

## **ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD *IN SITU* DE MAÍCES TRADICIONALES CUBANOS EN DOS REGIONES RURALES DE CUBA.**

**Lianne Fernández, Leonor Castiñeiras, Raúl Cristóbal, Maritza García, Celerina Giraudy, Zoila Fundora, Victoria Moreno, Odalys Barrios, V. Fuentes, Carlos Guevara, Gloria Acuña, Gretel Puldón, M. Félix Pérez**

**Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT)  
Calle 2 esq. 1 Santiago de las Vegas, Ciudad de La Habana, Cuba, CP 17200.  
Email: [lfernandez@inifat.co.cu](mailto:lfernandez@inifat.co.cu)**

### **RESUMEN**

La variabilidad genética existente en Cuba constituye una riqueza potencial que puede ser de inestimable valor estratégico para el país. Hatheway (1957) determinó la existencia en Cuba de siete razas de maíz, reconocidas por sus características distintivas en la planta, la mazorca y el grano. Es posible que en el transcurso de más de cuarenta años algunas de estas razas ya no existan, se hayan modificado o se hayan formado nuevas razas a partir de su dispersión y el cruzamiento entre ellas. La variabilidad actual podría constituir un nuevo potencial en los recursos genéticos cubanos del maíz. Las observaciones se realizaron en condiciones *in situ* sobre 15 huertos familiares (7 en occidente y 8 en oriente). El aislamiento geográfico entre Pinar del Río y Guantánamo, situadas en ambos extremos de la Isla de Cuba y por ende, la imposibilidad de que exista cruzamiento entre ambas regiones, deben explicar la existencia de diferencias significativas marcadas entre las accesiones para los valores promedio de los caracteres largo y diámetro de la mazorca, diámetro de la tusa y número de granos por hilera. Las variedades tradicionales, localmente adaptadas y por tanto portadoras de genes valiosos, en ocasiones pueden sufrir erosión genética y son sustituidas por variedades más modernas. Si las variedades locales se encuentran en las colecciones *ex situ*, con una adecuada planificación de su multiplicación, podrían reponerse a sus lugares de origen, restaurando así el patrimonio genético original, como pieza fundamental de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas dañados. Por ello se hace necesario la utilización de ambas estrategias de conservación como complementarias para la conservación del acervo genético del cultivo en Cuba.

***Palabras claves: razas de maíz, conservación in situ y ex situ***

## **STUDY OF THE *IN SITU* VARIABILITY OF CUBAN LANDRACES MAIZE IN TWO AREAS OF CUBA.**

### **ABSTRACT**

The existent genetic variability in Cuba constitutes a potential wealth that can be of invaluable strategic value for the country. Hatheway (1957) determined the existence in Cuba of seven races of maize, recognized by their distinctive characteristics in the plant, the ear and the grain. It is possible that in the course of more than forty years some of these races no longer exist, have modified or have been formed new races starting from their dispersion and the crossing among them. The current variability could constitute a new potential in the Cuban genetic resources of maize. The observations were carried out under *in situ* conditions on 15 home gardens (7 in western and 8 in eastern region of

Cuba). The geographical isolation between western and eastern, located in both ends of the Island of Cuba give the impossibility that crossing exists among them, they should explain the existence of marked significant differences among the agreements for the values average of the characters ears length and ear diameter, cob diameter and number of grains for array. The traditional, locally adapted varieties and therefore with valuable genes, in occasions can suffer genetic erosion and they are substituted by more modern varieties. If the local varieties were in the *ex situ* collections, with an appropriate planning of multiplication, they could recover to their origin places, restoring in this way the original genetic patrimony, as a fundamental piece of the sustainability of the damaged agricultural systems. Because of this becomes necessary the use of both conservation strategies like complementary for the conservation of the genetic wealth of the cultivation in Cuba.

***Key words: races of maize, in situ and ex situ conservation***

## **INTRODUCCIÓN**

La especie *Zea mays*, de origen americano, se dispersó desde su centro de origen en Mesoamérica a todo el Continente Americano (Manrique Chávez, 1997) y a Europa (Bosh et al., 1997), siendo actualmente el tercer cereal de importancia para la alimentación humana en el planeta después del trigo y el arroz (Eyzaguirre y Linares, 2004).

Los Taínos fueron el único grupo aborigen cubano que practicó la agricultura y se originó a partir de las tribus Arawakas que, desde Sur América, llegaron y se establecieron en olas sucesivas en la Isla. El maíz fue cultivado por este grupo aborigen cubano antes de la Conquista (Hatheway, 1957) para la fabricación de pan y para el consumo tierno de sus semillas.

Desde esa época el cultivo del maíz en Cuba ha constituido un alimento básico en la alimentación de la población humana, del ganado y de las aves. Las condiciones climáticas para el cultivo del maíz en Cuba no son óptimas en comparación con otras regiones de América (González del Valle, 1941), sin embargo, la diversidad de usos de este cereal en el país justifica más su cultivo que los rendimientos que se obtienen (Fernández et al., 2004). Por esta razón, aunque es uno de los cultivos económicos en los que se ha investigado y avanzado en la mejora genética, es importante estudiar la diversidad local presente en las áreas rurales, la que es conservada y manejada en condiciones *in situ* por los agricultores en sus huertos caseros y fincas, pues este es uno de los cultivos importantes en la subsistencia familiar.

Anderson and Cluter (1942) desarrollaron el concepto de razas de maíz para clasificar la amplia variabilidad infraespecífica del germoplasma del maíz americano. El concepto plantea que una raza está formada por un número de individuos con suficientes características en común que permitan ser reconocidos como un grupo. Este concepto se basa en la evolución hacia características extremas entre poblaciones aisladas geográficamente que conllevó a la aparición de entidades (razas) bien definidas. Sin embargo, la principal dificultad de este concepto se encuentra en el propio manejo del cultivo y la falta de aislamiento entre poblaciones, factores que permiten que las

características principales para distinguir las razas entre sí se presenten con valores continuos entre una y otra. Por ello, Hatheway (1957) propuso una modificación del concepto en la cual se expresa que una raza de maíz es un grupo de individuos con características significativas cuyas poblaciones intercambian genes entre sí.

