ARTÍCULO TÉCNICO

Evaluación de las características cuantitativas de 25 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) de la zona andina

Gustavo Ligarreto M.[1],
Angélica Ballén P.[2]
Doris Huertas B.[2]

ABSTRACT

Title: **Quantitative evaluation of 25 Andean maize accessions**

An experiment was carried out at the Tibaitatá Research Center of Corpoica located in Mosquera, Cundinamarca, Colombia at 2600 masl. The objective was to evaluate the quantitative variation exhibited by a collection of 25 Andean maize accessions, using 27 descriptors proposed by CYMMYT, which comprise the whole plant, the ear and kernel characteristics. Ten plants by accession were used, to evaluate the variables. Simple statistics were applied to the recorded variables, including means, standard deviation, variation coefficients and linear correlation analysis. Canonical and cluster analysis were also applied to classify the accessions. Eighty nine percent of the total variation was explained by the first five canonical variables. The highest contribution to such variation was accounted by the following variables: ear weight, 100 kernel weight, kernel number per ear row, plant height, foliage width and ear position in the plant. Cluster analysis of the first two canonical variables indicated the existence of seven groups, related to morphological variability and place of origin of the materials under evaluation.

Key words: accesions, collections, evaluation, cuantitative characteristics, *Zea mays* L., corn, multivariate analysis, germplasm, descriptors.

RESUMEN

Con el objeto de evaluar morfológicamente 25 accesiones de maíz (*Zea mays* L.) de la zona andina, consignadas en el Banco de Germoplasma de ICA-CORPOICA, se aplicó una metodología propuesta por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) que emplea 27 descriptores relacionados con la planta, la mazorca y el grano. El maíz se sembró en surcos de 10 m de longitud, con uno a cinco surcos por parcela para cada accesión. En cada una de las parcelas se evaluaron 10 plantas en plena competencia para los caracteres varietales en estudio. Los datos se analizaron mediante estadísticas simples: desviación estándar, coeficientes de variación y correlaciones; para clasificar las accesiones se usaron análisis multivariados de variables canónicas y análisis de conglomerados (*cluster*).

Los resultados mostraron que las primeras cinco variables canónicas explicaron el 89% de la variación total; las variables con mayor contribución fueron peso de la mazorca, número de granos por 100 gramos, número de granos por hilera, altura de la planta, ancho de la lámina foliar y posición de la mazorca. Del análisis de agrupamientos, realizado mediante graficación en un plano cartesiano con base en las dos primeras variables canónicas, se pudo inferir que existe diversidad genética en las accesiones de maíz evaluadas, lo cual permitió clasificar las mismas en 7 grupos uniformes según las características morfológicas discriminantes y su lugar de origen.

Palabras claves: accesión, colección, evaluación, caracteres cuantitativos, *Zea mays L.*, maíz, análisis multivariado, germoplasma, descriptores.

INTRODUCCIÓN

El maíz es el tercer cultivo comercial por área sembrada a nivel mundial, después del trigo y del arroz, con una extensión de 125 millones de hectáreas que corresponde al 11,8% del área cultivada mundial y con una producción de 215 millones de toneladas (Torregroza, 1980; Reyes, 1990). En las áreas tropicales y subtropicales, este cereal es igualmente importante, con 58,5 millones de hectáreas sembradas en 1990 (CIMMYT, 1992). Las razones de esta preeminencia se atribuyen a su alto rendimiento fisiológico, la facilidad de cosecha y de transporte, y la disponibilidad de variedades adaptadas a diferentes condiciones climáticas (Parsons, 1987).

El maíz constituye el 54% del total de las fuentes alimenticias de la población humana y es el principal alimento en países como México, toda Centroamérica, Venezuela, Colombia, China, en países de África y del suroeste de Europa, donde el consumo por habitante es mayor de 50 kg/año (González, 1995). La importancia de este cereal en el mundo, y en el caso particular de Colombia, justifican la realización de estudios secuenciales sobre la diversidad genética, que comiencen por evaluaciones morfológicas y agronómicas orientadas básicamente a la determinación cuantitativa de caracteres de importancia económica. Esta información puede ser utilizada en trabajos posteriores que provean alternativas de fitomejoramiento eficientes de acuerdo con las prioridades regionales de investigación y producción.

