

# Reseña EL CULTIVO DEL MAÍZ, SU ORIGEN Y CLASIFICACIÓN. EL MAÍZ EN CUBA

Rosa Acosta<sup>✉</sup>

**ABSTRACT.** Knowing about maize origin and classification as well as the theories protecting crop evolutionary processes are subjects of great interest nowadays. This review presents an outlook of the most controversial theories in this regard and a debate on maize race classification in Cuba, as well as the role of landraces related to *in situ* diversity preservation and generation.

*Key words:* maize, *Zea mays*, provenance, classification, varieties

**RESUMEN.** Conocer acerca del origen y la clasificación del maíz, así como las teorías que amparan los procesos evolutivos del cultivo, son temas que revierten especial interés en la actualidad. Esta reseña ofrece una visión de las teorías más discutidas al respecto y un debate sobre la clasificación racial existente en Cuba, así como el rol de los maíces criollos en la conservación y generación de diversidad *in situ*.

*Palabras clave:* maíz, *Zea mays*, procedencia, clasificación, variedades

## INTRODUCCIÓN

A pesar de que el maíz es uno de los cultivos más estudiados en la actualidad, resulta de gran importancia conocer su origen y clasificación, así como la clasificación de las razas existentes en el mundo. Cuba cuenta con una gran diversidad de maíces, que pertenecen a siete grupos raciales con amplia distribución en el país.

El presente trabajo constituye una reseña acerca del origen del cultivo así como el rol que juegan las poblaciones criollas en la generación y conservación de la diversidad del cultivo *in situ*. En él se discuten, además, algunas de las problemáticas actuales sobre la clasificación de los maíces cubanos.

## ORIGEN Y CLASIFICACIÓN DEL MAÍZ

El maíz se originó en una parte restringida de México y los tipos más desarrollados emigraron posteriormente hacia otros sitios de América. Hoy

no hay dudas del origen americano del maíz, pero nunca fue mencionado en ningún tratado antiguo, ni en la Biblia, hasta el descubrimiento de América por Cristóbal Colón, quien lo vio por primera vez en la isla de Cuba en octubre de 1492 (1, 2).

El maíz surgió aproximadamente entre los años 8 000 y 600 AC en Mesoamérica (México y Guatemala), probablemente a lo largo del acantilado occidental de México Central o del Sur, a 500 km de la Ciudad de México (3). El ecosistema que dio lugar al maíz era de invierno -seco estacional en alternancia con las lluvias de verano— y en una región montañosa, de cuevas empinadas y sobre roca caliza. Las propiedades anteriores también describen el área mayor ocupada por el género *Tripsacum*. Las tres vistas ampliamente sostenidas acerca del origen de maíz explican que provenía de: 1) una forma de maíz silvestre, 2) un teocintle silvestre, 3) un antepasado desconocido (ni maíz silvestre ni teocintle). Cada teoría deduce su evidencia apoyándose en diferentes campos de investigación, desde la arqueología, los análisis bioquímicos, isoenzimáticos y moleculares, así como los citogenéticos, morfológicos y taxonómicos. Durante los años 70, la idea más aceptada era la del maíz

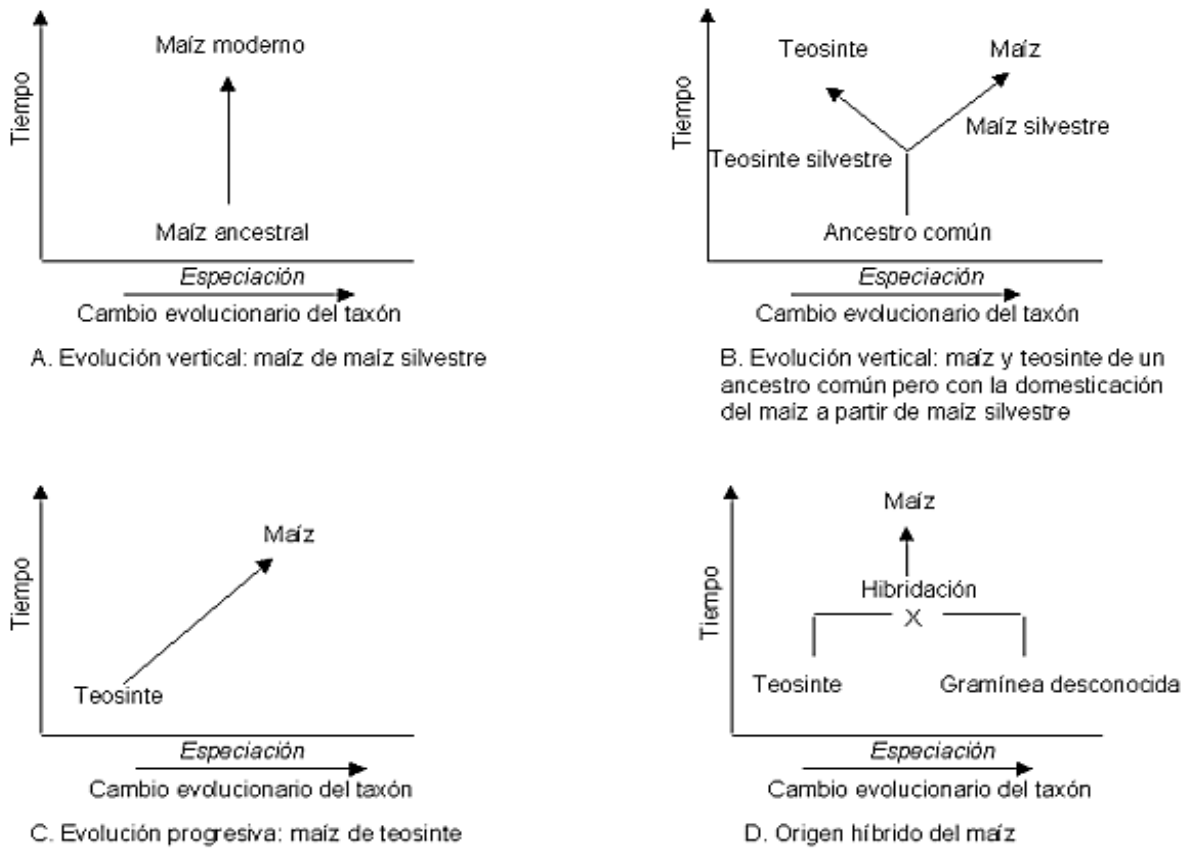
silvestre como ancestro de la forma doméstica. Sin embargo, en los años 80 la teoría más sostenida en este sentido es la del teocintle como progenitor del maíz. En la actualidad, aún el origen del maíz no se encuentra dilucidado y existen amplias investigaciones en este sentido.