Por las razones antes señaladas el concepto de raza no es totalmente estático, los niveles de diferenciación entre las razas no son siempre los mismos, aunque los rasgos generales de las mismas parecen mantenerse por muchas generaciones sin perder su identidad (Hallauer, 1981).

La variabilidad genética existente en Cuba constituye una riqueza potencial que puede ser de inestimable valor estratégico para el país. Hatheway (1957) determinó la existencia en Cuba de siete razas de maíz: Criollo, Tusón, Canilla, Argentino, *White pop*, *Yellow pop* y *White dent*, reconocidas por sus características distintivas en la planta, la mazorca y el grano. El autor señala, sobre la base de evidencias arqueológicas e históricas que las tres primeras deben haberse originado a partir de razas introducidas en Cuba antes de la Conquista de América y las cuatro restantes deben haberse introducido desde otras regiones de América después de esa fecha; la raza Argentino desde Argentina, *White dent* desde México, *White pop* y *Yellow pop* desde los Estados Unidos de América, pero luego de posteriores cruzamientos y el aislamiento geográfico de Cuba se formaron razas genuinamente cubanas.

Es posible que en el transcurso de más de cuarenta años algunas de estas razas ya no existan, se hayan modificado o se hayan formado nuevas razas a partir de su dispersión y el cruzamiento entre ellas. La variabilidad actual podría constituir un nuevo potencial en los recursos genéticos cubanos del maíz.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Las observaciones se realizaron en condiciones *in situ* sobre 15 huertos familiares (7 en occidente y 8 en oriente). Se consideraron las muestras de cada uno de los huertos caseros como accesiones independientes, sobre la base del sistema de reproducción alógamo de la especie y al manejo que recibe por parte del agricultor en la finca que no considera el aislamiento requerido entre tipos diferentes para que no exista cruzamiento, además de que los agricultores mezclan la semilla después de la cosecha, garantizando así la variabilidad dentro del huerto familiar.

El estudio se realizó durante dos años (2001-2002). Se tomaron 12 descriptores de semillas (siete cuantitativos y cinco cualitativos), de acuerdo con lo recomendado por CIMMYT/IBPGRI (1991), los que se expresan en la tabla 1. Las mediciones se realizaron sobre 25 mazorcas y cinco granos de cada mazorca de cada accesión.

Se calcularon los estadígrafos (promedio, coeficiente de variación, error típico, desviación estándar, varianza de la muestra y nivel de confianza) de cada carácter cuantitativo analizado, se realizó un análisis de varianza para cada uno de ellos y una prueba de comparación de medias (Lerch, 1977), cuyos resultados permitieran comparar las regiones entre sí.

Tabla 1. Accesiones de maíz estudiadas, región a la que pertenecen y descriptores utilizados en la caracterización morfológica.

Descriptores utilizados		Accesiones estudiadas		
Descriptor	Abreviatura	Número	Región (provincia)	No. Huerto
Longitud de la mazorca (cm)	LM	1	Occidente (Pinar del Río)	1
Diámetro de la mazorca (cm)	DM	2	Occidente (Pinar del Río)	2
Diámetro de la tusa (cm)	DT	3	Occidente (Pinar del Río)	4
Número de granos por hilera	NGH	4	Occidente (Pinar del Río)	5
Disposición de las hileras de granos	DHG	5	Occidente (Pinar del Río)	8
Color de la tusa	CT	6	Occidente (Pinar del Río)	11
Longitud del grano (cm)	LG	7	Occidente (Pinar del Río)	12
Ancho del grano (cm)	AG	8	Oriente (Guantánamo)	1
Grosor del grano (cm)	GRG	9	Oriente (Guantánamo)	3
Color del grano	CG	10	Oriente (Guantánamo)	4
Color de la corona	CC	11	Oriente (Guantánamo)	5
Forma del grano	FG	12	Oriente (Guantánamo)	9
		13	Oriente (Guantánamo)	10
		14	Oriente (Guantánamo)	13
		15	Oriente (Guantánamo)	14

Los datos obtenidos para cada región se procesaron mediante un Análisis de Conglomerados, según los criterios de López e Hidalgo (1994b), Bramardi (2002) y Franco e Hidalgo (2003), empleando el paquete de programas StaFGraphic Plus Versión 5.0, utilizando la distancia euclidiana (D) calculada en cada caso, con el objetivo de observar como se agrupaban por su similitud ( $S=1-D$ ) los genotipos estudiados.

Para realizar la comparación entre las poblaciones caracterizadas en condiciones *in situ* y *ex situ* se tomaron como referencia los datos de la caracterización de la colección *ex situ* formada por 92 accesiones del Banco de Germoplasma Nacional de Cuba (INIFAT),

de ellas 88 accesiones proceden de las colectas realizadas en Cuba durante el desarrollo del programa INIFAT-ZIGuK (actual IPK) entre los años 1982 y 1992 (Esquivel et al., 1991) y cuatro materiales procedentes de los programas de mejoramiento genético de Cuba.

Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP), de acuerdo a los criterios de Hair et al. (1992), López e Hidalgo (1994a), Bramardi (2002) y Franco e Hidalgo (2003), empleando también el paquete de programas StaFGraphic Plus Versión 5.0 y se elaboró la figura correspondiente a las componentes C1 y C2, para definir si en el agrupamiento formado existía relación entre las variedades mantenidas *in situ* en los huertos familiares de las dos regiones de Cuba estudiadas y aquellas presentes en la colección *ex situ*.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ***Variabilidad in situ de la especie en los huertos caseros seleccionados.***

Los valores promedio de los descriptores cuantitativos y los valores de los diferentes estados de los descriptores para cada carácter cualitativo utilizado en la caracterización de las accesiones en ambas regiones estudiadas se muestran en las tablas 2a y 2b. Como puede observarse para los caracteres cuantitativos (Tabla 2a) existe una diversidad considerable entre uno y otro huerto, más aún entre las frecuencias de los estados de los descriptores cualitativos (Tabla 2b) utilizados, lo que se muestra al comparar la variabilidad existente y la diferencia entre una región y otra respecto a los estados de los descriptores para cada carácter analizado.

