60 % de las lluvias en los meses de mayo a octubre⁴ (5).

Para la selección de las zonas se tuvo en cuenta la zonificación del municipio de Gibara (5) y el índice de aridez (0,60); reportado por el Instituto Nacional de Servicios Meteorológico e Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos⁶, lo cual clasifica al clima de la región como sub húmedo seco y de muy alto riesgo de sequía. Al igual que en este municipios, existen otros de las provincias de Santiago de Cuba y Guantánamo con condiciones similares, lo que hace indispensable la búsqueda de alternativas para mitigar los efectos que pueda causar este fenómeno.

En ambas zonas, durante el ciclo del cultivo se tomaron los valores de precipitación. Durante el ensayo de la zona I, cayeron 3 341 m³.ha⁻¹ y durante el ensayo de la zona II, 3 585 m³.ha⁻¹.

En ambos experimentos se utilizaron 19 accesiones de maíz proveniente de la colección de trabajo de germoplasma de maíz de la UEICA-H, dichas accesiones procedían de campesinos individuales mediante una colecta efectuada en las provincias orientales en el año 2005 (Tabla I).

¹Informe Nacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA). Comisión Nacional de Recursos Genéticos. Edición, La Habana, Cuba. 2007.

²Fernández, T. L. Estudio agroecológico del cultivo del maíz y sus potencialidades en la sustentabilidad de pequeñas fincas campesinas en la provincia Granma, Cuba. [Tesis de Maestría]. Universidad de Granma, Cuba. 1998. 86 p.

³Vila, J. L. Evaluación de ocho líneas de maíz en las condiciones edafoclimáticas del municipio de Manatí, Tunas. [Tesis de Ingeniería]. Universidad de las Tunas, Cuba. 2009. CULT. 59 p.

⁴MINAGRI. Información del departamento de estadística. Delegación de la agricultura. Holguín, Cuba. 2008. 2 p.

⁵Oficina municipal y estadística. Proyecto Territorial de Ciencia y Técnica «Rescate del Granero de Cuba». Delegación de la agricultura, Holguín. 2008. 36 p

⁶Instituto Nacional de Servicios Meteorológico e Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INSMET/INRH). Mapa de aridez. Fuente: Base cartografía digital GEOCUBA. Holguín. 2000. 2 p.

Tabla I. Materiales evaluados en las dos zonas

Accesiones	Origen	Procedencia (colecta)
8	Variedad Criolla (posible mezcla de Tuzón+Talluyo)	Babiney-Cauto Cristo-Granma
14	Variedad Criolla (posible Canilla)	Laguna blanca-Contra Maestre-Santiago
25	Variedad Criolla (posible Canilla)	El Paraná-San Luís-Santiago
26	Variedad Criolla (posible Argentino).	Monte verde-Yateras-Guantánamo
32	Variedad Criolla (posible Canilla)	El Salvador-Guantánamo
34	Variedad Criolla (posible Cuña)	El Salvador-Guantánamo
39	Variedad Criolla (posible Talluyo)	Los pozos-Banes-Holguín
43	Variedad Criolla (posible Talluyo)	Río Seco-Banes-Holguín
44	Variedad Criolla	Los Ángeles-Banes-Holguín
46	Variedad Criolla (posible mezcla de Talluyo+Argentino)	Tasajera-Banes-Holguín
106	Variedad Criolla	Cruce el Cerro-Gibara-Holguín
108	Variedad Criolla	Uñas-Gibara-Holguín
116	Variedad Criolla	Uñas-Gibara-Holguín
120	Variedad Criolla	Uñas-Gibara-Holguín
121	Variedad Criolla	Mayorquín-Gibara-Holguín
125	Variedad Criolla	La Rosa-Uñas-Gibara-Holguín
127	Variedad Criolla	Uñas-Gibara-Holguín
128	Variedad Criolla	Uñas-Gibara-Holguín
142	Variedad Criolla	Los Hoyos-Gibara-Holguín
Testigo local accesión Gibara	Variedad Criolla	Gibara-Holguín

Se empleó como testigo local la accesión Gibara. La misma fue utilizada por los rendimientos alcanzados durante varios años, y el criterio de los productores, los que manifiestan que esta variedad es la garantía de una producción segura, producto a la calidad del grano, su adaptabilidad a las condiciones ambientales y su estabilidad en el rendimiento^{4,7}.