De acuerdo con otros planteamientos (4), México es el centro primario de diversidad genética y la Zona Andina el secundario, donde el cultivo del maíz ha tenido una rápida evolución. De las 50 razas encontradas en México, existen siete homólogas en Guatemala, seis en Colombia, cinco en Perú y dos en Brasil, lo que hace que indiscutiblemente México haya sido el centro de difusión de estas, donde alrededor de 27 o más de la mitad de ellas han permanecido como variedades locales endémicas.

Otros han resumido en forma de diagrama varios modelos probables para el origen del maíz (5). Estos son: i) evolución vertical del maíz moderno a partir del silvestre; ii) progresión de teocintle a maíz; iii) separación del maíz y el teocintle, originados ambos en un ancestro común, habiéndose separado durante el proceso evolutivo; iv) hibridación, habiéndose originado el maíz como un híbrido entre teocintle y una gramínea desconocida (Figura 1).

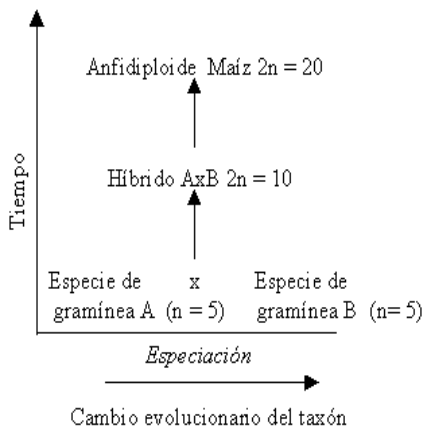
Ms.C. Rosa Acosta, Investigador Agregado del departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700.

✉ rosa@inca.edu.cu, rosaar\_cu@yahoo.es



**Figura 1. Teorías relacionadas con la evolución del maíz. Fuente: adaptado de Wilkes y Goodman (5)**

Los últimos informes indican que la naturaleza anfidiploide o tetraploide del cariotipo del maíz agrega un elemento más al enigma del origen del maíz (Figura 2).



**Figura 2. Posible origen híbrido del maíz con duplicación de los cromosomas (5)**

El examen de los datos revelados por Bat Cave, en combinación con el estudio de las variedades de maíz de México, permiten ver cómo

se han originado las razas de este cereal. Empezando con el maíz tunicado primitivo, que sin dudas llegó a distribuirse extensamente hace varios miles de años, se desarrollaron distintas variedades de maíz en diferentes regiones. Los principales factores involucrados en la evolución inicial del maíz fueron probablemente un grado relativamente alto de mutaciones y una liberación parcial de la presión de la selección natural, como consecuencia de la intervención del hombre. Puesto que las mazorcas y granos de maíz primitivo original eran bastante pequeñas, las nuevas variaciones de esta estructura tenderían a orientarse en la dirección de mayor tamaño y no en la de menor. Como consecuencia, la mazorca de maíz ha ido aumentando su tamaño gradualmente durante 4 000 años o más (6).

A pesar de las contundentes evidencias a favor del teocintle como ancestro directo del maíz, han habido varias teorías acerca de su origen botánico, las cuales han sido ya ex-

plicadas (7) y son las siguientes: a) la teoría del maíz tunicado, propuesta por Saint Hilaire, que consideraba que el maíz se había originado de un tipo con características similares al maíz tunicado, b) la teoría del origen común del maíz y el teocintle, propuesta por Montgomery; posteriormente, Watherwax incluyó a *Tripsacum* en este origen común, c) la teoría tripartita propuesta por Mangelsdorf y Reeves, después de haber practicado numerosas hibridaciones de maíz con sus dos parientes americanos, el *Tripsacum* y teocintle, y finalmente d) propuesta por Iltis, quien al estudiar el género *Zea* en relación con las características de la inflorescencia masculina, propuso la hipótesis de una mutación catastrófica en una especie silvestre de este género, que pudo dar origen al maíz.