Se observa en las figuras 1a y b que en el occidente es poco frecuente el color morado tanto en el grano, como en la tusa, mientras que en el oriente es poco frecuente el color naranja y abunda el color morado. Por otro lado, en cuanto al carácter Forma del grano la variabilidad es mayor en el oriente, donde se observaron granos puntiagudos y planos, que no fueron registrados en Pinar del Río. Aunque la frecuencia de accesiones con grano dentado es baja para ambas regiones, es menor aún en Pinar del Río que en Guantánamo.

Tabla 2a. Características de las accesiones de maíz analizadas en las regiones occidental y oriental de Cuba. LM: longitud de la mazorca (cm), DM: diámetro de la mazorca (cm), DT: diámetro de la tusa (cm), NGH: número de granos por hilera, LG: longitud del grano (cm), AG: ancho del grano (cm), GRG: grosor del grano (cm).

Accesión	LM (cm)	DM (cm)	DT (cm)	NGH	LG (cm)	AG (cm)	GRG (cm)
1	18.02	4.77	2.86	35.52	1.12	0.88	0.41
2	17.84	5.07	4.59	31.60	1.14	0.87	0.40
3	16.14	4.52	2.73	30.60	1.09	0.85	0.41
4	17.32	4.37	2.46	34.32	1.03	0.87	0.43
5	16.30	4.34	2.74	31.16	1.11	0.91	0.37
6	14.79	3.79	2.60	29.57	0.79	0.83	0.46

7	16.56	4.47	2.99	32.12	1.04	0.86	0.41
8	15.51	3.38	1.54	36.67	1.05	0.77	0.34
9	13.96	2.84	2.78	34.96	1.10	0.75	0.38
10	14.59	3.89	2.21	31.68	1.07	0.87	0.43
11	15.59	3.24	2.47	35.64	1.04	1.02	0.47
12	15.97	3.32	1.57	39.17	1.04	0.84	0.35
13	14.31	3.73	2.10	33.48	1.12	0.84	0.40
14	16.12	4.04	2.03	34.24	1.16	0.85	0.41
15	15.60	3.13	1.22	35.64	1.07	0.80	0.37



Revista Agrotecnia de Cuba

	Recta Espiral	46 4							Redondo	
8	Regular Recta	27 73	Blanco Rojo Morado Jaspeado	46 7 7 40	Amarillo Morado Vino Anaranjado	60 13 20 7	Blanco Amarillo Vino Amarillo- rallado	7 80 6 6	Contraíd o Plano Redondo	7 60 33

Continuación Tabla 2b

Accesión	Carácter									
	DHG	%	CT	%	CG	%	CC	%	FG	%
9	Regular Irregular Recta Espiral	4 4 76 16	Blanco Rojo Jaspeado	52 20 24	Amarillo Morado Rojo Vino Rayado c/rojo	29 4 4 50 13	Amarillo Vino Amarillo- rallado	83 4 13	Contraído o Dentado Plano Redondo Pontiagu do	4 4 38 29 25
10	Regular Irregular Recta Espiral	28 8 32 32	Blanco Rojo Morado Jaspeado	52 20 8 36	Amarillo Morado Rojo Vino Rayado c/rojo	6 12 8 4 20	Amarillo Rojo Vino	88 4 8	Contraído o Plano Redondo Pontiagu do	4 20 52 24
11	Regular Irregular Recta Espiral	8 8 56 28	Blanco Rojo Jaspeado	52 28 20	Amarillo Morado Rojo Vino	76 4 4 16	Blanco Amarillo Rojo Vino Anaranjado	8 72 4 4 12	Contraído o Plano Redondo Pontiagu do	8 8 76 8
12	Regular Espiral	88 13	Blanco Jaspeado	80 20	Amarillo Morado Vino	46 29 25	Amarillo	100	Contraído o Plano Redondo	33 33 33
13	Regular Irregular Recta Espiral	30 4 44 22	Blanco Rojo Morado Jaspeado	74 9 4 14	Amarillo Morado Vino	44 35 22	Blanco Amarillo	4 96	Contraído o Dentado Plano Redondo	26 4 18 48 4

Revista Agrotecnia de Cuba

									Pontiagu do	
14	Regular Irregula r Recta Espiral	28 16 48 8	Blanco Rojo Jaspea do	80 4 16	Amarillo Morado	88 12	Amarillo	100	Contraíd o Plano Redondo Pontiagu do	8 44 20 28
15	Regular Irregula r Recta Espiral	4 28 52 16	Blanco Rojo Morado jaspead o	56 8 8 28	Amarillo Morado Vino Anaranja do Rayado c/rojo	54 29 4 4 8	Blanco Amarillo	4 88	Contraíd o Plano Redondo Pontiagu do	13 16 67 5

Fig. 1a. Frecuencia de los estados de los descriptores para cada característica cualitativa de las accesiones de maíz estudiadas en los huertos de Pinar del Río.