Se utilizó como diseño experimental un bloque al azar con tres repeticiones. Las parcelas contaron con cuatro surcos de 7 m de largo por cada tratamiento, con una distancia entre réplica de 1 m. El marco de siembra utilizado fue de 0,90 m x 0,30 m, ocupando un área de cálculo de 9 m² por parcela. Para las evaluaciones se tomaron las plantas de los dos surcos centrales, despreciándose un metro de la parte inicial y final de los surcos para evitar el efecto de borde y cabecera.

Con el objetivo de caracterizar en ambas zonas afectadas por la sequía, el comportamiento de las accesiones de maíz y el testigo local, fueron evaluados caracteres vegetativos y caracteres morfoagronómicos.

CARACTERES DE LA PLANTA

Altura de la planta: desde la base del tallo hasta el comienzo de la inflorescencia masculina (m).

Altura de la mazorca: desde la base del tallo hasta el comienzo de la inflorescencia femenina (m).

⁷Permuy, Nénsida. Informe: Sistemas de encuestas realizadas a productores del municipio Gibara. Proyecto FAO. ETIAH. Municipio de Gibara, Holguín. 2001. 10 p.

CARACTERES DE LA MAZORCA

Diámetro de la mazorca (cm)
Longitud de la mazorca (cm)
Número de hileras por mazorca*
Número de granos por hilera*

CARACTERES DEL GRANO

Peso de 1 000 semillas (g)*
Rendimiento (t.ha⁻¹)

*Son caracteres considerados como componentes del rendimiento

Los caracteres altura de la planta y altura de la mazorca se evaluaron en el campo, al momento de la cosecha y el resto de los caracteres se evaluaron después de la cosecha.

Con el propósito de poder contar con información acerca de la fecha de floración femenina para cada una de las zonas, se evaluó el carácter vegetativo días hasta la emisión de los estigmas (DE). Carácter de gran importancia pues nos permite identificar accesiones con primacía respecto a la floración, que aunque no es un indicador que define tolerancia a sequía, si es una respuesta de las planta al escape a la falta de humedad y con esta se asegura una producción.

A partir de los valores individuales de las accesiones, se estimó la moda del carácter para cada una, valores que fueron utilizados para estimar la información de toda la diversidad expuesta en las dos zonas.

Para este carácter en cada zona, se efectuó un análisis de frecuencias con sus porcentajes, los que fueron

calculados con el programa estadístico SPSS 15.0. Además, se calcularon los percentiles, para determinar los valores concretos de la variable que acumulan el 50 % de los casos, enfatizándose el análisis en el percentil 50 (6), utilizándose el mismo paquete estadístico.

Teniendo en cuenta que los caracteres de la planta son influenciados por el ambiente (7), se realizó un estudio donde se incluyeron todos los caracteres, y así poder evaluar el efecto de interacción de estas accesiones con las zonas (interacción genotipo-ambiente), mediante un análisis AMMI (efectos principales aditivos e interacción multiplicativa), representando los resultados en un Biplot, mediante el uso de MATLAB 4.0 como paquete estadístico eficiente y exitoso (8, 9).

Estos caracteres se tomaron del descriptor del maíz (10), además, se escogieron para este estudio los que se consideran por varios autores que en todo trabajo de mejoramiento, o selección en cuanto al comportamiento y adaptación a condiciones de sequía no deben faltar, como es el caso de los componentes del rendimiento⁸ (11). Otros caracteres como la floración femenina, altura de la planta y altura de la mazorca, se seleccionaron teniendo en cuenta los criterios de productores de las dos zonas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del carácter vegetativo: días hasta la emisión de los estigmas (floración femenina).

En la Tabla II, se muestran los resultados del estudio descriptivo de frecuencias del carácter vegetativo: días hasta la emisión de los estigmas (floración femenina) de todas las accesiones en cada una de las zonas estudiadas.