Se han investigado las relaciones filogenéticas de las especies del género *Zea*, a través de estudios isoenzimáticos y moleculares (8). El análisis reveló que el género está dividido en dos grupos: Lujuriante y

*Zea*, y que *Zea perennis* y *Zea diploperennis* están altamente relacionados. Cuando el estudio se combinó con el análisis de ADN del cloroplasto y la mitocondria, se pudo constatar que las dos categorías deberían separarse como diferentes especies. La división entre los teocintles anuales de tierras altas (spp. mexicanas) y tierras bajas (spp. parviglumis), se hizo evidente en los análisis isoenzimáticos. El grupo parviglumis fue el más relacionado con *Zea mays*. Estas evidencias estarían corroborando la teoría del teocintle como ancestro del maíz, siendo el más cercano el teocintle anual de los Balsas (*Zea mays* spp. parviglumis), teoría que ha sido recientemente corroborada a través de estudios moleculares (9).

La domesticación del maíz a través de la selección resultó en una especie totalmente dependiente del hombre, pues la transformación eliminó por completo las características ancestrales de sobrevivencia en la naturaleza. Además, se obtuvo una gran variabilidad de tipos, más de 3 003 razas y miles de variedades adaptadas a los más diversos ambientes ecológicos y a las preferencias de sus cultivadores. Existen razones que posibilitaron cambios tan acentuados. En primer lugar, el maíz es una planta que prácticamente induce al hombre a seleccionarlo. Al contrario de los demás cereales, donde las plantas son cosechadas mezcladas, en el caso del maíz cada planta es cosechada individualmente. Eso hace que las características propias de cada mazorca queden evidentes, posibilitando una selección de plantas individuales, lo que no es posible con las demás gramíneas (10).

Desde el punto de vista de descendencia lineal, se describen seis razas principales de maíz: Palomero Toluqueño, de las cuales se derivan todas las razas de maíz reventón; Complejo Chapalote Nal-Tel, antecesor de numerosas razas de México, América Central y Colombia; raza Pira, de la cual se derivan todos los maíces duros tropicales de endospermo amarillo; raza Confite

Morocho, de donde se derivan los maíces de ocho hileras; raza Chullpi, originaria de los maíces dulces y amiláceos; y raza Kculli, de la cual se derivan todos los maíces con coloración de aleurona y pericarpio (7).

## CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL MAÍZ

De acuerdo con la clasificación efectuada por OECD (Organización para la Cooperación Económica y el Desarrollo), en la clasificación para el maíz del hemisferio occidental (11), los géneros *Zea* y *Tripsacum* son incluidos en la Tribu Maydeae (Tabla I).

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los granos alimenticios más antiguos que se conocen. Perteneció a

la familia de las Poáceas (Gramíneas), tribu Maydeae, y es la única especie cultivada de este género. Otras especies del género *Zea*, comúnmente llamadas teocintle y las del género *Tripsacum*, conocidas como arrocillo o maicillo, son formas salvajes parientes de *Zea mays*. Son clasificadas como del Nuevo Mundo, porque su centro de origen está en América. En un primer momento, los taxónomos clasificaron los géneros *Zea* y *Euchlaena* -al cual pertenecía el teocintle- como dos separados.

Actualmente, en base a la compatibilidad para la hibridación entre esos grupos de plantas y a estudios citogenéticos, es generalmente aceptado que ambas pertenecen al género *Zea* (5). El teocintle y

**Tabla I. Clasificación del género *Zea* de la Tribu Maydeae del hemisferio occidental y el género *Tripsacum***

Familia: Poaceae
Subfamilia: Panicoideae
Tribu: Maydeae
Hemisferio Occidental:
Género <i>Zea</i>
Sección ZEA
<i>Zea mays</i> L. (maize)
<i>Zea mays</i> subsp. <i>mays</i> (L.) Iltis (maize, 2n= 20)
<i>Zea mays</i> subsp. <i>mexicana</i> (Schrader) Iltis (teocintle, 2n= 20)
race Nobogame
race Central Plateau
race Durango
race Chalco
<i>Zea mays</i> subsp. <i>parviglumis</i> Iltis and Doebley (teocintle, 2n= 20)
var. <i>parviglumis</i> Iltis and Doebley (=race Balsas)
var. <i>huehuetenangensis</i> Doebley (=race Huehuetenango)
Sección G LUXURIANTES Doebley and Iltis
<i>Zea diploperennis</i> Iltis, Doebley and Guzman (perennial teocintle, 2n= 20)
<i>Zea luxurians</i> (Durieu) Bird (teocintle, 2n= 20)
<i>Zea nicaraguensis</i> (2n = 20?)
<i>Zea perennis</i> (Hitchc.) Reeves and Mangelsdorf (2n= 40)
Género <i>Tripsacum</i>
<i>T. andersonii</i> (2n= 64)
<i>T. australe</i> (2n= 36)
<i>T. bravum</i> (2n= 36, 72)
<i>T. cundinamarce</i> (2n= 36)
<i>T. dactyloides</i> (2n= 72)
<i>T. floridanum</i> (2n= 36)
<i>T. intermedium</i> (2n= 72)
<i>T. manisuroides</i> (2n= 72)
<i>T. latifolium</i> (2n= 36)
<i>T. pereuvianum</i> (2n= 72, 90, 108)
<i>T. zopilotense</i> (2n= 36, 72)
<i>T. jalapense</i> (2n= 72)
<i>T. lanceolatum</i> (2n= 72)
<i>T. laxum</i> (2n= 36?)
<i>T. maizar</i> (2n= 36, 72)
<i>T. pilosum</i> (2n= 72)

