

FITOMEJORAMIENTO PARTICIPATIVO DEL MAÍZ (*Zea mays* L.). UNA EXPERIENCIA EN LA HABANA

Lianne Fernández✉, R. Cristóbal, R. Ortiz y N. León

ABSTRACT. The objectives of this work were to know the materials selected by farmers and their selection criteria used according to gender and locality, as well as to describe and evaluate these maize materials from the morphologic and agronomic points of view. The research was carried out at "Gilberto León" Agricultural and Animal Husbandry Cooperative, located in San Antonio de los Baños, Havana. 97 maize accessions were sown, 40 coming from the INIFAT's germplasm collection, 56 from the National Institute of Agricultural Sciences (INCA) and one genotype selected by a farmer from the cooperative. 100 days after sowing, a fair was celebrated with farmers from two localities: San Antonio de los Baños and Batabanó, with both, men and women. A field survey was performed during the fair to the farmers, in order to register their criteria for selecting those materials. With the data obtained a frequency study was carried out, in order to group the information and also for evaluating some characteristics related to yield. Results revealed the farmers' knowledge and experience about maize, considering locality and gender. The characters used were adequate for characterizing and describing the materials. The principal component analysis permitted an adequate characterization of the materials in four groups, according to components 1 and 2, with a contribution of 67.39 % of the total variation at the first three components.

Key words: plant breeding, selection criteria, maize, rapid rural appraisal

INTRODUCCIÓN

El comportamiento de las variedades en diferentes ambientes es lo que se conoce como interacción genotipo y ambiente (GXA). Esta interacción se vuelve muy importante cuando los ambientes de selección y de destino

Ms.C. Lianne Fernández, Investigador Agregado; Ms.C. R. Cristóbal, Investigador Auxiliar y N. León, Especialista de la Dirección de Genética Vegetal, Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), calle 1 esquina 2, Santiago de las Vegas, CP 17 200 y Dr.C. R. Ortiz, Investigador Titular del Dpto de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto de Ciencias Agrícolas (INCA), Gaveta Postal 1, San José de Las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700.

✉ juanqui@infomed.sld.cu

RESUMEN. Los objetivos del trabajo fueron conocer los materiales seleccionados por los agricultores y los criterios de selección según el sexo y la localidad, así como describir y evaluar los materiales de maíz utilizados desde el punto de vista morfológico y agronómico. El trabajo se realizó en la Cooperativa de Producción Agropecuaria "Gilberto León", San Antonio de los Baños, provincia Habana. Se sembraron 97 entradas de maíz (*Zea mays* L.), 40 procedentes de la colección de germoplasma del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), 56 del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) y un material seleccionado por un campesino de la CPA «Gilberto León». A los 100 días de la siembra se efectuó una feria con agricultores de dos localidades: San Antonio de los Baños y Batabanó, donde hubo representación de mujeres y hombres. A estos agricultores se les hizo una encuesta en el campo durante la feria que recogía sus criterios en el momento de seleccionar sus materiales. A estos resultados se les realizó un estudio de frecuencia, con el fin de agrupar la información y también se evaluaron algunos caracteres relacionados con el rendimiento. Los resultados revelan el conocimiento y la experiencia sobre el cultivo del maíz, teniendo en cuenta la localidad y el sexo de los agricultores. Los caracteres utilizados fueron adecuados para caracterizar y describir los materiales. El análisis de los componentes principales permitió una adecuada clasificación de los materiales en cuatro grupos, para los componentes 1 y 2, con una contribución de la variación en los tres primeros componentes de un 67.39 %.

Palabras clave: fitomejoramiento, criterios de selección, maíz, diagnóstico rural rápido

son diferentes, siendo este el problema fundamental del mejoramiento de las plantas. La selección directa en el ambiente de destino siempre ha sido más efectiva y mientras este sea más variable, menor será la eficiencia de la selección. Una de las formas de vencer las barreras que impone la interacción GxA a un progreso efectivo en el mejoramiento es mejorar la adaptación específica de las variedades en el propio ambiente de destino. Esto se puede lograr seleccionando directamente en los ambientes de destino, lo cual permite que los cultivares y cultivos se adapten al ambiente biofísico y socioeconómico, y se reafirma la importancia de las variedades locales domesticadas para el fitomejoramiento (1).

Esto constituye una selección descentralizada, la cual puede fallar si no se consideran las preferencias y el conocimiento que tienen los agricultores acerca de los cultivos y de su ambiente. La modalidad participativa en el fitomejoramiento ofrece una solución al problema, tanto para adecuar el cultivo a muchos ambientes como a las preferencias de los usuarios (2).

Las primeras experiencias desarrolladas en Cuba en el fitomejoramiento participativo se han llevado a cabo en el cultivo del maíz y frijol en La Habana y Pinar del Río (3).