Materiales y métodos

En el Centro de Investigación Tibaitatá de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, ubicado a 442' de latitud norte y 7412' de longitud oeste, en el Municipio de Mosquera (Cundinamarca, Colombia) con una altitud de 2.543 msnm, temperatura promedio de 12,9°C, precipitación anual de 642 mm y humedad relativa del 79%, se llevó a cabo un estudio de evaluación de materiales de maíz. Los suelos del lote donde se efectuó el trabajo son de textura franco-arcillosa con fertilidad media.

1. Programa Nacional de Recursos Genéticos Vegetales, CORPOICA, A.A. 240142 Las Palmas, Santa Fe de Bogotá, Colombia. 2. Biólogas, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Santa Fe de Bogotá, Colombia.

Se evaluaron 25 accesiones de maíz de clima frío de la zona andina pertenecientes al Banco de Germoplasma de ICA-CORPOICA, que se sembraron en surcos de 10 metros de largo por 90 cm de distancia entre surcos. En cada parcela se sembraron entre 1 y 5 hileras de cada material dependiendo de la disponibilidad de semilla (Tabla 1).

La preparación del terreno se hizo mediante un pase de arado y dos rastrilladas; el control de malezas se realizó en forma manual y mecánica para evitar cualquier toxicidad por la aplicación de herbicidas que alteraran la expresión fenotípica de los caracteres de importancia en la evaluación.

Caracterización morfológica

Las evaluaciones se realizaron según el estado fenológico, tomando en cuenta 27 descriptores varietales propuestos por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMT) para el cultivo del maíz (*Zea mays* L.). Se tomaron 10 plantas al azar por parcela, en las que se evaluaron en forma individual las variables objeto de estudio. En la Tabla 2 se presentan los caracteres cuantitativos evaluados con su respectiva unidad de medida.

Tabla 1. Genotipos de maíz de la zona andina sometidos a evaluación. Corpoica C.I. Tibaitatá, 1995-1996.

N. de orden	Denominación	Origen
1	ECUADOR 557	Ecuador
2	ECUADOR 615	Ecuador
3	ECUADOR 618	Ecuador
4	ECUADOR 736	Ecuador
5	ECUADOR 933	Ecuador
6	ECUADOR 973	Ecuador
7	ANTIOQUIA 531	Colombia
8	ECUADOR 355	Ecuador
9	ECUADOR 409	Ecuador
10	ECUADOR 419	Ecuador
11	ECUADOR 436	Ecuador
12	ECUADOR 439	Ecuador
13	ECUADOR 455	Ecuador
14	ECUADOR 474	Ecuador
15	ECUADOR 484	Ecuador
16	ECUADOR 502	Ecuador
17	ECUADOR 505	Ecuador
18	ECUADOR 517	Ecuador
19	ECUADOR 521	Ecuador
20	CAUCA 469	Colombia
21	BOLIVIA 392	Bolivia
22	BOLIVIA 563	Bolivia
23	BOLIVIA 664	Bolivia
24	NARIÑO 549	Colombia
25	ANTIOQUIA 545	Colombia

Tabla 2. Caracteres cuantitativos evaluados en 25 accesiones de maíz de la zona andina.

Caracteres	Medidas de evaluación
Altura al nudo de la mazorca superior	cm
Altura de planta	cm
Nudos por planta	unidad
Longitud de la lámina foliar	cm
Ancho de la lámina foliar	cm
Longitud del pedúnculo espiga	cm
Longitud del eje central espiga	cm
Diámetro del tallo	cm
Número ramas secundarias espiga	unidad
Número de mazorcas por planta	unidad
Longitud de las brácteas	cm
Número de brácteas	unidad
Distancia apical	cm
Longitud pedúnculo mazorca	cm
Número de hileras	unidad
Número de granos por hilera	unidad
Longitud de la mazorca	cm
Diámetro de la mazorca	cm
Peso de la mazorca	g
Peso del grano de la mazorca	g
Diámetro del raquis mazorca	cm
Número de granos por 100 g	unidad
Longitud del grano	cm
Ancho del grano	cm
Espesor del grano	cm
Días a floración masculina	días
Días a floración femenina	días

Procesamiento de datos

Una vez tomadas las variables, se elaboró una base de datos en la matriz electrónica Excel® y posteriormente se procesó la información utilizando el paquete estadístico SAS (Statistycal Analysis System®, versión 10, 1995; Crici, 1993; Scholotzharer y Littell, 1987). A través de un análisis de correlación se determinó el grado de asociación entre los caracteres y se seleccionaron algunas variables altamente correlacionadas (Steel y Torrie, 1985). Así mismo, se realizó un análisis canónico con el fin de determinar, mediante valores y vectores característicos, las variables de mayor peso en la evaluación de la colección de maíz. También se diseñó la discriminación de las accesiones en un plano cartesiano, con base en las medias de clase sobre las dos primeras variables canónicas, lo cual permitió el agrupamiento de los materiales.