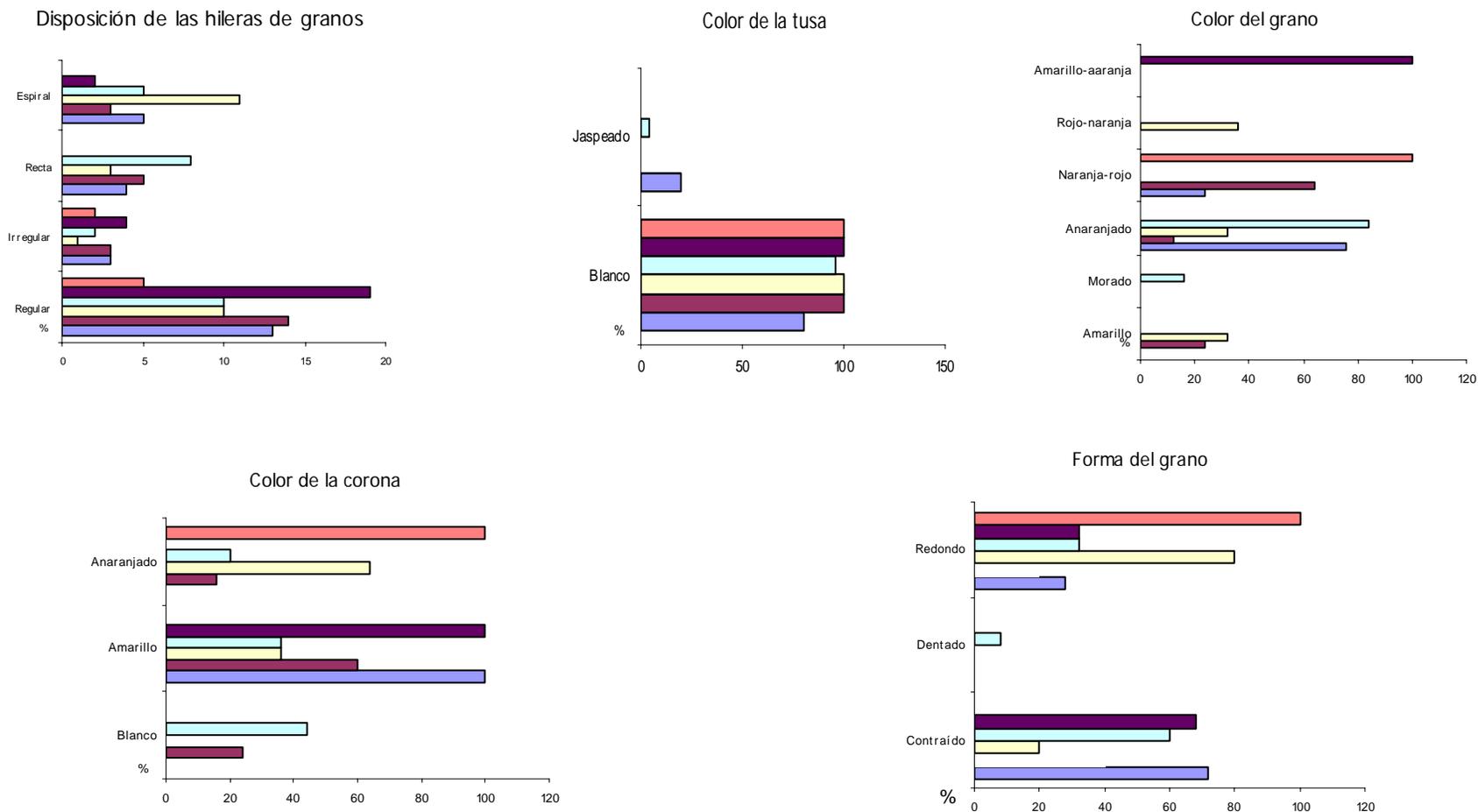
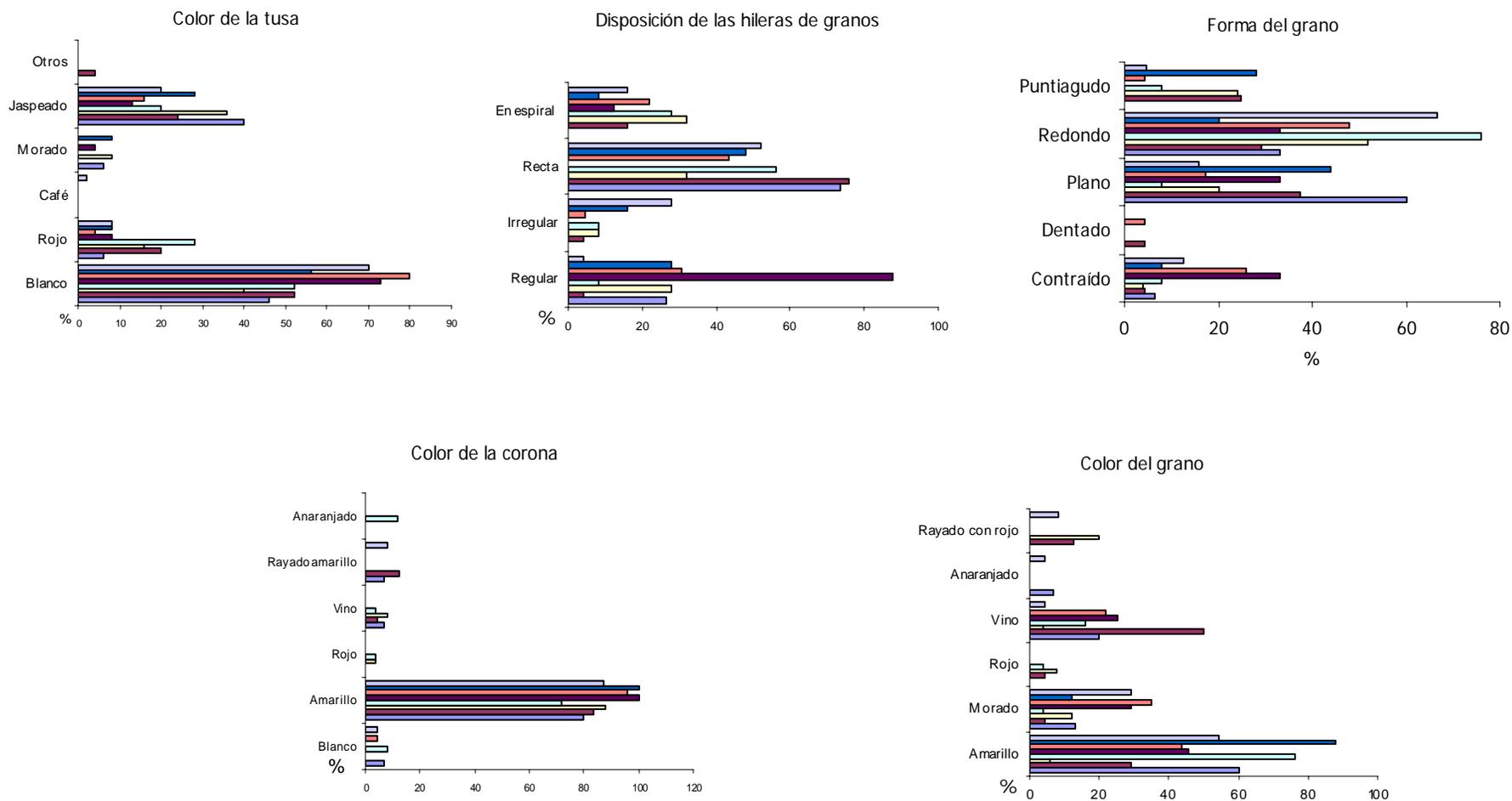


Fig. 1b. Frecuencia de los estados de los descriptores para cada característica cualitativa de las accesiones de maíz estudiadas en los huertos de Guantánamo.