Los objetivos del siguiente trabajo fueron caracterizar y evaluar los materiales de germoplasma de maíz disponibles para la feria de diversidad efectuada y analizar los criterios de selección empleados por los agricultores en función de las líneas seleccionadas, considerando elementos como el género y la localidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el marco del Proyecto Internacional "Experiencias del Fitomejoramiento Participativo como estrategia complementaria en Cuba", el trabajo se realizó en la Cooperativa de Producción Agropecuaria "Gilberto León", ubicada en el municipio de San Antonio de los Baños, Provincia Habana.

Se sembraron 97 entradas de maíz, 40 procedentes de la colección de germoplasma del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), 56 del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) y un material seleccionado por un campesino de la CPA "Gilberto León". La fecha de siembra fue el 2 de febrero del 2001 y la de cosecha el 26 de junio del 2001. Las accesiones se dispusieron en un Diseño de Bloques Parcialmente Aleatorizado, con parcelas de 20 m de longitud, dos surcos por cada material (con un surco una réplica) y una distancia de siembra 0.90 x 0.35 m. Se sembró en un suelo Ferralítico Rojo Típico (4).

A los 100 días de la siembra se efectuó una feria con agricultores de dos localidades: San Antonio de los Baños y Batabanó, donde hubo representación de mujeres y hombres. A este grupo de agricultores se les hizo una encuesta en el campo durante la feria, que recogía sus criterios en el momento de seleccionar sus materiales, teniendo en cuenta características tanto de la planta como de la mazorca, así como el lugar donde se realizaba esta. Se les pidió además que de los materiales presentes seleccionaran los que ellos consideraban mejores. Los resultados se registraron teniendo en cuenta el papel del género en esta selección. A estos resultados se les realizó un estudio de frecuencia, con el fin de agrupar la información.

Posteriormente, 15 días antes de la cosecha, se evaluó la altura de la planta y de la mazorca, y se realizó la cosecha a los 140 días de la siembra. Después de la cosecha se analizaron los siguientes descriptores que se muestran en la Tabla I y que coinciden con los referidos para evaluar colecciones de maíz (5).

Tabla I. Relación de descriptores y tamaño de la muestra empleada

Descriptores (unidad de medida)	Simbología	Muestra evaluada	Tipo de carácter
Planta y Mazorca			
Altura de la planta (m)	AP	5 plantas	Cuantitativo
Altura de la mazorca (m)	AM	5 plantas	Cuantitativo
Longitud de la mazorca (cm)	LM	5 mazorcas	Cuantitativo
Diámetro de la mazorca (cm)	DM	5 mazorcas	Cuantitativo
Disposición de las hileras de granos	DHG	5 mazorcas	Cualitativo
Número de hileras de granos	NHG	5 mazorcas	Cuantitativo
Forma de la mazorca	FM	5 mazorcas	Cualitativo
Grano			
Longitud del grano (cm)	LG	10 granos	Cuantitativo
Ancho del grano (cm)	AG	10 granos	Cuantitativo
Grosor del grano (cm)	GrG	10 granos	Cuantitativo
Peso de 100 granos (g)	P100G	100 granos	Cuantitativo
Color del grano	CG	10 granos	Cualitativo

A los caracteres cuantitativos se les determinaron los estadígrafos más importantes (coeficiente de variación, rango mínimo, máximo y valor promedio) en cada accesión; para ello se utilizó *Microsoft Excel* y se realizó un análisis de componentes principales (ACP), ambos análisis los univariados y multivariados fueron realizados con el *Statgraphics*. Para el ACP se utilizó la matriz de correlaciones entre las variables originales estandarizadas. Los criterios de selección de autovalores y autovectores en el ACP fueron los sugeridos (6), donde se tomaron los autovectores mayores que 1 y autovectores que oscilaron entre valores muy cercanos al de la variable original de mayor valor registrado. A los caracteres cualitativos se les realizó un estudio de frecuencias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Feria con los agricultores. En la Figura 1 se ven los materiales que mayor cantidad de votos alcanzaron en la feria: 22, 29, 30, 91, 95, SF. Las mujeres prefirieron el 29, 91 y 22, y los hombres el 91, 97 y el 30. En la Tabla II se muestran los valores promedio de los atributos más importantes para los materiales seleccionados y la procedencia de estos. Se debe señalar que en cuanto a la preferencia del color del grano, el color amarillo-naranja fue el seleccionado.