Resultados y discusión

Dado que el maíz es una especie alógama, en la mayoría de los casos la semilla se derivó del cruzamiento de dos plantas; en consecuencia, cada individuo de una población es altamente heterocigótico, lo cual da lugar a la heterogeneidad genética de las poblaciones. En razón de lo anterior, la información se tomó a nivel individual en 10 plantas representativas de cada accesión o población. Dado que las variables cuantitativas se ven afectadas por el ambiente, la categorización se realizó en cada sitio, y por ello, el conjunto de variables de una misma localidad se utilizó para identificar conglomerados por adaptación.

Análisis estadístico simple

La Tabla 3 presenta los valores promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación de 27 descriptores cuantitativos encontrados en las 25 accesiones de maíz evaluadas en el estudio. El carácter más variable en la mazorca fue la longitud del pedúnculo con 52,33%, y el más estable fue el diámetro de la mazorca con 12,12%. Otro contraste importante se observa en la longitud del pedúnculo de la espiga con 43,15% y en los días a la floración femenina con un coeficiente de variación de 8,65%. Este alto grado de variación de los caracteres evaluados se debe a la diversidad fenotípica de las accesiones en estudio.

Para clasificar la colección evaluada se elaboró una matriz de correlación entre las diferentes variables registradas y luego se realizó un análisis canónico diseñado para clasificar los materiales en conglomerados, de acuerdo con las distancias euclidianas representadas en un plano bidimensional, obtenidas a partir de las variables canónicas que mejor explican la variabilidad total.

Los caracteres con mayor grado de asociación se presentan en la Tabla 4, e incluyen, entre otros: épocas de floración masculina y femenina (r=0,96); peso del grano y peso de la mazorca (r=0,92), altura de la mazorca superior y altura de planta (r=0,82). Con el objetivo de reducir información redundante, se eliminaron las variables: altura de la mazorca superior y número de nudos por planta, en razón de su alta correlación positiva con la altura de la planta; distancia apical, por su correlación con la longitud de las brácteas; longitud de la lámina foliar, por su alta asociación con la longitud del eje central de la espiga; peso del grano de la mazorca, por su asociación con el peso de la mazorca; y época de la floración masculina, por su alta correlación con la época de floración femenina. La selección de las variables se realizó teniendo en cuenta los caracteres más frecuentes en estudios de

Tabla 3. Estadísticas simples para caracteres cuantitativos de 25 accesiones de maíz de la zona andina

Caracteres estudiados	Promedio*	Desviación estándar	Coeficiente de variación (%)
Altura nudo mazorca superior (cm)	116.10	39.39	19.65
Altura de la planta (cm)	181.22	40.90	12.40
Nudos por planta	13.20	2.48	10.90
Longitud lámina foliar (cm)	66.94	15.26	13.59
Ancho lámina foliar (cm)	8.64	1.54	14.02
Longitud pedúnculo espiga (cm)	7.07	4.00	43.15
Longitud eje central espiga (cm)	31.11	7.56	17.31
Número ramas secundarias por espiga	18.77	6.25	26.90
Diámetro del tallo (cm)	2.80	0.56	13.31
Número mazorcas por planta	1.55	0.54	31.32
Longitud de las brácteas (cm)	24.43	4.80	14.18
Número de brácteas	8.70	3.33	38.28
Distancia apical (cm)	18.48	4.29	13.94
Longitud pedúnculo mazorca (cm)	4.71	2.57	52.33
Número de hileras	10.84	2.03	14.27
Número de granos por hilera	17.45	4.25	22.40
Longitud de la mazorca (cm)	12.41	2.87	15.53
Diámetro de la mazorca (cm)	3.31	0.57	12.12
Peso de la mazorca (g)	85.33	30.12	14.34
Peso grano de la mazorca (g)	79.50	25.61	24.62
Diámetro raquis mazorca (cm)	2.07	0.37	13.84
Número de granos en 100g	178.81	51.68	24.31
Longitud del grano (cm)	1.16	0.20	11.56
Ancho del grano (cm)	0.95	0.20	14.83
Espesor del grano (cm)	0.64	0.13	8.58
Floración masculina (días)	132.9	12.18	9.16
Floración femenina (días)	139.86	12.10	8.65

* Valor promedio de 250 plantas

Tabla 4. Resumen de las variables cuantitativas correlacionadas en la caracterización de 25 accesiones de maíz de la zona andina.