Por otro lado, al analizar los estadígrafos calculados (Tabla 3) se observaron diferencias significativas entre los valores promedio de ambas regiones estudiadas para los caracteres LM, DM, DT y NGH. El aislamiento geográfico entre estas dos áreas, situadas en ambos extremos de la Isla, debe ser el responsable de la existencia de este fenómeno, evitándose el cruzamiento entre las poblaciones, ya que el viento es el mecanismo fundamental de polinización en esta especie.

No se encontró diferencias significativas entre los valores promedio de las características del grano (LG, AG y GRG) entre regiones.

Tabla 3 Estadígrafos para los descriptores cuantitativos utilizados en la caracterización de las accesiones de maíz de acuerdo a la región. LM: Longitud de la mazorca (cm), DM: Diámetro de la mazorca (cm), DT: Diámetro de la tusa (cm), NGH: Número de granos por hilera, LG: Longitud del grano (cm), AG: Ancho del grano (cm), GRG: Grosor del grano (cm). \*\*: Diferencias significativa al nivel de 0.01.

Descriptores / Región	Pinar del Río						
	LM	DM	DT	NGH	LG	AG	GrG
Coeficiente de variación	6.70	9.69	26.44	7.15	12.54	3.13	7.28
Media	16.57* *	4.48**	3.00**	32.13* *	1.05ns	0.87 ns	0.41 ns
Error típico	0.45	0.18	0.32	0.94	0.05	0.01	0.01
Desviación estándar	1.11	0.43	0.79	2.30	0.13	0.03	0.03
Varianza de la muestra	1.23	0.19	0.63	5.28	0.02	0.00	0.00
Mínimo	14.79	3.79	2.46	29.57	0.79	0.83	0.37
Máximo	18.02	5.07	4.59	35.52	1.14	0.91	0.46
Nivel de confianza (95.0%)	1.17	0.46	0.83	2.41	0.14	0.03	0.03
	Guantánamo						
Coeficiente de variación	5.30	11.81	22.05	6.32	3.94	9.82	10.94
Media	15.21* *	3.45**	1.87**	35.19* *	1.08 ns	0.84 ns	0.39 ns
Error típico	0.29	0.14	0.15	0.79	0.02	0.03	0.02
Desviación estándar	0.81	0.41	0.41	2.22	0.04	0.08	0.04
Varianza de la muestra	0.65	0.17	0.17	4.95	0.00	0.01	0.00
Mínimo	13.96	2.84	1.22	31.68	1.04	0.75	0.34
Máximo	16.12	4.04	2.47	39.17	1.16	1.02	0.47
Nivel de confianza (95.0%)	0.67	0.34	0.34	1.86	0.04	0.07	0.04

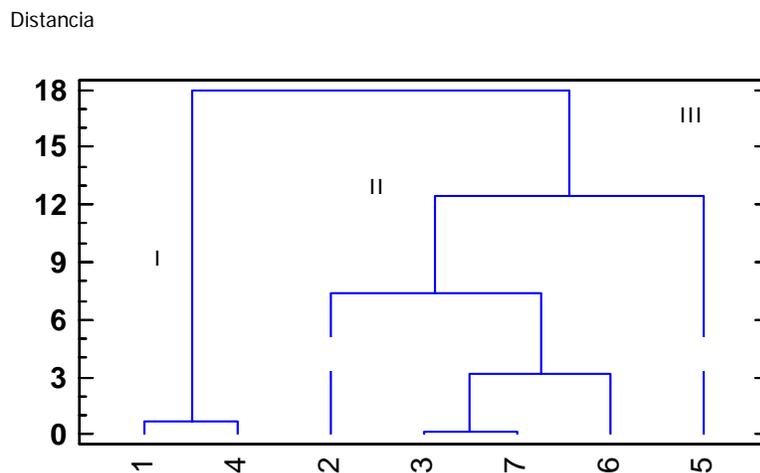
**Resultados de los análisis de conglomerado de acuerdo a las regiones de estudio.**

El resultado del Análisis de Conglomerado sobre la base de la distancia euclidiana entre las accesiones y en dependencia de las características morfo-agronómicas analizadas en cada región dependió fundamentalmente de las dimensiones de la mazorca y el

grano. En cada región se relacionan entre sí, por su similitud (menor distancia entre ellas), accesiones de diferentes tipos en cuanto a las características cuantitativas de sus mazorcas y granos.

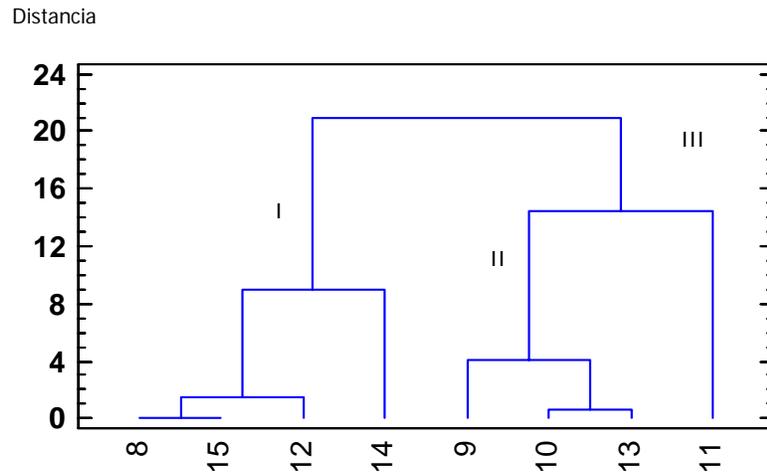
En la fig. 2a se observa como las accesiones de Pinar del Río se separaron en tres grupos. Las características fundamentales que permitieron la formación de estos grupos fueron el diámetro de la tusa (DT) y la mazorca (DM) y el largo de la mazorca (LM). El primer grupo estuvo integrado por las accesiones 1 y 4, correspondientes a los huertos 1 y 8, especialmente por los altos valores del LM; mientras que el resto integró el grupo II (valores intermedios para estos caracteres), con excepción de la accesión número 2 (huerto 2), que formó el grupo III, esta última especialmente por los altos valores promedio de los caracteres DM y DT.