Tripsacum son importantes, como posibles fuentes de características deseables para el mejoramiento del maíz. El Tripsacum no tiene un valor económico directo, mientras que el teocintle tiene algún valor como fuente de forraje.

## CLASIFICACIÓN RACIAL DEL MAÍZ

La primera clasificación del maíz, de acuerdo con la variación dentro del grano, la hizo Sturtevant de manera artificial (7), basado en la textura o estructura del endospermo y consideró siete grupos:

1. *Maíz tunicado: Zea mays tunicata* St., se considera uno de los tipos más primitivos de los maíces cultivados. Se caracteriza por presentar cada grano envuelto en su propia bráctea. No tiene valor comercial.
2. *Maíz reventón: Zea mays everta* St. Se caracteriza por presentar granos pequeños con endospermo cristalino, constituido preferentemente por almidón córneo. Es capaz de explotar cuando es sometido al calor. Da lugar a las llamadas cotufas o palomitas.
3. *Maíz cristalino: Zea mays indurata* St. Se caracteriza por presentar granos con endospermo vítreo duro, cristalino y translúcido, con almidón en su mayoría córneo.
4. *Maíz amiláceo: Zea mays amilácea* St. Se caracteriza por presentar granos con endospermo blando, suave amiláceo. En este grupo el maíz "Blanco Gigante del Cuzco" o "Blanco Imperial" es legado del imperio incaico, que causa la admiración por el gran tamaño de su grano y alto rendimiento.
5. *Maíz dentado: Zea mays identata* St. Se caracteriza por presentar granos con endospermo formado con almidón córneo cristalino, tanto en su exterior como interior. Están coronados en la parte superior con almidón blando suave, que a la madurez origina una depresión central superior, debido a una mayor hidratación, dándole al grano la forma característica de diente.

6. *Maíz dulce: Zea mays saccharata* St. Se caracteriza por presentar maíces dulces y un grano completamente arrugado cuando están maduros. Posee un gen recesivo en el cromosoma 4, el cual impide la conversión de algunos azúcares solubles en almidón.

7. *Maíz ceroso: Zea mays ceratina* Kul. Se caracteriza por presentar aspecto ceroso en el endospermo. En el maíz normal o corriente, la molécula de almidón está compuesta por 75 % de amilopectina y 25 % de amilosa. En cambio, en el maíz ceroso (*waxy*), el almidón está constituido por 100 % de amilopectina, lo que origina un almidón de característica gomosa parecido al de yuca.

Esta clasificación ha sido usada casi sin modificación durante los últimos 50 años, aunque algunos plantean que la clasificación solo sobre caracteres del endospermo depende para su expresión de un único punto sobre un cromosoma (6), por lo que resulta importante efectuar una clasificación sobre todo el plasma germinal e incluir el mayor número de datos genéticos como características de las mazorcas, caracteres genéticos, citológicos, fisiológicos y agroquímicos. Por tal motivo, dichos autores propusieron una clasificación basada en la constitución genética total e hicieron una clasificación de los maíces criollos de México, Centro y Sudamérica, y parte de los Estados Unidos.

Partiendo de estas desventajas, se dispone de nuevos criterios para la clasificación racial del maíz, los cuales enriquecen los estudios anteriormente realizados, considerando los caracteres morfológicos del grano. En México, se han incluido en los análisis otros caracteres, como la calidad industrial y calidad para elaborar determinados alimentos por parte de las comunidades que conservan in situ las razas locales de maíz (9). En España, se han incorporado otros caracteres morfológicos de la planta y las mazorcas (12), usándose además para

hacer comparaciones con posibles ancestros de las razas de ese país.

Con el descubrimiento de los marcadores moleculares y la gran utilidad de estos por su eficiencia, distribución a lo largo del genoma y sobre todo por no tener influencia del ambiente, constituyen en la actualidad los mejores métodos para la caracterización de las poblaciones de maíz existentes en el mundo, así como para la caracterización racial de los maíces conservados *in situ* y *ex situ*. Algunos han utilizado estas bondades de los marcadores microsatélites y analizaron cerca de 350 razas nativas de Las Américas (13), determinando la existencia de complejos raciales pertenecientes a las zonas altas de México, al norte de Estados Unidos, maíces tropicales y un complejo asociados a las razas Andinas.