Caracteres	Coeficiente de correlación (%)
Altura de la mazorca superior - Altura de la planta	0.82 **
Nudos por planta - Altura de la planta	0.60 **
Distancia apical - Longitud de las brácteas	0.60 **
Longitud de la lámina foliar - Longitud del eje central de la espiga	0.63 **
Peso del grano de la mazorca - Peso de la mazorca	0.92 **
Floración masculina - Floración femenina	0.96 **

** altamente significativas (P<0.01).

Tabla 5. Selección de variables canónicas de caracteres cuantitativos por valores característicos ($\lambda \geq 1$).

Variable	Valor característico ($\lambda \geq 1$)	Proporción (%)	Acumulado (%)
1	4.84	29.7	29.7
2	4.01	24.6	54.3
3	2.99	18.3	72.6
4	1.66	10.2	82.8
5	1.01	6.2	89.0

evaluación en maíz, al igual que por la facilidad de medida y la confiabilidad como marcadores morfológicos.

Dadas las significancias obtenidas en las 27 variables cuantitativas evaluadas, se decidió aplicar estadísticas multivariadas a través del análisis canónico generado a partir de la estructura de correlaciones. Teniendo en cuenta los caracteres en estudio, en la Tabla 5 se reportan los primeros cinco valores característicos que explican el 89% de la variación total. El primero aporta el 29,7%, el segundo el 24,6% y sucesivamente en orden decreciente hasta el quinto valor característico, que aporta el 6,2% de la variación fenotípica total representada en la colección.

Teniendo en cuenta la magnitud de los coeficientes (valor absoluto) dentro de los vectores asociados a cada valor característico de las variables canónicas, se encuentra que las variables de mayor peso en la función canónica uno son: altura de la planta, longitud del grano y longitud del pedúnculo de la espiga; en la función canónica dos: número de brácteas de la mazorca y peso de la mazorca; en la función canónica tres: diámetro del tallo, altura de la planta y número de brácteas; en la función canónica cuatro: número de hileras de la mazorca y diámetro de la mazorca; y para la función canónica cinco: ancho de la lámina foliar y número de granos en 100 g (Tabla 6).

Estos resultados permiten inferir que la arquitectura de la planta se puede describir con la función canónica uno, teniendo en cuenta la longitud de las estructuras vegetativas y reproductivas; la función canónica tres discrimina por grosor del tallo; la función cinco lo hace con el descriptor de área foliar. Por su parte, las estructuras reproductivas representadas por las funciones canónicas dos y cuatro son aporte de los caracteres de la mazorca, acompañados del número de granos en 100 g. Los otros descriptores relacionados en el listado de la Tabla 2 tienen menor importancia en la variación de la descripción varietal.

El análisis canónico discriminante fue usado para determinar agrupamientos de entradas con caracteres cuantitativos similares. La Figura 1 ilustra la dispersión de las accesiones en un plano cartesiano, con las primeras funciones obtenidas a partir del análisis canónico discriminante. La primera y segunda función explican el 30 y el 25% de la variabilidad entre clases o tratamientos respectivamente. También aparecen 7 grupos de accesiones discriminadas en estas dos funciones canónicas de importancia. Los grupos más distantes respecto de

su origen fueron: Colombia-Ecuador IV, Colombia V, Ecuador VI y Colombia VII; por el contrario, los grupos más cercanos genéticamente fueron Ecuador I, Ecuador II y Bolivia III. La dispersión entre los agrupamientos indica el alto grado de variabilidad existente entre las accesiones evaluadas. Los materiales más distantes fueron: Colombia-Antioquia 531, Ecuador 615 y Colombia-Cauca 469, los cuales son únicos en su grupo.