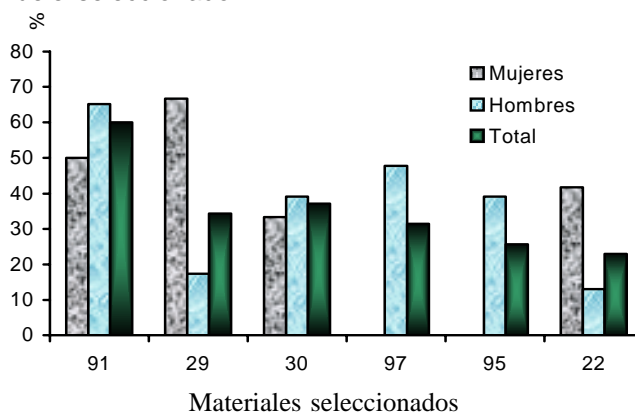


Figura 1. Relación de los materiales seleccionados por los campesinos

Teniendo en cuenta los criterios de selección por sexo y localidad, se puede apreciar que los caracteres más importantes para las mujeres (Figura 2) fueron: altura de la planta, ciclo del cultivo, grosor del tallo y número de mazorcas con el 100 % de los votos de las mujeres de la localidad de San Antonio de los Baños; sin embargo, para las de Batabanó, el carácter que más porcentaje obtuvo fue el número de mazorcas (75 %), seguido del ciclo del cultivo con 50 % y el resto no alcanzó la mitad de los votos.

En la Figura 3 se aprecia que para los hombres, el grosor del tallo, la altura de la planta, el ciclo del cultivo, el número de mazorcas y el color de las hojas existe la

misma tendencia en ambas localidades, aunque hay que destacar que los valores más altos corresponden a San Antonio de los Baños.

Al comparar los hombres y las mujeres por localidad, de manera general se observa que hay una misma tendencia en los criterios de selección de los agricultores(as) de ambas localidades, pero se destacan los agricultores de San Antonio de los Baños con mayores porcentajes. Hay que resaltar que los hombres incluyen más atributos en el proceso de selección, lo que nos recalca que el conocimiento que ellos poseen del manejo y la selección del cultivo es mayor y por tanto son más exigentes.

Tabla II. Relación de las accesiones seleccionadas con sus características más relevantes y procedencia

No.	Procedencia	AP	AM	LM	DM	P100G	LG	AG	GrG	C G
22	INIFAT	2.21	1.08	14.4	3.8	27.7	1.09	0.87	0.36	Amarillo-naranja
29	INIFAT	1.95	1.05	18.1	5.2	30.8	1.20	0.93	0.41	Amarillo-naranja
30	INIFAT	1.92	1.03	16.2	5.0	30.0	1.12	0.91	0.42	Amarillo-naranja
91	INCA	2.29	1.10	19.2	4.8	35.4	1.16	0.95	0.39	Amarillo-naranja
95	INCA	2.28	1.23	15.8	5.2	32.1	1.16	0.91	0.40	Amarillo-naranja
97	Agricultor	2.35	1.19	16.4	5.2	33.3	1.05	0.98	0.39	Amarillo-naranja