Tabla II. Resultados del estudio de frecuencias realizado para el carácter vegetativo: días hasta la emisión de los estigmas (floración femenina). Zona I y Zona II

Días a la floración	Zona I		Zona II		
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	
Válidos	53,00	2	10,0	4	20,0
	54,00	6	30,0	5	25,0
	55,00	1	5,0	4	20,0
	56,00	5	25,0	5	25,0
	57,00	5	25,0	1	5,0
	58,00	1	5,0	1	5,0
Total	20	100,0	20	100,0	

Para el caso de la zona I, se muestra con mayor frecuencia la ocurrencia de floración femenina a los 54 días de haber sido sembradas las accesiones,

⁸Chaveco, O. Evaluación de líneas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo dos condiciones de humedad utilizando diferentes criterios de selección. [Tesis de Maestría]. Universidad de Holguín, Cuba. 2005. 84 p.

presentándose este valor en el 30 % de los materiales evaluados, seguido en el 25 % de las accesiones, la floración a los 56 y 57 días. Para el caso de la zona II, al igual que en la zona I, se muestra con mayores frecuencias la ocurrencia de floración femenina a los 54 y 56 días de haber sido sembrado el cultivo, con un 25 % del total de las accesiones evaluadas, presentándose en cada uno de los casos una frecuencia de cinco accesiones.

Como se observa en esta tabla, respecto a este carácter, no existe una gran diferencia en días a floración femenina de las accesiones en estudio, lo que se puede afirmar que para ambas zonas todos los materiales, incluyendo el testigo, presentaron una fecha marcada para este carácter. Es preciso explicar que existió un adelanto en la floración en ambas zonas, coincidiendo con los resultados de otros investigadores, al evaluar variedades en condiciones de sequía⁸ (11, 12).

En la Tabla III se muestra al analizar los percentiles, que para el 50 % de los casos en la zona I, la floración ocurrió alrededor de los 56 días y para la zona II, alrededor de los 55 días, resultado importante al obtenerse en ambas zonas una primacía en la floración, como mecanismo de respuesta de estas accesiones a las condiciones de sequía (12).

Tabla III. Valores de percentiles del carácter vegetativo: días hasta la emisión de los estigmas (floración femenina) en las zonas I y II

Parámetros evaluados	Zona I	Zona II
Número de casos válidos	20	20
Valor Mínimo	53,00	53,00
Valor Máximo	58,00	58,00
Percentiles	25	54,00
	50	56,00
	75	57,00

Se ha definido por diferentes autores (13, 14), que el maíz en todo su ciclo demanda entre 4 000 m³.ha⁻¹ y 5 000 m³.ha⁻¹, distribuido de la siguiente forma: germinación a inicio de la floración (1 600 a 2 000 m³.ha⁻¹), floración y formación del grano (1 400 a 1 750 m³.ha⁻¹), desarrollo y crecimiento del grano (1 000 a 1 250 m³.ha⁻¹).

Si se tiene presente lo antes expuesto, podemos señalar que en la zona I, a pesar del cultivo recibir durante todo el ciclo 3 341 m³.ha⁻¹, la mayor cuantía ocurrió (2 182 m³.ha⁻¹) entre la etapa de germinación y la emisión de las cuatro hojas verdaderas (primer mes de emergencia); para el resto de las fases las lluvias no fueron significativas, debido a la mala distribución y a la ocurrencia de escasas precipitaciones con largos intervalos de tiempo. Para el experimento de la zona II, la expresión fue similar, lo que provocó que las plantas como mecanismo de defensa, en ambas zonas, adelantaran su floración (11, 12).

A pesar de encontrarse ligeras diferencias entre las dos zonas respecto a los días hasta la emisión de los estigmas (floración femenina), los valores de floración alcanzados en estos ensayos coinciden con los rangos de este carácter para los híbridos y variedades comerciales presentes en el país (13), donde se plantea que para los mismos los días a la floración se sitúan entre 50 y 70 días, en dependencia de la variedad y los factores externos e internos que puedan incidir.

Por otro lado, los valores alcanzados coinciden con los resultados experimentales obtenidos en otros años, donde al someter variedades e híbridos de maíz a condiciones de sequía y en época de invierno, el intervalo de floración se encontró entre 54 y 58 días, siendo los materiales de mejor resultado los más cercanos a la primicia (12).

Algunas de las accesiones evaluadas mostraron floración prematura, como se explicaba anteriormente (zona I-54 a 57 días y zona II- 54 a 56 días), estos resultados pueden ser de gran importancia para las condiciones de sequía estudiadas, lo cual pudieran, de esta forma, aumentar las probabilidades de asegurar una producción mediante el escape a la falta de humedad (7, 11, 12).