Por otra parte, se observa traslape entre las accesiones de los grupos I y II con materiales de procedencia ecuatoriana; así mismo, de los grupos III y IV de procedencia Boliviana y de Colombia-Ecuador, respectivamente. Ello indica que estos grupos tienen caracteres cuantitativos similares, posiblemente originados en fenómenos de adaptación y parentesco por hibridaciones ocurridas geográficamente entre los parentales (Márquez *et al.*, 1996).

La dispersión entre las accesiones depende de atributos cuantitativos; por lo tanto, pueden usarse para seleccionar los grupos de importancia. Como estrategia, se conformaron grupos de germoplasma teniendo en cuenta el origen can 1=0 y can 2=0 (función canónica = can), con producto de atributos cercano a cero; es decir, con respuesta promedio para el comportamiento de los caracteres cuantitativos (Figura 1). Entre éstos figuran los genotipos Ecuador 355, Ecuador 521, Ecuador 419, Ecuador 557 y Ecuador 439. Por su parte, las accesiones que se alejan del punto de origen (positiva o negativamente), presentan caracteres contrastantes extremos como Antioquia 531 y Ecuador 615; éstos tienen especial importancia como progenitores en razón a su diversidad (Crossa *et al.*, 1995).

La descripción general de cada uno de los grupos de germoplasma se reseña en la Tabla 7. Los grupos I y II incluyen sólo accesiones ecuatorianas y se caracterizan por tener plantas con alturas entre 1,42 y 1,81 m; buen peso de la mazorca, 100 g en el grupo I y 78,5 g en el grupo II; número de granos por 100 g, 172 y 149, respectivamente. La escasa variación encontrada entre estos dos grupos puede deberse a la poca diferencia en altitud geográfica entre las zonas de cultivo de estas accesiones, como lo reportaron Stuber y Goodman (1983), quienes revelan alta correlación entre altitud y frecuencia de alelos para los caracteres morfológicos estudiados en las razas andinas (Doebley, 1990).

El grupo III de origen Boliviano, se caracteriza por el bajo peso de la mazorca (69,39 g) y del grano (211 granos pesan 100 g). Los grupos V y VII de origen colombiano sobresalen por el buen peso de la mazorca (101,42 y 104,73 g), con altura de planta de 2,47 m para el grupo V que está representado por la variedad Antioquia 531 tipo Montaña, y Cauca 469 con 2,36 m, que es de mazorca pequeña (58,05 g y 184 granos pesan 100 g). Estos materiales son característicos del clima frío colombiano, de porte alto, plantas vigorosas y de ciclo vegetativo superior a 210 días.

En general, se aprecia que existe diversidad genética entre las 25 accesiones de maíz evaluadas, como lo indican las características cuantitativas y el lugar de origen. A partir del análisis multivariado se pudo determinar que las variables con mayor poder discriminante fueron: (1) caracteres de la mazorca, representados por las variables peso de la mazorca, número de granos por 100 g, número de granos por hilera, número de hileras, diámetro de la mazorca y número de brácteas; y (2) arquitectura de la planta, que incluye las variables diámetro del tallo, altura de la planta y ancho de la lámina foliar.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que en la colección andina, representada en los genotipos evaluados en el presente estudio, existe variabilidad cuantitativa en cuanto atributos relacionados con la productividad. Estos materiales ameritan su evaluación en diversos nichos ecológicos, y bajo diferentes sistemas de producción, para verificar su potencial y su posible inclusión en programas de mejoramiento.

Dado que la variabilidad cuantitativa está relacionada con la adaptación, como se corrobora en el presente estudio, la multiplicación de los materiales evaluados debe realizarse en condiciones similares a las del sitio de origen de cada material, con el objeto de obviar la selección gamética y genotípica que podría ocurrir al hacerlo en localidades diferentes, lo cual conduce a cambios en la constitución genética de los materiales.

Igualmente, dada la variabilidad cuan-

Tabla 6. Variación representada por los principales caracteres cuantitativos en 25 accesiones de maíz de la zona andina.

Carácter	Vectores característicos				
	Can 1	Can 2	Can 3	Can 4	Can 5
Altura de la planta	- 0.599	0.368	0.615	0.143	0.043
Ancho de la lámina foliar	0.067	0.402	- 0.101	- 0.378	0.455
Long. pedúnculo de la espiga	0.515	0.177	0.005	0.275	- 0.342
Diámetro del tallo	- 0.037	0.508	0.583	0.063	- 0.025
Nº de brácteas	- 0.447	0.634	- 0.599	- 0.063	- 0.123
Nº de hileras de la mazorca	- 0.174	- 0.167	- 0.286	0.779	0.201
Diámetro de la mazorca	0.393	0.454	- 0.095	0.515	0.212
Peso de la mazorca	0.173	0.539	0.162	0.139	0.204
Nº granos en 100 gramos	-0.353	- 0.160	- 0.179	0.240	0.531
Longitud del grano	0.674	0.444	- 0.177	0.056	0.321

Tabla 7. Características representativas de variabilidad en 25 accesiones de maíz de la zona andina.