Fig. 2a. Resultados del Análisis de Conglomerado para las accesiones de maíz de Pinar del Río (región occidental)



En la fig. 2b, que muestra el agrupamiento de las accesiones presentes en los huertos de Guantánamo, es posible observar la formación también de tres grupos. Las características fundamentales que permitieron la formación de estos grupos fueron el diámetro de la tusa (DT) y la mazorca (DM) y el largo de la mazorca (LM). Las accesiones de los huertos 1, 9, 13 y 14 formaron el Grupo I, especialmente por el bajo valor del carácter DT, mientras el Grupo II tuvo un valor mayor para éste carácter y abarcó las accesiones de los huertos 3, 4 y 10, mientras que el grupo III quedó integrado solo por una accesión, correspondiente a la accesión 11, del huerto 5, con un valor alto para el carácter ancho del grano (AG).

Fig. 2b. Resultados del Análisis de Conglomerado para las accesiones estudiadas de maíz en Guantánamo (región oriental).



**Comparación de la diversidad conservada *in situ* en los huertos caseros y la colección *ex situ* del Banco de Germoplasma Nacional.**

Los resultados del ACP (Fig. 3) realizado teniendo en cuenta las características de las colecciones *in situ* y *ex situ* mostraron que en la componente 1 el carácter longitud de la mazorca (LM) fue el de mayor contribución mostró, mientras que en la componente 2 el diámetro de la tusa (DT) y el diámetro de la mazorca (DM) fueron los caracteres de más alta contribución, en esta última componente el grueso del grano (GRG) tuvo una contribución negativa con respecto al sentido de los descriptores antes citados.

Como puede apreciarse en la fig. 3 la mayoría de las accesiones se concentran hacia el centro del gráfico, lo cual indica que los valores extremos para los caracteres analizados no son frecuentes, tanto en la colección *ex situ*, como en las accesiones caracterizadas en condiciones *in situ*. Las accesiones de la región occidental se distribuyeron hacia el primer cuadrante de la figura, aunque algunas se encuentran en el segundo y cuarto, mientras que las del oriente lo hicieron hacia el tercer cuadrante, también en este caso algunos se encuentran en el segundo y cuarto cuadrante. Las accesiones conservadas *in situ* y *ex situ* de cada región tuvieron posiciones relativamente similares, por lo que pudieron ser agrupadas.

La accesión correspondiente al huerto casero 2 de Pinar del Río se separó del resto de las accesiones analizadas, debido fundamentalmente a las dimensiones de la mazorca (alto valor de DT y LM), que podrían considerarse como características extremas respecto al resto de las accesiones analizadas.

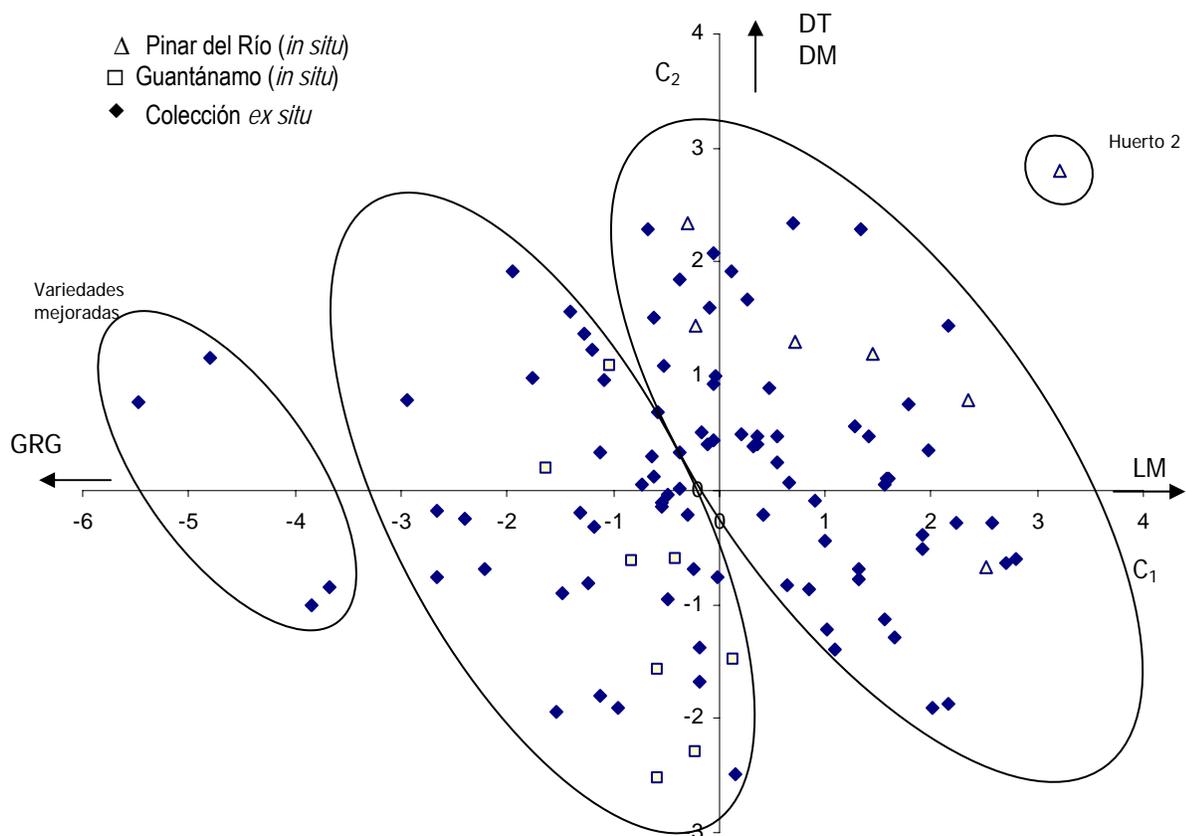
Aunque el número de accesiones de la colección *ex situ* sobrepasa considerablemente el número de poblaciones estudiadas en condiciones *in situ*, ambas colecciones están en correspondencia, de acuerdo a la proporción con respecto al total de accesiones

analizadas en cada región. Podría considerarse que la mayor parte de la diversidad conservada *ex situ* en el Banco de Germoplasma Nacional (INIFAT) es abarcada por la variabilidad de la colección conservada *in situ* en los huertos caseros estudiados en las dos regiones.