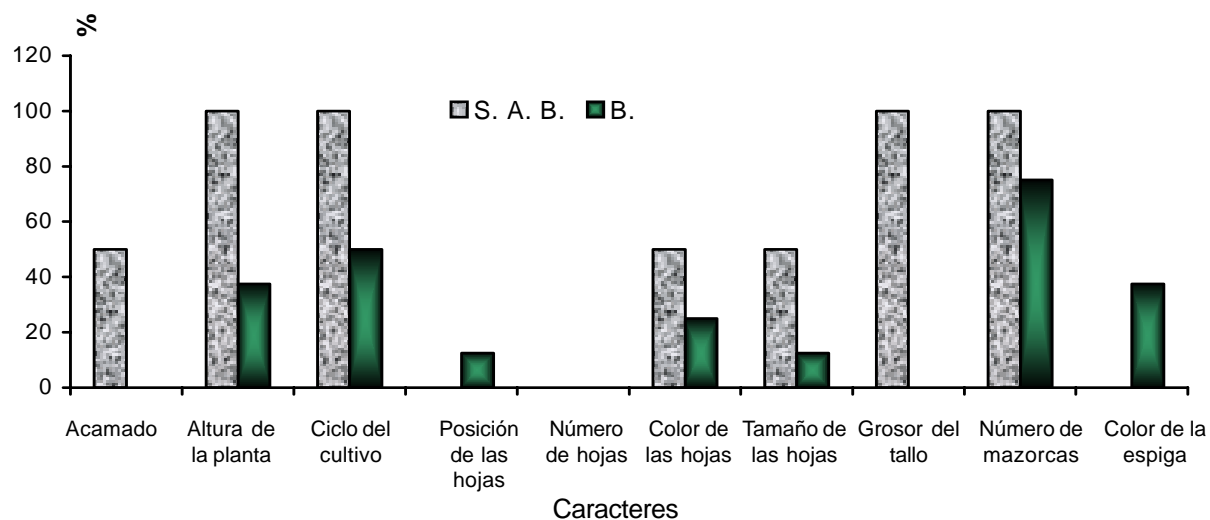


Figura 2. Criterios de selección de las mujeres según la localidad

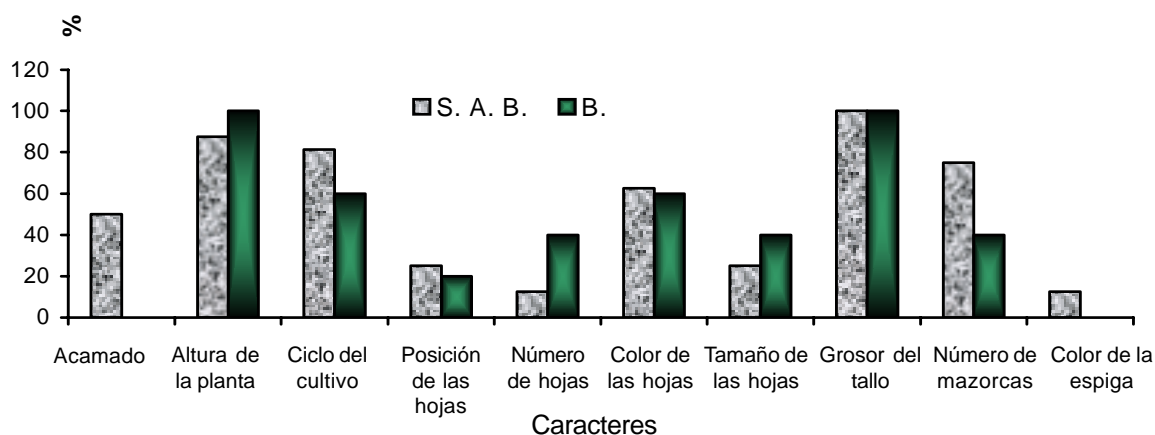


Figura 3. Criterios de selección de los hombres según la localidad

Para los caracteres relacionados con la mazorca, se observa en la Figura 4 que las mujeres de San Antonio de los Baños consideran todos los atributos, no así las de Batabanó, que hay caracteres como el daño de la mazorca que no se consideran. Los caracteres que alcanzaron el 100 % de los votos para las mujeres de San Antonio de los Baños fueron: el color del grano, tamaño de la mazorca, cierre y llenado de la mazorca seguidos de la forma del grano. Las mujeres de Batabanó consideraron solamente el llenado de la mazorca como el atributo más importante con el 100 %, seguido por el tamaño de la mazorca (60 %).

En el caso de los hombres (Figura 5), podemos apreciar que casi todos los atributos alcanzaron más del 50 % de los votos, lo que nos conlleva a reafirmar el hecho de que son más exigentes en el proceso de selección y tienen en cuenta una mayor cantidad de atributos simultáneamente.

Hay que resaltar que los hombres juegan un papel clave en la selección de los materiales por su activa participación, conocimiento y experiencia del cultivo.

Los atributos más importantes son: el tamaño de la mazorca, llenado de la mazorca, número de hileras de granos y cierre de la mazorca (Figura 5). Es interesante destacar que los hombres de Batabanó no le dieron importancia al cierre de la mazorca mientras que casi el 90 % de los de San Antonio de los Baños sí lo hicieron, reafirmando lo discutido anteriormente de que el conocimiento local del cultivo es mayor en San Antonio de los Baños. Para esta localidad, que sí tuvo en cuenta el cierre de la mazorca, existe una coincidencia con el planteamiento (2) de que los agricultores entre sus prácticas más tradicionales, tienen que seleccionar variedades con buen cierre de las mazorcas para evitar el ataque de plagas y enfermedades.