## EL MAÍZ EN CUBA

Estudios de clasificación del maíz en Cuba. En Cuba, los trabajos iniciales de clasificación de maíces comenzaron en 1949; Hernández y Clement efectuaron 57 colectas de 90 localidades del país (14). Ellos reportaron la existencia de seis razas de maíces cubanos e indicaron que cinco de ellas estaban relacionados con los tipos encontrados en México. En dichos estudios, el concepto de raza fue establecido en función de los criterios establecidos en México por Margelsford, donde existía un gran aislamiento geográfico entre las comunidades, lo que permitía rutas de evolución diferentes.

A partir de estos criterios, dicho autor efectuó estudios posteriores en la clasificación de las razas, partiendo del concepto establecido anteriormente, de que las razas de maíz son una o más poblaciones de individuos con un número de características significativas en común, las cuales son generalmente reconocidas como una variedad agrícola por los campesinos (15).

De acuerdo con este concepto, se plantea la existencia en Cuba de siete razas de maíz, que se diferen-

cian y clasifican principalmente por los caracteres de la mazorca (16): Maíz Criollo, Tusón, Argentino, Canilla, White Pop, Yellow Pop y White Dent.

De acuerdo con los criterios de este autor, las características más significativas de ellas son:

- ❖ *Maíz Criollo*: plantas de 2.2 a 3.2 m de altura, de 0-2 hileras de raíces secundarias, hojas muy largas, 1-2 mazorcas en posición superior a los 0.9 m de la base de las espigas. La inflorescencia masculina es muy larga y ramificada. Las mazorcas son de medianas a largas, cilíndricas o ligeramente cónicas, de 12 a 16 hileras de granos, de endospermo duro y tamaño mediano, no dentado. El color de los granos es amarillo-naranja. Las mazorcas tienen un diámetro de 46-53 mm con un diámetro de la tusa de 28-41 mm. Se distribuye principalmente en las antiguas provincias de Pinar del Río, La Habana, Matanzas, Las Villas, Camagüey y Oriente. De acuerdo con los caracteres morfológicos, se sugiere que las formas de Maíz Criollo pueden tener un origen reciente en Cuba y es un tipo intermedio entre las razas Tusón y Argentino. Los nombres con los que son reconocidos en Cuba son: Maíz Cubano, Maíz Criollo y Maíz Corriente y fuera de Cuba: Caribbean Flint, Creole flint, Cuban Yellow, Coastal Tropical Flint.
- ❖ *Tusón*: plantas de 2.5 a 2.7 m de altura, de 0-2 hileras de raíces secundarias, hojas muy largas, 2 mazorcas promedio por planta. Las inflorescencias masculinas son muy largas y ramificadas. Las mazorcas son de medianas a largas, cilíndricas, de 14 a 18 hileras de granos, dentados y largos, con endospermo medianamente duro. El color de los granos es amarillo a naranja. Las mazorcas tienen un diámetro de 48-56 mm, con un diámetro de la tusa de 30-39 mm. Su distribución está restringida casi exclusivamente a la provincia de Oriente. Los nombres con los que son reconocidos en Cuba son:

Maizón, Big Corn, Diente de Caballo o Maíz Gibara y fuera de Cuba: Race 6, Cylindrical Dent.

- ❖ *Argentino*: plantas de 2.4 a 2.9 m de altura, 0-1 hilera de raíces secundarias, hojas largas, 1-2 mazorcas en posición superior a los 0.8 m de la base de las espigas. La inflorescencia masculina es muy larga y ramificada. Las mazorcas son pequeñas, cilíndricas o ligeramente cónicas o en forma de cigarro, con de 12 a 14 hileras de granos, los cuales son de tamaño mediano, pequeños y redondeados, con almidón córneo muy duro. El color de los granos es naranja. Las mazorcas tienen un diámetro de 37-45 mm, con un diámetro de la tusa de 26-30 mm. Se distribuye principalmente en la provincia de Oriente. Producto de la dureza del grano y almidón, es muy utilizado para hacer harina. Los nombres con los que son reconocidos en Cuba son: Argentino, Especial, Habana, Provincia y fuera de Cuba son: Race 5, Cuban Flint, Cateto.
- ❖ *Canilla*: plantas de 2.4 a 2.7 m de altura, de 0-2 hileras de raíces secundarias, hojas largas, 2 mazorcas en posición superior a los 0.8 m de la base de las espigas. La inflorescencia masculina es larga y muy ramificada. Las mazorcas son largas, delgadas y cilíndricas, en forma de velas y extremadamente flexibles, de 10 a 16 hileras de granos. Los granos son principalmente de dos tipos: uno estrecho en forma de cuña, orbicular en la región transversal, conspicuamente dentado con pericarpio frecuentemente arrugado y otro redondeado, más o menos rectangulares en la sección transversal, con almidón blando hasta el ápice, aunque no son dentados, con almidón córneo y medianamente duro de color amarillo a azafrán. Las mazorcas tienen un diámetro de 36-41 mm, con un diámetro de la tusa de 20-28 mm. Se destaca que la tusa se encuentra más allá de la cobertura de las mazorcas. Se distribuye

principalmente en la provincia de Oriente y muy frecuente en Camagüey. Producto de la dureza del grano y almidón, es muy utilizado para hacer harina. Los nombres con los que son reconocidos en Cuba son: Canilla, Argentino (fuera de Oriente y Camagüey), Cuña (Puya Amarilla), Tayuyo, Pineo y fuera de Cuba son: Race 3 y Race 4, Maïs Chandelle.