Las variedades tradicionales, localmente adaptadas y por tanto portadoras de genes valiosos, en ocasiones pueden sufrir erosión genética y son sustituidas por variedades más modernas. Si las variedades locales se encuentran en las colecciones *ex situ*, con una adecuada planificación de su multiplicación, podrían reponerse a sus lugares de origen, restaurando así el patrimonio genético original, como pieza fundamental de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas dañados. Por ello se hace necesario la utilización de ambas estrategias de conservación como complementarias para la conservación del acervo genético del cultivo en Cuba.

La fig.6 muestra también cuatro accesiones pertenecientes a la colección *ex situ* que se corresponden con variedades que provienen del programa de mejoramiento genético de la especie en Cuba, o lo que podríamos llamar una línea pura. Como puede observarse en el gráfico no se encontró ninguna accesión que tuvieran características similares, por lo que se distanciaron de la mayoría de los cultivares utilizados en el estudio, especialmente por sus valores altos para el carácter GRG.

Fig. 3 Resultados del ACP para las accesiones de maíz caracterizadas en condiciones *in situ* y *ex situ*.



### ***Posibles razas de maíz presentes en Cuba***

Un ejemplo concreto de la difusión del maíz desde Mesoamérica es la utilización de las razas del Caribe en la producción de híbridos en todos los países de América del Norte y del Sur (Wellehausen, 1978; Kim y Ajala, 1996; Michelini y Hallauer, 1993; Pollak et al., 1991 y Spaner et al., 1996; citados por Taba, 1998), entre las que se encuentran algunas razas cubanas como Criollo, *Cuban Yellow Flint* y Tuzón (Alfaro y Segovia, 2000).

Hatheway (1957) señaló que para describir las siete razas en Cuba [Criollo (mazorca de mediana a larga, DT: 2.8-4.1 cm), Tusón (mazorca de mediana a larga, DT: 3.0-3.9 cm), Canilla (mazorca muy larga y fina, DT: 2.0-2.8 cm), Argentino (mazorca larga, DT: 2.6-3.0 cm), *White pop* (mazorca pequeña, DT: 3.3-4.3 cm), *Yellow pop* (mazorca pequeña, DT: 2.0-4.0 cm) y *White dent* (mazorca muy pequeña, DT: 3.4-3.9 cm)], se basó en tres tipos extremos, en poblaciones totalmente aisladas entre sí: 1) criollo de grano con grosor intermedio 2) dentado de grano ancho y 3) dentado con granos muy estrechos e isométricos en su sección transversal.

Los agricultores en Cuba reconocen hasta 12 variedades diferentes de maíz y utilizan nombres locales como Criollo, Tusón, Argentino y Canilla, términos utilizados por Hatheway (1957) para describir las razas cubanas de maíz, lo que sugiere que, a pesar de no ser común la práctica del aislamiento en la siembra de esta especie en los sistemas tradicionales, posiblemente se mantengan en la actualidad las características principales de algunas de estas razas.

Aunque en el futuro será necesario realizar un trabajo más profundo (utilizando un mayor número de caracteres morfológicos), si se observan las características cuantitativas (LM y DT) y cualitativas (por ejemplo: FG) de las accesiones en las dos regiones, y teniendo en cuenta los planteamientos de Hatheway (1957), es posible inferir que se encuentren aún en Cuba las razas Criollo, Canilla, Tuzón y Argentino.

Los granos dentados, característicos de la raza *White dent* poseen una baja frecuencia en Cuba, pero aún existen en las áreas rurales estudiadas. Las razas *Yellow pop* y *White pop*, descritas por el autor como razas poco frecuentes o raras de encontrar en Cuba, es probable que se hayan mezclado con otras razas. La raza *Yellow pop*, que se originó de selecciones a partir de la variedad Queen Golden procedente de USA, se conoce como maíz de pollo enano y era difícil de encontrar en los años 50 del siglo pasado. Por otro lado la raza *White pop*, originada a partir de un híbrido entre los tipos *White rice pop* (procedente de USA) y Criollo semi-duro, también era muy rara de encontrar por esos días, aparentemente, y de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio, es poco probable que aún persista en Cuba, al menos en las dos regiones analizadas aquí. Sin embargo los campesinos conocen y refieren tipos en sus campos con mazorcas y semillas pequeñas, que reciben el nombre local de maíz de pollo

**Posible influencia de factores climáticos en el cultivo de las especies seleccionadas.**

Los dos períodos comprendidos entre marzo-mayo y septiembre-octubre son los que utilizan los campesinos cubanos para sembrar el maíz, el que florece alrededor de los 50-60 días después de la siembra. La fructificación ocurre aproximadamente a partir de los 60-70 días después de esa fecha. El ciclo total del cultivo se encuentra alrededor de los 80 y 90 días, pudiendo llegar hasta los 100 días. Estos períodos fenológicos varían en dependencia de las variedades y las regiones estudiadas.

Los períodos prolongados de extrema sequía, así como las altas temperaturas, por encima de los 30°C, afectan considerablemente el desarrollo de las plantas, la polinización y la producción de semillas. También la floración y la fructificación se afectan por los períodos lluviosos extremos, los cuales provocan la aparición de enfermedades, especialmente fungosas. Los períodos lluviosos favorecen también la presencia de insectos que constituyen plagas de almacén muy dañinas para la conservación de las semillas, los campesinos tratan de evitar este fenómeno exponiendo al sol las semillas, en ocasiones hasta una vez por día.