ANÁLISIS DE LOS CARACTERES MORFOAGRONÓMICOS Y DE RENDIMIENTO. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA INTERACCIÓN GENOTIPO-AMBIENTE (GxA)

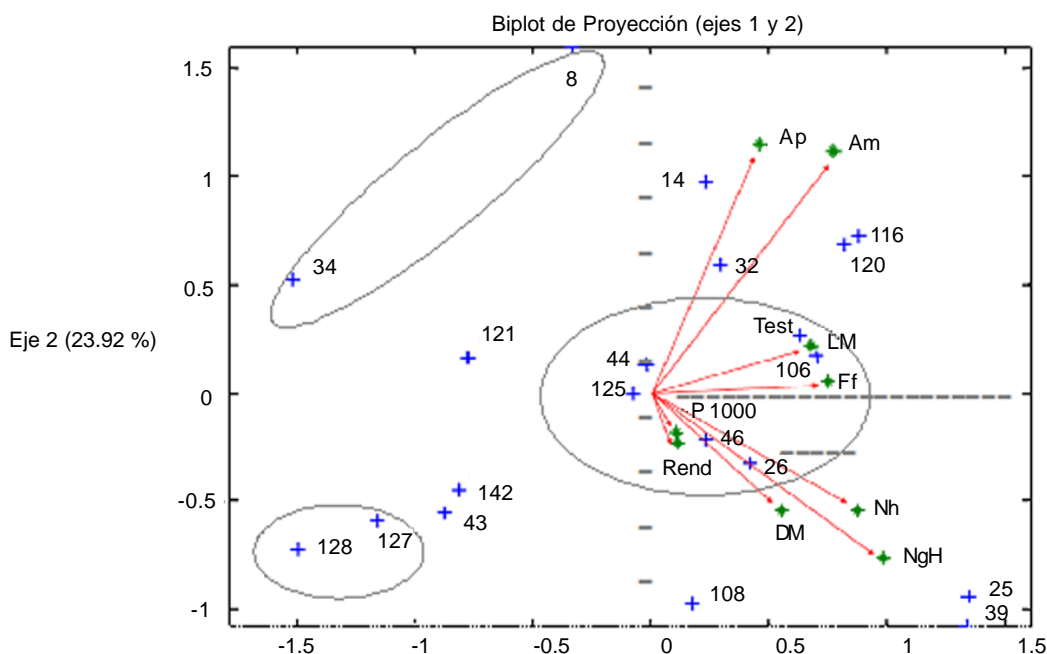
En la Figura 2 se muestra la representación gráfica en el Biplot de las accesiones expuestas, así como el efecto de la interacción para la zona I y la zona II.

De acuerdo al análisis, se observa que con dos ejes se tiene una bondad de ajuste en el Biplot de 58.91 %

Al ordenar los genotipos analizados a partir de su proyección sobre los vectores que representan a las variables en el Biplot, se muestra que los dos ambientes influyen sobre la ubicación de los individuos (15), observándose una gran dispersión de las accesiones respecto a los dos ambientes, así como los valores relativos de los caracteres morfoagronómicos evaluados.

La Figura 2 muestra que las accesiones 8, 34, 127 y 128, se destacan como las más inestables en estos ambientes, que además de no ser estables por encontrarse distantes del origen de las coordenadas, no presentan resultados positivos para los caracteres evaluados en ambas ensayos, similares respuestas han encontrado otros autores al evaluar interacción genotipo-ambiente (7, 9, 15). Sin embargo, las accesiones 26, 44, 46, 106, 125 y el testigo Gibara, se encuentran más cercanas al origen de coordenadas mostrando estabilidad en los dos ambientes, además de expresar resultados positivos para los caracteres estudiados (7, 16, 17). Estos resultados constituyen un aporte valioso, ya que permiten recomendar estas accesiones como adaptadas para las condiciones de sequía del municipio Gibara.

Para el caso del testigo Gibara, los resultados se corresponden con los planteamientos efectuados por los productores del municipio, así como investigaciones realizadas por otros autores, de que el mismo tiene buena adaptación a las condiciones de suelo y clima del municipio, y presenta un buen comportamiento a condiciones de sequía⁷ (12).