Carácter	Grupos						
	1	2	3	4	5	6	7
Altura de la planta	1.81	1.42	1.60	2.44	2.47	176.00	2.36
Diámetro del tallo (cm)	2.90	2.60	2.30	2.90	3.30	2.70	4.00
Ancho lámina foliar (cm)	9.00	8.30	8.70	7.60	9.40	9.80	8.50
No. de hileras de la mazorca	10.40	10.30	11.50	11.70	9.20	11.20	12.00
No. de granos por hilera	18.00	15.00	18.00	18.00	20.00	17.00	18.00
Diámetro de la mazorca (cm)	3.61	3.29	2.92	3.04	2.97	3.90	2.94
Peso de la mazorca (g)	100.75	78.51	69.29	73.15	101.42	104.73	58.05
No. de granos en 100 (g)	172.00	149.00	211.00	198.00	166.00	196.00	184.00

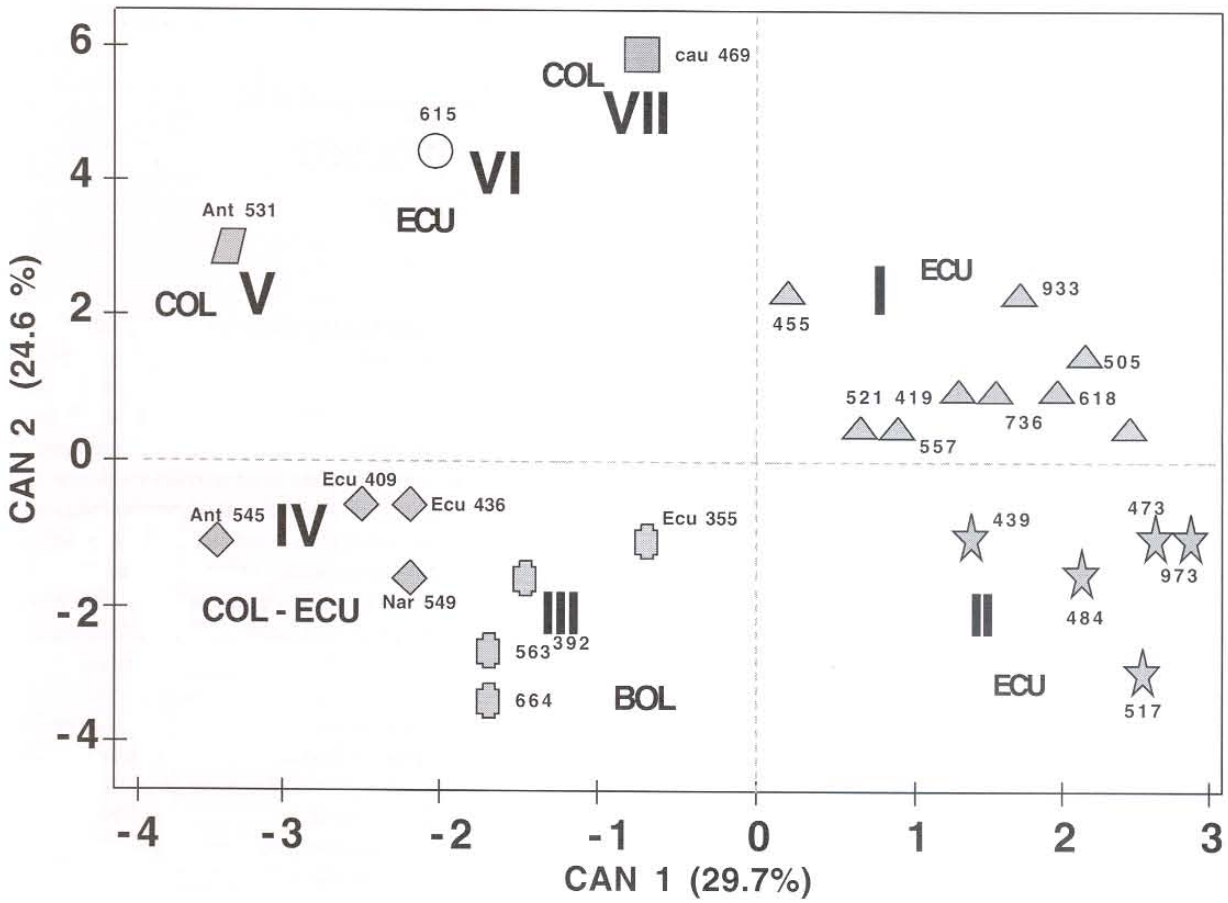

Figura 1. Dispersión de siete grupos de germoplasma de maíz en un plano cartesiano, definidos por funciones canónicas obtenidas del análisis determinante de caracteres cuantitativos. Los grupos están representados por números romanos y las accesiones por figuras geométricas de tonos diferentes.

titativa y el alto grado de alogamia del maíz, es imperativo mantener la semilla de las colecciones en las mejores condiciones posibles a fin de efectuar las renovaciones con menor frecuencia, asegurando con ello menores cambios en la estructura genética poblacional de las accesiones depositadas en los Bancos de Germoplasma.

Conclusiones

Se detectó gran variabilidad cuantitativa entre las 25 accesiones de maíz evaluadas en el ambiente del C.I. Tibaitatá (Mosquera); en ellas, los componentes de la mazorca y la arquitectura de la planta o "canopy" son los de mayor interés para la acertada descripción de la variabilidad en la colección.

La información generada en este estudio puede utilizarse en evaluaciones posteriores, en ambientes diferentes, utilizando los otros materiales de la colección de maíz existente en el Banco de Germoplasma. El conocimiento de las razas latinoamericanas de maíz, y sus respectivas variedades, podrá ser ampliado con miras a la selección de progenitores deseables para programas de mejoramiento varietal y para el diseño de estrategias de conservación del germoplasma en Bancos de Semillas y de conservación *in situ*.

AGRADECIMIENTOS