En los períodos más secos en ambas regiones hubo afectaciones de la producción, pero los agricultores lograron producir un número mínimo de semillas en los huertos que permitió la siembra en el siguiente ciclo. No se reportaron pérdidas de cultivares y se cubrieron las necesidades de las familias, por lo que se confirma también, como en el caso anterior, la plasticidad ecológica y la adaptación a las condiciones agrometeorológicas desfavorables.

## CONCLUSIONES

El aislamiento geográfico entre Pinar del Río y Guantánamo, situadas en ambos extremos de la Isla de Cuba y por ende, la imposibilidad de que exista cruzamiento entre ambas regiones, deben explicar la existencia de diferencias significativas marcadas entre las accesiones para los valores promedio de los caracteres largo y diámetro de la mazorca, diámetro de la tusa y número de granos por hilera.

Puede considerarse que la mayoría de la diversidad caracterizada en condiciones *ex situ* en el Banco de Germoplasma Nacional, se encuentra recogida en la colección conservada *in situ* en los huertos caseros estudiados en Cuba, por ello es necesaria la utilización de ambas estrategias de conservación como complementarias para la conservación del acervo genético del cultivo en Cuba.

Existe una amplia variabilidad dentro del cultivo del maíz en Cuba y es posible que aún se encuentren algunas de las siete razas descritas, al menos las razas Criollo, Canilla, Tuzón y Argentino.

## Referencias:

- Alfaro, Y. y V. Segovia. 2000.** Maíces del sur de Venezuela clasificados por taxonomía numérica. I. Caracteres de la planta. *Agronomía Tropical* 50(3): 413-433.
- Anderson, E. y H.C. Cluter. 1942.** Races of *Zea mays*. I. Their recognition and classification. *Ann. Mo. Bot. Gard.* 29: 69-88.

- Bosch, L.; F. casañas, E. Sánchez y F. Nuez. 1997.** Variability of Maize landraces from northwest Spain. *Plant Genetic resources Newsletter* 112: 90-92.
- Bramardi, S. J. 2002.** Análisis multivariados. Su aplicación en la caracterización de recursos genéticos. Facultad de Ciencias Agrarias, Univ. Conahue, Est. Exp. INTA, Argentina, 60 pp. (manuscrito).
- Brandolini, A. y Brandolini, A. 2001.** Classification of Italian Maize (*Zea mays* L.) germplasm. *Plant Genetic Resources Newsletter* 126: 1-11.
- CIMMYT/ IBPGR. 1991.** Listado de descriptors de maíz. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, 85 pp.
- Esquivel, M.; T. Shagardsky, L. Walón y M. Caraballo. 1991.** Collecting in the central province of Cuba. *FAO/IBPGR Plant Genetic Resources Newsletter* 83/84: 19-21.
- Eyzaguirre, P.B. y O. Linares. 2004.** Home Gardens and Agrobiodiversity, Smithsonian Institution, Washington, 296 pp.
- Fernández, L.; M. Torres, M. Sánchez y O. Rabí. 2004.** El cultivo del maíz en Cuba. En Barrandiarán-Gamarra, M.; A. Chávez-Cabrera, R. Sevilla-Panizo y T. Narro-León (Eds.) XX Reunión Latinoamericana de maíz, 11-14 octubre 2004, Lima, p- 56-61.
- Franco, T. L. y R. Hidalgo. 2003.** Análisis Estadísticos de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín Técnico No. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia, 89 pp.
- González del Valle, C. 1941.** Estudios genéticos sobre el maíz. I. La producción de líneas homogéneas. *Memorias de la Sociedad Cubana de Historia Natural "Felipe Poey* 15(3): 307-318.
- Hair, J. F.; R. E. Anderson, R. L. Tatham & W. C. Black. 1992.** Multivariate data analysis. MacMillan Publ. Co. Nueva York, 544 pp.
- Hallauer, A.R. and Miranda J.B. 1981.** Quantitative Genetics in Maize Breeding. The IOWA State University Press, Ames IOWA 468 p.
- Hatheway, W.H. 1957. Races of maize in Cuba. Publication 453.** National Academy of Sciences-national Research Council, Washington, D.C. 75 p.
- Kim, S.K. y S.O. Ajala. 1996.** Combining ability of tropical Maize germplasm in West África. I. Open-pollinated varieties. *Maydica* 41: 127-134.
- Lerch, G. 1977.** La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas. Editorial Científico-técnica, La Habana, Cuba, 452 p.
- López, J.A y M.D. Hidalgo. 1994a.** Análisis de componentes principales y análisis factorial. En: Ato, M. y J.J. López (eds.). *Fundamentos de estadística con Systat.* Addison Wesley Iberoamericana, p. 505-532.
- López, J.A y M.D. Hidalgo. 1994b.** Análisis de conglomerados. En: Ato, M. y J.J. López (eds.). *Fundamentos de estadística con Systat.* Addison Wesley Iberoamericana, p. 557-603.

- Manrique Chávez, P.A. 1997.** El maíz en el Perú. Series Tecnologías, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCITEC), Lima, 362 pp.
- Michelini, L.A. y A.R. Hallauer. 1993.** Evaluation of exotic and adapted maize (*Zea mays* L.) germplasm crosses. *Maydica* 38: 275-282.
- Pollak, L.M.; S. Torres-Cardona y A. Sotomayor-Rios. 1991.** Evaluation of heterotic patterns among Caribbean and tropical x temperate Maize population. *Crop Sci.* 31: 1480-1483.
- Smale, M., M.R. Bellon, and J.A. Aguirre-Gomez. 2001.** Maize diversity, variety attributes, and farmers' choices in Southeastern Guanajuato, Mexico. *Economic Development and Cultural Change* 50: 201-225.
- Spencer, D.; R.A.I. Brathwaite y D.E. Mather. 1996.** Diallel study of open-pollinated maize varieties in Trinidad. *Euphytica* 90: 65-72.
- Taba, S.; J. Díaz, J. Franco y J. Crossa. 1998.** Evaluation of caribbean Maize accessions to develop a core subset. *Crop. Sci.* 38: 1378-1386.
- Wellhausen, E.J. 1978.** Recent developments in maize breeding in the tropics. En: D.B. Walden (ed.) *Maize breeding and genetics*. John Wiley and Sons, New York.