Ff: Floración femenina; Ap: Altura de la planta; Am: Altura de la mazorca; DM: Diámetro de la mazorca; LM: Longitud de la mazorca; Nh: Número de hilera por mazorca; NgH: Número de granos/hilera; P 1000: Peso de 1 000 semillas; Rend: Rendimiento

Figura 2. Representación gráfica «Biplot» a partir del AMMI de las accesiones evaluadas en las dos zonas (ambientes) (Eje 1, zona I. Eje 2, zona II), así como caracteres morfoagronómicos evaluados

Por otro lado, las accesiones 14, 32, 106, 116, 120 y el testigo Gibara, tienen una interacción positiva con el ambiente 1 (zona I), así como con el ambiente 2 (zona II), al mostrar un mejor comportamiento para los caracteres: altura de la planta (AP), altura de la mazorca (AM), longitud de la mazorca (LM) y fecha de floración femenina (Ff). En el caso de los caracteres AP y AM, su comportamiento coincide con el criterio de productores quienes prefieren plantas no muy altas, que aunque no sean las de mejor rendimiento, hagan más fácil su cosecha⁷. La floración femenina de estas accesiones ocurrió entre los 54 y 57 días, encontrándose dentro de las más precoces, carácter que las hace más importante, pues nos da la probabilidad de asegurar una producción mediante el escape a la sequía (7, 11, 12).

Para el caso de las accesiones 25, 26, 39, 46 y 108, presentaron una interacción positiva con el ambiente 1 (zona I), al mostrar buen comportamiento para los caracteres: peso de 1 000 semillas (P 1 000), rendimiento (Rend), diámetro de la mazorca (DM), número de hileras por mazorca (Nh) y número de granos por hileras (NgH), y negativa con el ambiente 2, al no mostrar buen comportamiento para estos caracteres. En este sentido, se destacan las accesiones 26 y 46 como las de mejor comportamiento respecto a los componentes del rendimiento.

Por otro lado, al analizar las accesiones 14, 25, 26, 32, 39, 46, 106, 108, 116 y 120, presentaron interacciones positivas para una u otra zona, y buen comportamiento para cuatro o más caracteres. Además, la mayoría de estas accesiones provienen de condiciones de suelo similares a las zonas donde se efectuaron los experimentos (Tabla I), donde existe un alto índice de aridez y riesgo de sequía⁸, lo que pudiera ser la base para explicar el buen comportamiento que presentaron las mismas en las zonas I y II.

Por otro parte, el ambiente puede tener una influencia directa en la expresión de genes cuantitativos que las variedades presentan, lo que conlleva a que las mismas expresen su mayor potencial ante condiciones similares a las cuales ellas han evolucionado o se han adaptado (18).

Los resultados de esta investigación corroboran el planteamiento anterior. Además, las diferencias encontradas en el comportamiento morfoagronómico de las accesiones ante los dos ambientes, pudiera deberse a que el efecto del ambiente sobre los caracteres repercute en los valores del rendimiento de los genotipos, en este caso, las accesiones (7); debido principalmente a la herencia poligénica que tienen los mismos, así como a la influencia que tiene el ambiente en los efectos aditivos de estos genes (18). En otros trabajos investigativos (16), también se ha enfatizado sobre este tema.

Contar con las variedades identificadas con buen comportamiento para los caracteres vegetativos y caracteres morfoagronómicos evaluados en ambos

ambientes, permitirá la disseminación en estas zonas de accesiones adaptadas a las condiciones de sequía.

RECOMENDACIONES

- ◆ Utilizar, en la zona I, las accesiones 14, 25, 26, 32, 39, 46, 106, 108, 116, 120 y testigo Gibara, por su respuesta en los caracteres evaluados, haciendo énfasis en las accesiones 26 y 46 como las de mejor comportamiento en cuanto a rendimiento.
- ◆ Recurrir a las accesiones 14, 32, 106, 116, 120 y el testigo Gibara, debido al comportamiento positivo en la zona 2, siendo plantas que prefieren los productores por su tamaño mediano en cuanto a altura de la planta, y altura de la mazorca, además de floración precoz (54 y 57 días).
- ◆ Tener presente para ambas zonas, las accesiones que alcanzaron buena estabilidad genética (26, 44, 46, 106, 125) y el testigo Gibara por su respuesta en los dos ambientes.
- ◆ Proponer al Sistema de Extensionismo de la UEICA-H y al Sistema Local de Semillas, las accesiones de maíz con mayor adaptabilidad a las condiciones del municipio de Gibara, provincia Holguín.