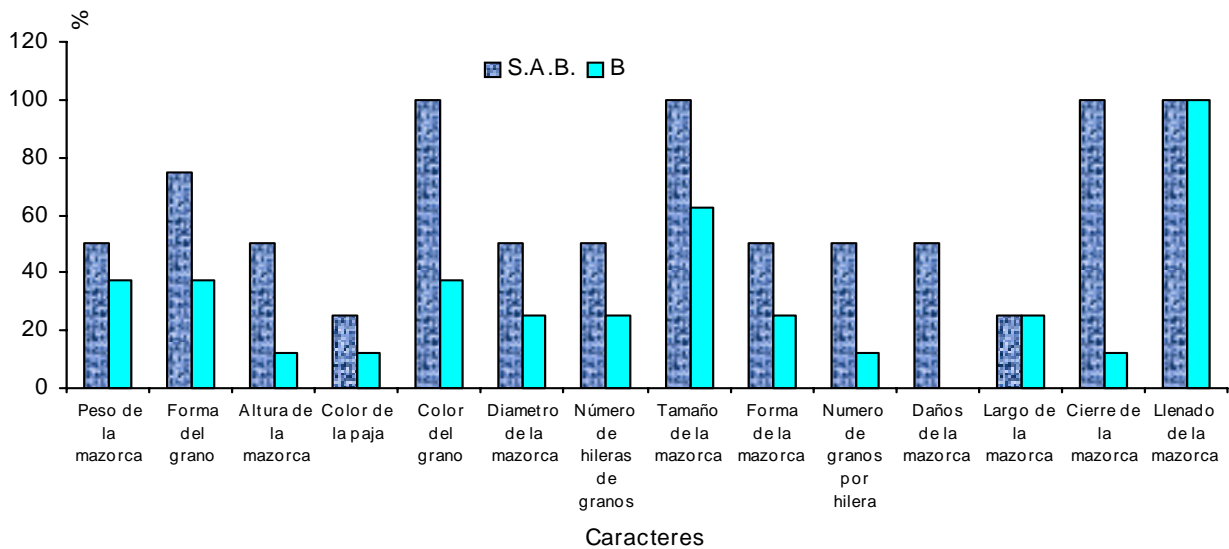


Figura 4. Criterios de selección de las mujeres según la localidad

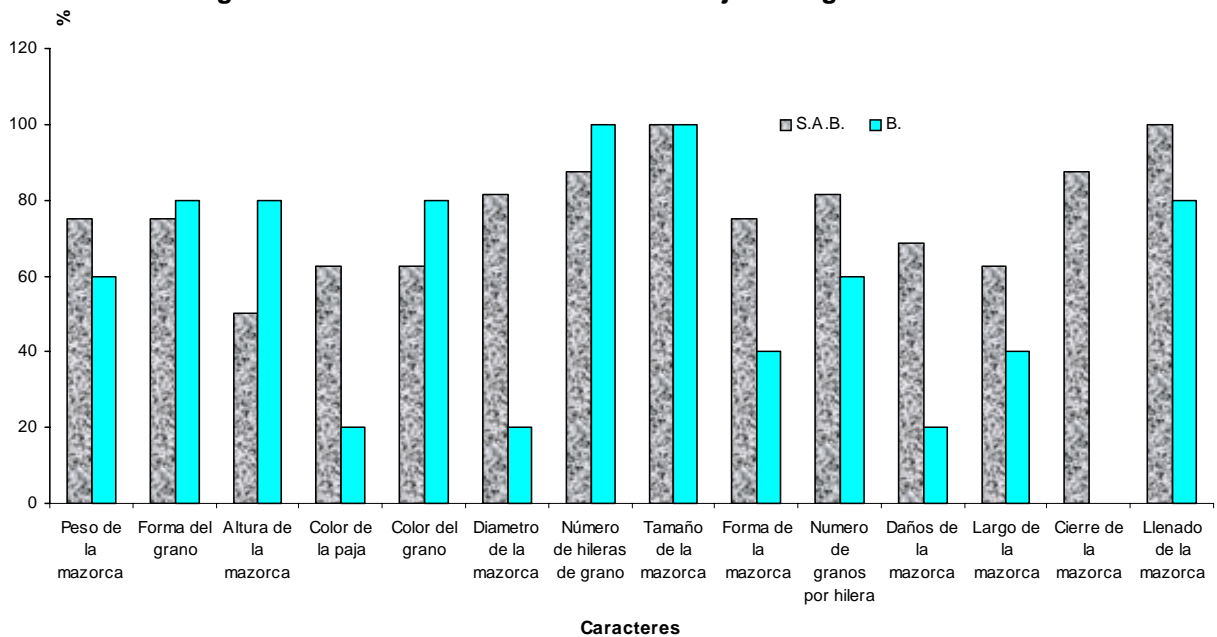


Figura 5. Criterios de los hombres según la localidad

Todo lo antes expuesto conlleva a pensar que la diferenciación que existe entre las localidades sin distinción de sexo, sugiere que en la localidad de San Antonio de los Baños existe una mayor tradición y hay mayor conocimiento local. También hay que señalar que los hombres, de manera general, seleccionan teniendo en cuenta más caracteres de manera simultánea que las mujeres, lo que reafirma su experiencia en el manejo y la selección del cultivo.

La Figura 6 muestra que el 60 % de los campesinos realiza la selección, primero en el campo y después en el almacén, la que sugiere un proceso de selección que se subdivide en dos etapas: una primera donde se escogían las mejores mazorcas y la segunda los granos del centro. Esto coincide con lo otros planteamientos (7), donde se manifiesta que esto sugiere un patrón de selección complejo, pues implica dos etapas en el proceso de selección.