- ❖ *White Pop*: plantas de corta a media altura, 1.5 a 2.5 m, de 1 hilera de raíces secundarias ocasionalmente, hojas de tamaño intermedio, 1-2 mazorcas en posición superior a los 0.7 m de la base de las espigas. La inflorescencia masculina es corta y ramificada. Las mazorcas son pequeñas, cortas, de 12 a 16 hileras de granos, los cuales son pequeños y redondeados. El color de los granos puede ser blanco, amarillo. Las mazorcas tienen un diámetro de 33-43 mm, con un diámetro de la tusa de 27-31 mm. Se distribuye en toda la isla. Los nombres con los que son reconocidos en Cuba son: Maíz de pollo, Maíz de rositas, Maíz de pollo blanco, Maíz de pollo morado y fuera de Cuba son: Race 1.
- ❖ *Yellow Pop*: plantas medianas, de 1.7 a 2.1 m de altura, de 0-1 hilera de raíces secundarias, hojas largas, 1-3 mazorcas en posición superior a los 0.6 m de la base de las espigas. La inflorescencia masculina es muy corta y ramificada. Las mazorcas son cortas, delgadas, de 12 a 16 hileras de granos. Los granos son muy pequeños, generalmente en forma de cuña, de color amarillo-naranja. Las mazorcas tienen un diámetro de 20-40 mm, con un diámetro de la tusa de 15-25 mm. Se distribuye principalmente en la provincia Las Villas. El nombre con el que es reconocido en Cuba es Maíz de pollo enano.
- ❖ *White Dent*: plantas cortas, de 1.4 a 1.8 m de altura, de 0-1 hilera de raíces secundarias, hojas medianas, dos mazorcas en posición

superior a los 0.6 m de la base de las espigas. La inflorescencia masculina es muy corta y poco ramificada. Las mazorcas son extremadamente cortas, cilíndricas, de 10 a 12 hileras de granos. Los granos son medianos, muy dentados, de endospermo duro, color blanco cremoso. Las mazorcas tienen un diámetro de 34-39 mm, con un diámetro de la tusa de 20-24 mm. Se distribuye principalmente al este de la antigua provincia de Oriente. El nombre con el que es reconocido en Cuba es Argentino Blanco.

En Cuba, en 1949, no existían barreras geográficas que impidieran el cruzamiento entre las variedades, por lo que las poblaciones eran constituidas probablemente por híbridos entre razas (16).

Algunos plantean que probablemente durante el transcurso de estos 50 años (17), posteriores al estudio efectuado por Hatheway, varias de estas razas ya no existan, se hayan modificado o se hayan formado nuevas razas, lo que constituye un nuevo panorama potencial en los recursos genéticos del maíz en el país. Sin embargo, en sus propios estudios, estos autores plantean que al analizar accesiones recientemente colectadas, ellas se encontraban presentes en al menos cinco de las siete razas cubanas de maíz (Criollo, Cannilla, Tusón, Argentino y Reventador), aunque muchas muestran caracteres morfológicos, que indican la posible mezcla entre ellas, debido posiblemente al manejo o a las fuerzas evolutivas, que pueden estar actuando sobre estas accesiones/razas, provocando una progresiva erosión genética producto de las diferentes formas de manejo de los agricultores (17).

Usos de la diversidad racial del cultivo. La variabilidad genética presente dentro y entre poblaciones/razas de maíz, ha sido reconocida entre las más abundantes del reino vegetal. Mucha de esta variabilidad se debe a factores unitarios, que han sido identificados a través del tiempo y que controlan características

fácilmente visibles, tales como los colores, las formas y estructuras (18).

Esta diversidad ha sido ampliamente utilizada por el hombre, ya sea de forma empírica por los productores desde el proceso de domesticación hasta la actualidad, como la de diversos programas convencionales de mejora genética que se han realizado a nivel mundial (9).

En Cuba, las variedades criollas y foráneas son utilizadas principalmente por los productores e incorporadas a programas de mejoramiento genético del cultivo, utilizándose varios métodos para lograr la mejor articulación del material genético (19). De esta forma, se han obtenido variedades sintéticas y mejoradas mediante la selección masal de la población formada por variedades originales, así como híbridos dobles y triples mediante el cruzamiento de líneas puras, de acuerdo con el comportamiento de ellos y la capacidad combinatoria. Igualmente, se ha empleado el método de top crosses, mediante el cual una variedad de polinización abierta se cruza con líneas puras exóticas, con el fin de producir un híbrido para su inmediata utilización práctica (20).