Al doctor Mario Lobo Arias, Coordinador Nacional de Recursos Genéticos Vegetales de CORPOICA, por la colaboración en la revisión del manuscrito y las sugerencias para la presentación del trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

Centro de Investigación de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1992. World maize facts and trends: Maize research investment and impacts in developing countries. Mexico.

Crisci, J.V. 1983. Introducción a la teoría práctica de la taxonomía numérica. OEA, Washington, D.C. 132 pp.

Crossa, J., Basford, K., Taba, S., Delacy, I. and Silva E. 1995. Three-Mode Analysis of Maize Using Morphological and Agronomic Attributes Measured in Multilocational Trials. Crop Science 35:1483-1491.

Doebley, J. 1990. Molecular Evidence and the Evolution of Maize. Economic Botany 44:6-27.

González, U. 1995. El maíz y su conservación. 1ª ed. Trillas, México, 399 pp.

Holland, J.B., Goodman, M.M. and Castillo F. 1996. Identification of Agronomically Superior Latin American Maize Accesions via Multi-State Evaluations. Crop Science 36:778-784.

Márquez, J.J., Johnson, L.D., Barnes, D.K. and Basigalup D.H. 1996. Crown Morphology relationships among Alfalfa Plant Introductions and Cultivars. Crop Science 36:766-770.

Parsons, D. 1987. Manuales para la educación agropecuaria: Maíz. 1ª ed. Trillas, México, 56 pp.

SAS Institute. 1995. Procedures Guide: Release 6.10. SAS Institute, North Carolina, USA.

Scholotzhaver, S.D and R.C Littell. 1987. SAS System for elementarity statistics analysis. SAS Institute, North Carolina, USA, 417 pp.

Steel, R. y Torrie, J. 1985. Bioestadística: principios y procedimientos. 2ª ed. Mc GrawHill Latinoamericana, Bogotá, 622 pp.

Stuber, C.W. and Goodman, M.M. 1983. Albozime genotypes for popular historically important inbred lines of corn (*Zea mays* L.) USDA-ARS-S16-U.S. Washington, D.C., Gov. Print Office.

Torregroza, M. 1980. Estadísticas mundiales sobre la producción del cultivo del maíz. Instituto Colombiano Agropecuario ICA, Mosquera (Cundinamarca), Colombia.