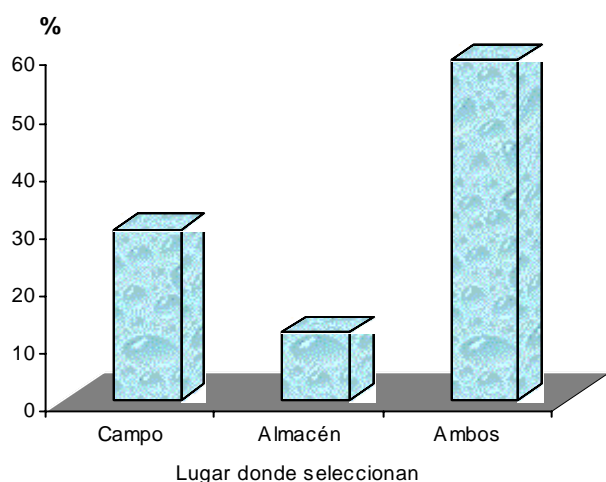


Figura 6. Relación de los lugares donde se realizó la selección

Estudio y evaluación de los materiales sembrados. En la Tabla III, al analizar los coeficientes de variación, se puede apreciar que el atributo que tuvo mayor variabilidad es el peso de 100 granos, seguido por la altura de la mazorca, longitud y diámetro de la mazorca, altura de la planta y grosor del grano. Para los caracteres longitud y ancho del grano, los valores de coeficiente de variación oscilaron entre 6 y 10 %.

Tabla III. Estadígrafos más importantes para los caracteres evaluados

	AP	AM	LM	DM	PI00G	LG	AG	GrG
Coefficiente de variación	10.74	12.55	11.59	11.40	13.09	6.54	8.01	10.33
Media	2.09	0.94	16.7	4.54	28.19	1.08	0.85	0.38
Desviación estándar	0.22	0.11	1.93	0.51	3.69	0.07	0.06	0.04
Rango	0.82	0.54	12.5	2.0	15.4	0.33	0.39	0.15
Mínimo	1.69	0.68	10.8	3.5	20.3	0.93	0.59	0.31
Máximo	2.51	1.22	23.3	5.5	35.7	1.26	0.98	0.46

Para la disposición de las hileras de granos, se pudo apreciar que más del 50 % de las accesiones posee disposición regular, seguidas por las disposiciones recta, espiral e irregular con 10 y 20 % respectivamente (Figura 7).

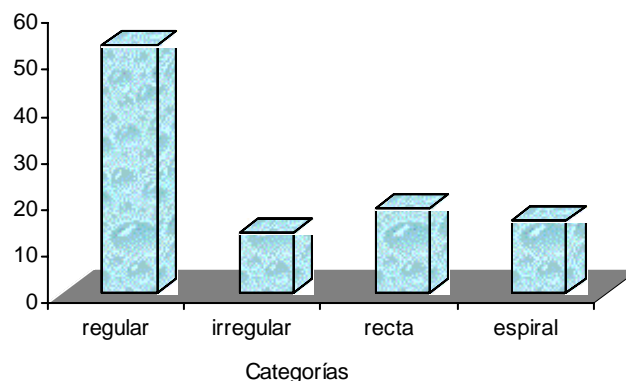


Figura 7. Disposición de hileras de granos

Para la forma de la mazorca se puede apreciar que más del 60 % posee forma cilíndrica-cónica, seguida de la cilíndrica (20 %) y en menor escala las formas en cigarro, cónica y esférica (Figura 8).

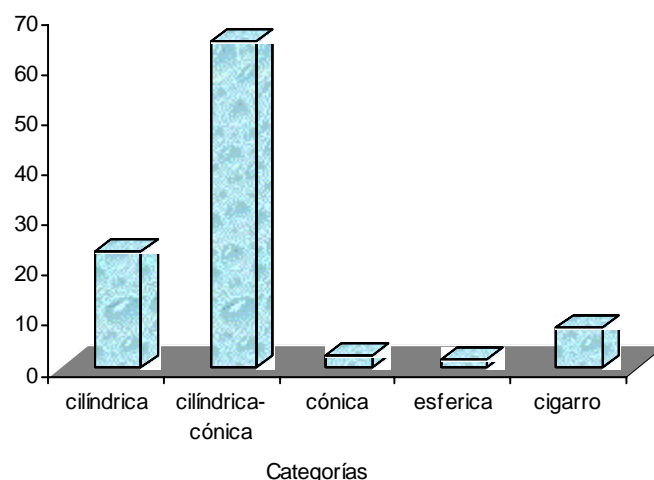


Figura 8. Forma de la mazorca

Análisis de los componentes principales. La Tabla IV muestra que el porcentaje acumulado para las tres primeras componentes fue de 67.4, donde los mayores valores correspondieron a las componentes 1 y 2. Se detectaron 10 contribuciones, de ellas cuatro en sentido negativo, las cuales aparecen tres en las componentes 2 y una en la componente 3.