El uso de la diversidad existente en las razas cubanas, no sólo ha estado limitado a los programas de mejora que han ocurrido en el país, sino que también muchos híbridos actuales de Estados Unidos y otros países desarrollados, tienen como base genética maíces cubanos correspondientes fundamentalmente a las razas Criollo, Argentino y Tusón; de ahí la importancia de la conservación de esta diversidad (16).

*Importancia de los maíces criollos en la generación de diversidad in situ.* En el proceso de domesticación, los sistemas locales de semillas han jugado un papel relevante, pues mantienen una amplia variabilidad, que se adapta en pequeñas parcelas, donde los agricultores conservan in situ aquellas plantas consideradas útiles para las familias, el mercado u otros fines (21).

Lo anteriormente expresado ha condicionado que en ciertos agroecosistemas se encuentren variedades genéticamente diversas y

que en la práctica, producto de la condición alogama del maíz, se produzca de manera incidental o inducida la recombinación genética de las poblaciones existentes. La interacción de las plantas cultivadas con sus parientes silvestres, en diversos ecosistemas, junto con las prácticas de los agricultores de manejar simultáneamente varias variedades, lo que permite el cruzamiento, y las condiciones socioeconómicas diversas determinan, en gran medida, los conglomerados genéticos del maíz de las fincas, los cuales son complejos y dinámicos (22).

Maíz criollo es un término campesino que comúnmente se emplea para denotar que es un material nativo de la comunidad, región, estado o país, y que se diferencia de un material extranjero, un maíz híbrido o una variedad mejorada. Está conformado por una población heterogénea de plantas y los agricultores las diferencian por su color, textura, forma del grano, forma de la mazorca, ciclo vegetativo y uso. Son materiales que han sido formados por los agricultores durante años, mediante selección empírica, y lo conservan y manejan año tras año en un complejo sistema de intercambio de semillas y genes. También puede considerarse como maíz criollo (criollo hibridado o mejorado) a la población de plantas resultante de un cruzamiento natural o artificial (cruzamiento realizado por agricultores, mejoradores o ambos) con un material mejorado, siempre y cuando la población tenga un 75 % de las características del material criollo original y solo el 25 % del material mejorado (9).

A partir de los propios procesos que se generan en las comunidades y los criterios de identificación de las mejores mazorcas por parte de los productores, se aseguran las semillas de buena calidad y su germinación; además, están relacionadas con el buen mantenimiento de los idiotipos en las comunidades (23).

Como fuente de genes adaptados, las variedades de los agricultores han sido la materia prima de donde se han desarrollado las variedades

des modernas, que con frecuencia son de mayor rendimiento (24). Por tanto, la conservación de variedades locales tiene una importancia crucial, tanto para los programas convencionales de mejoramiento de los cultivos como para la agricultura de subsistencia.

## CONCLUSIONES

El maíz, sin duda alguna, es un cultivo altamente diverso, que de acuerdo con las evidencias encontradas, pudo haberse originado en Mesoamérica (México, Guatemala), probablemente en la zona de México Central o del Sur. En la actualidad, la mayoría de los genetistas están de acuerdo en que se deriva del teocintle, por su gran parentesco cromosómico de planta y su facilidad de entrecruzamiento, obteniéndose entre ambos híbridos fértiles (9).

En muchos países, existen diversos estudios acerca de la composición racial del cultivo (6, 7, 9, 12, 13), obteniéndose una alta variabilidad en cada región y que han permitido determinar las posibles relaciones entre las razas existentes alrededor del mundo y los orígenes en común que ellas poseen.

En Cuba, existen estudios recientes que aportan grandes evidencias acerca de la composición racial de los maíces cubanos (conservados *ex situ*), como el efectuado en el 2008 (17), considerando los caracteres morfológicos y agronómicos para la clasificación de las razas actuales.

A pesar de que algunos plantean que en el proceso de domesticación y manejo de las poblaciones (*in situ* y *ex situ*) pueden estarse activando procesos que causen la pérdida de variantes genéticas en el cultivo (25); otros manifiestan que las comunidades rurales han mantenido gran diversidad genética durante siglos (26), lo que constituye hoy la fuente donde el sistema formal institucional obtiene los recursos genéticos para los bancos de germoplasma y la industria de semillas.

## RECOMENDACIONES

A partir del análisis efectuado en la presente reseña, se proponen las siguientes recomendaciones para el caso de los maíces cubanos:

Efectuar un análisis de la composición racial existente, con el uso de herramientas más informativas, por ejemplo, que permitieran el estudio del genoma, a modo de fortalecer los resultados de anteriores trabajos efectuados en el país, incorporando accesiones conservadas *in situ* y *ex situ*. A su vez, dichos estudios pudieran ayudar a esclarecer el posible origen o antecesor de las razas existentes en el país.

Efectuar un análisis de la composición racial existente y relacionarlo con estudios de posición geográficos de esta diversidad, a modo de conocer el comportamiento de estas razas en las actuales condiciones edafoclimáticas, lo que podría ayudar a la conservación de su diversidad *in situ*.