REFERENCIAS

1. FAO. FAOSTAT Database Records. 2000. [Consultado el 26 de noviembre de 2008]. Disponible en: <<http://foostat.fao.org/>>.
2. Wasde. The World Agricultural Supply and Demand Estimates. United States Department of Agriculture [en línea: Febrero 10, 2009. [Consultado: marzo, 9 de 2009]. Disponible en: <<http://www.usda.gov/oce/commodity/wasde/>>.
3. Acosta, R. El cultivo del maíz, su origen y clasificación. El maíz en Cuba. *Cultivos Tropicales*, 2009, vol. 30, no. 2, p. 113-120.
4. FAO. El maíz en la nutrición humana. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. [Consultado el 26 de noviembre de 2008]. Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/t0395s/t0395s00.htm>>. 2004>.
5. Ojeda, R.; Aranda, S. y Rodríguez, Daimarelis. Zonificación del municipio Gibara. *Revista Trimestral Ciencias Holguín*, 2003, año IX, no. 4. ISSN 1027-2127.
6. Pardo, A. y Ruiz, M. A. SPSS 11. Guía para el Análisis de datos. McGraw-Hill/Interamericana de España S.A. 2002, p. 715.
7. Alejos, G.; Monasterio, P. y Rea, R. Análisis de la Interacción genotipo-ambiente para rendimiento de maíz en la región maicera del estado Yaracuy, Venezuela. *Agronomía Trop.*, 2006, vol. 56, no. 3, p. 369-384.
8. Varela, M.; Vicente, J. L.; Galindo, P.; Báñez, A.; Castillo, J. G. y Estévez, A. Una generalización de los modelos AMMI basada en el algoritmo de Tuckals3 para el análisis de Componentes Principales de tres modos. *Cultivos Tropicales*, 2008, vol. 29, no. 1, p. 69-72.

9. Yang, R. C.; Crossa, J.; Cornelius, P. L. y Burgueño, J. Biplot analysis of genotype x environment interaction: Proceed with caution. *Crop Science*, 2009, vol. 49, no. 1-13.
10. Carballo, A. Manual gráfico para la descripción varietal del maíz (*Zea mays*, L.). 1ed. México: SAGARPA. 2001, p. 114.
11. Castañón, G.; Cruz, R.; Del Pino, R.; Panzo, E.; Montiel, M. y Filobello, Lorena. Selección de líneas de maíz por resistencia a sequía. *Agronomía Mesoamericana*, 2000, vol. 11, no. 1, p. 163-169.
12. Permuy, Nénsida; García, E.; Chaveco, O. y Concepción, A. Evaluación participativa de variedades e híbridos de maíz en condiciones de limitada humedad en el suelo. Compendio de Investigaciones Agropecuarias. Estación Territorial de Investigaciones Agropecuarias. Holguín (ETIAH). 2006, p. 27-32.
13. Pérez, P. y Rodríguez, E. Ministerio de la agricultura. Guía técnica para la producción del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Instituto de investigaciones Hortícolas «Liliana Dimitrova». 2010, p. 11.
14. Rabí, O.; Pérez, P.; Permuy, Nénsida; Hung, J. y Piedra, F. Guía técnica para la producción del cultivo del maíz. 2001, p. 12.
15. Yan, W.; Kang, M. S.; Ma, B.; Woods, S. y Cornelius, P. L. GGE biplot vs. AMMI analysis of genotype-by-environment data. *Crop Sci.*, 2007, vol. 47, p. 643-655.
16. Yan, Z. H.; Wei, Y. M.; Lan, X. J. y Zheng, Y. L. Evaluation of genotype x environment interaction in Chinese spring wheat by the AMMI model, correlation, and path analysis. *J. Agron. Crop Sci.*, 2006, vol. 192, p. 221-227.
17. Gauch, H. G.; Piepho, H. P. y Annicchiarico, P. Statistical analysis of yield trials by AMMI and GGE: Further considerations. *Crop Sci.*, 2008, vol. 48, no. 866-889.
18. Merila, J. y Sheldon, B. C. Avian quantitative genetics. *Curr. Ornithol.*, 2001, no. 16, p. 179-255.

Recibido: 2 de septiembre de 2011

Aceptado: 26 de noviembre de 2012

¿Cómo citar?

Ferraz Téllez, Yovanis; Permuy Abeleira, Nénsida y Acosta Roca, Rosa. Evaluación de accesiones de maíz (*Zea mays*, L.) en condiciones de sequía en dos zonas edafoclimáticas del municipio Gibara, provincia Holguín. Evaluación morfoagronómica y estudios de la interacción genotipo x ambiente. *Cultivos Tropicales*, 2013, vol. 34, no. 4, p. 24-30.