Tabla IV. Contribuciones de las componentes y los caracteres

Componentes	1	2	3
Porcentaje de la varianza (%)	31.41	21.07	14.90
Porcentaje acumulado (%)	31.41	52.49	67.39
Caracteres			
AG	0.43	-0.48	-0.05
AM	0.40	-0.47	0.10
AP	0.37	-0.51	0.01
DM	0.42	0.28	-0.13
GrG	0.15	0.08	-0.70
LG	0.18	0.16	0.68
LM	0.20	0.57	0.05
P100G	0.47	0.26	0.01

En el plano gráfico de las componentes 1 y 2 quedaron formados cuatro grupos (Figura 9). En el grupo I se observa una gran dispersión de los materiales y en él se encuentran los seis seleccionados por los agricultores. En el cuadrante superior derecho se encuentran tres materiales seleccionados por los agricultores 29, 30 y 91, los que se caracterizan por poseer los mayores valores de longitud de la mazorca y peso de 100 semillas y para el caso de la altura de la planta y la mazorca, diámetro de la mazorca y grosor del grano son valores moderadamente altos. En el cuadrante inferior derecho se encuentran dos de los materiales seleccionados por los agricultores 95 y 97; aquí están los materiales que se caracterizan por poseer valores ligeramente altos para el peso de 100 granos, longitud de la mazorca y los más elevados para el ancho del grano, diámetro de la mazorca y altura de la planta y de la mazorca. El cuadrante inferior izquierdo se caracteriza por poseer valores ligeramente elevados para la altura de la planta y la mazorca y bajos para el ancho del grano, largo y diámetro de la mazorca y peso de 100 semillas; en este se encuentra ubicado otro de los materiales seleccionados por los agricultores, el 22. Por último, el cuadrante superior izquierdo está representado por unos pocos materiales de características muy parecidas al izquierdo inferior, excepto para la altura de la planta y la mazorca, ya que estos son más bajos, pero presentan mazorcas más alargadas.

Este grupo I constituye el mayor y está integrado por la casi totalidad de los materiales procedentes del INCA y un poco más de la mitad del INIFAT. Esto nos hace pensar que los materiales de maíz provenientes del INCA son más homogéneos por presentar características similares; sin embargo, los correspondientes al INIFAT se encuentran en los cuatro grupos formados, lo cual re-

fleja que en ellos está presente una mayor diversidad y por tanto son más heterogéneos.

El grupo II está constituido por dos materiales que presentan características similares, excepto para las dimensiones de la mazorca (longitud y diámetro) que sí varía entre ellos, aunque presentaron las mazorcas más largas, maíces que recuerdan los del tipo canilla (7).

En el grupo III se encontraron los materiales cuyos valores de ancho del grano, diámetro de la mazorca, peso de 100 semillas, altura de la planta y de la mazorca son discretamente bajos, con valores de longitud de la mazorca moderadamente altos. Aquí se encuentran dos materiales procedentes del INCA.

El grupo IV está constituido por los materiales procedentes del INIFAT y cuyos valores de ancho del grano, diámetro de la mazorca y peso de 100 semillas, longitud de la mazorca, altura de la planta y de la mazorca más bajos que el resto de los grupos.

Todo este análisis permite corroborar que los descriptores empleados para caracterizar y evaluar el maíz, coincidieron con los seleccionados por los agricultores en la encuesta realizada en la feria de diversidad, donde no solo ellos le dan gran importancia a caracteres vegetativos como son: altura de la planta y la mazorca, sino también a otros relacionados más directamente con la mazorca y el grano, como son longitud y ancho de la mazorca, así como peso de la mazorca. Hay que especificar que en el análisis de componentes principales, estos caracteres también fueron los más importantes y para el caso del peso de la mazorca, solo se consideró como peso de 100 semillas y además se tuvieron en cuenta otros caracteres como el ancho del grano, el cual repercute directamente en el rendimiento final del cultivo del maíz (7).

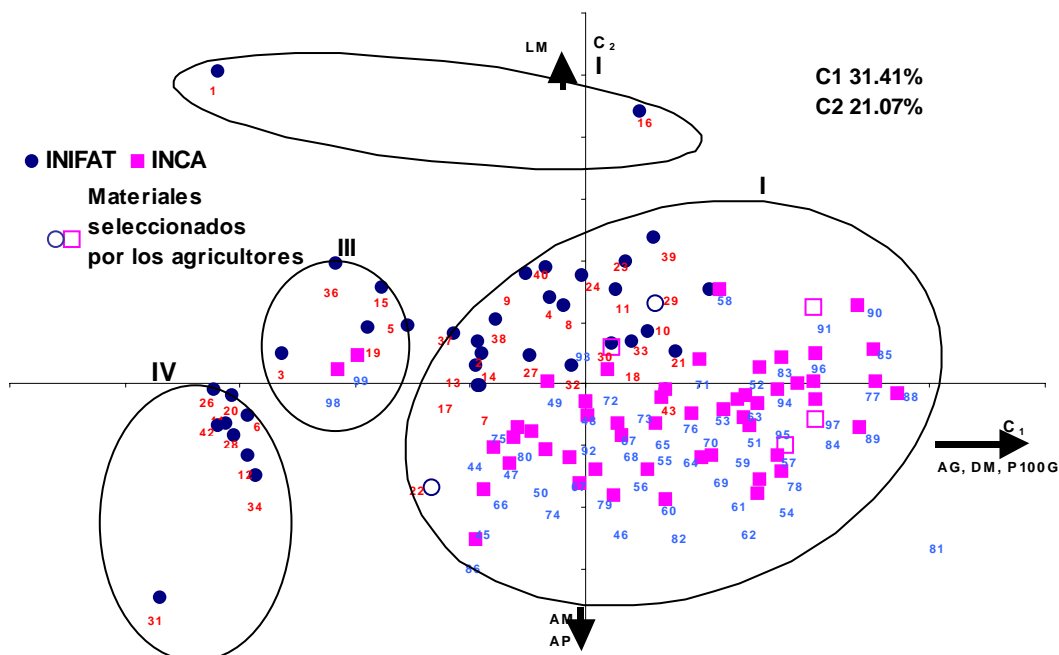


Figura 9. Distribución de las accesiones en las componentes 1 y 2

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los criterios de selección más importantes según los agricultores de ambas localidades sin distinción de sexo son: altura de la mazorca, ciclo del cultivo, grosor del tallo, número de mazorcas, color del grano, tamaño de la mazorca, cierre y llenado de la mazorca, destacando que los hombres incluyeron siempre un mayor número de atributos en el proceso de selección. También se aprecia que en la localidad de San Antonio de los Baños, los agricultores poseen un mayor conocimiento y experiencia sobre el cultivo del maíz, tanto para hombres como para mujeres.

Además, se puede apreciar que los resultados demuestran que los caracteres utilizados fueron adecuados para caracterizar los materiales, posibilitando no solo describirlos sino también mostrar sus diferencias. Esto resultó válido tanto para los caracteres cuantitativos como cualitativos. El análisis de los componentes principales permitió una adecuada clasificación de los materiales en cuatro grupos, para los componentes 1 y 2, con una contribución de la variación en los tres primeros componentes de un 67.4 %. También se demostró que hay similitud entre los caracteres seleccionados por los agricultores en la feria de diversidad y en aquellos seleccionados para evaluar y describir los materiales, lo que sugiere que se debe continuar realizando este tipo de trabajo y se profundice en esto.

Hay que señalar que se pone de manifiesto que las accesiones procedentes del Banco de Germoplasma del INIFAT son más diversas y, por tanto, más heterogéneas que las procedentes de la colección de trabajo del INCA.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración de los técnicos: Carlos Guevara, Gretel Puldón, Gloria Acuña, Rafael Torres y Sonia Alvarez, quienes aportaron una gran parte de la información utilizada en la elaboración de este trabajo.

REFERENCIAS

1. Ceccarelli, S. y Grando, S. Fitomejoramiento participativo descentralizado. *Boletín de ILEIA*, 2000, vol. 15, no. 3-4.
2. Almenkinders, C. ¿Por qué fitomejoramiento participativo? En: *Fitomejoramiento participativo: experiencias y oportunidades en Mesoamérica*. 3-11
3. Ríos, H. y Wright, J. Primeros intentos para estimular los flujos de semillas en Cuba. *Boletín de ILEIA*, 2000, vol. 15, no. 3-4.
4. Cuba. MINAG. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana: Agrinfor, 1999. 64 p.
5. CIMMYT/IBPGRI. Descriptores para maíz/Descriptors for maize/ Descriptours pour le mais, 1991. 85 p.
6. Fundora, Z.; Vera, R.; Yaber, E. y Barrios, O. La Estadística Multivariada en la Sanidad Vegetal. La Habana : INISAV, 1992, 47 p.
7. Fernández, L.; Shagarodsky, T.; Giraudy, C.; Cristóbal, R.; Barrios, O.; Fuentes, V.; Castiñeiras, L.; Fundora, Z.; Sánchez, P.; Moreno, V.; Puldón, G. y Pérez, M. F. Caracterización *in situ* de la diversidad del cultivo del maíz en huertos familiares de la provincia Guantánamo. *Fitogen*, 2001, p. 33-35.

Recibido: 28 de febrero del 2003

Aceptado: 2 de septiembre del 2003