Efectuar estudios en el caso de poblaciones que se encuentren en proceso de selección o mejoramiento, con el objetivo de mostrar evidencias acerca de los cambios de frecuencias que ocurren en las poblaciones de maíz, que provoquen durante los procesos de adaptación o mejora la pérdida o ganancia de genes, y que han conllevado a la especiación y adaptación de las variedades locales a las diversas condiciones ambientales.

## REFERENCIAS

1. McClintock, B.; Kato, T. y Blumenschein, A. Constitución cromosómica de las razas de maíz. Colegio de Post-graduados de Chapingo, México, 1981. 168p.
2. CIMMYT. Generation Challenge Programme Partner and Product. Highlights, México, D. F., 2006.
3. Wilkes, H. G. y Goodman, M. M. Mystery and Missing Links: The origin of Maize. En: Maize Genetics Resources. Taba, S (Eds.). Maize Program Special Report. México, D.F. CIMMYT, 1995.

4. Wilkes, G. Teosinte and the Other Wild Relatives of Maize. En: Recent Advances in the Conservation and Utilization of Genetic Resources: Proceedings of The Global Maize Germplasm Workshop. México. D.F. CIMMYT, 1988. p. 70-80.
5. Paliwal, L. L. El maíz en los trópicos. Disponible en: <[http://www.fao.org/documents/show\\_cdr.asp?url\\_file=/DOCREP/003/X7650S/x7650s15.htm](http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/DOCREP/003/X7650S/x7650s15.htm)>. Consultado (3-3-2001), 2001>.
6. Wellhausen, E. J.; Roberts, L. M.; Hernández, E. y Mangelsdorf, P. Razas de Maíz en México. Su origen, características y distribución. Chapingo: Universidad Autónoma de Chapingo, 1987.
7. Bejarano, A. y Segovia, M. Origen y evolución de la especie. Sección 1 Origen del maíz. En: El maíz en Venezuela. Fundación Polar, 2000. p. 11-14.
8. Doebley, J. Molecular systematic of Zea (Gramineae). *Maydica*, 1990, vol. 35, no. 2, p. 143-150.
9. Aragón-Cuevas, F.; Taba, S.; Hernández Casillas, J. M.; Figueroa, J. de D.; Serrano Altamirano, V. y Castro García, F. H. Catálogo de Maíces Criollos de Oaxaca. INIFAP-SAGARPA: Libro Técnico No. 6. Oaxaca, México, 2006. 344p.
10. Paterniani, E. Origen y evolución de la especie. Sección 1. Evolución del maíz. En: El maíz en Venezuela. Fundación Polar, 2000. p. 15-25.
11. OECD. Consensus Document on the Biology of *Zea mays* subsp. *mays* (Maize). OECD Environment, Health and Safety Publications. Series on Harmonisation of Regulatory Oversight in Biotechnology. No. 27. Paris. Disponible en: <<http://www.oecd.org/ehs>>, 2003>.
12. Sinobas, J. y Díaz, M. Relaciones entre diferentes razas de maíz españolas y dos sintéticos americanos. *Invest. Agr. Prod. Prot. Veg.*, 1999, vol. 14, no. 1-2, p. 5-14
13. Vigouroux, Y.; Glaubitz, J. C.; Matsuoka, Y.; Goodman, M. M.; Sánchez, G. J. y Doebley, J. Population structure and genetic diversity of New World maize races assessed by DNA microsatellites. *American Journal of Botany*, 2008, vol. 95, p. 1240-1253.

14. Hernández, X. E. Report to Dr. J.G. Harrar, Director of the Rockefeller Foundation Agricultural Program in Mexico, April 1, 1949.
15. Anderson, E. y Cutler, H. C. Races or *Zea mays*: I. This recognition and classification. *Ann. Bot. Gard.*, 1942, vol. 29, p. 69-88.
16. Hatheway, W. H. Races of Maize in Cuba. Washington: National Academy Of Siences-National Research Council, 1957.
17. Fernández, L.; Crossa, J.; Fundora, Z.; Gálvez, G.; Cristóbal, R.; Acuña, G.; Guevara, C.; Puldón, G.; Pérez, M. F.; Walón, L. y Soto, J. A. Composición de las razas cubanas de maíz en la colección nacional del cultivo. En: Congreso Científico del INCA (16: 2008, nov. 24-28, La Habana). Memorias. CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. ISBN 978-959-16-0953-3.
18. Riccelli, M. Mejoramiento Genético y Biotecnología, Introducción a la Genética del Maíz. En: El Maíz En Venezuela. Fundación Polar, 2000. p.77-93.
19. Rabí, O. Métodos de mejoramiento en el cultivo del Maíz. En: Boletín de Reseñas. Hortalizas, Papa, Granos y Fibras. CIDA, 1984.
20. Rabí, O. Comportamiento de una variedad de maíz de introducción. X Fórum de Ciencia y Técnica, IIHLD, 1997.
21. Ríos, H. y Wright, J. Primeros intentos para estimular los flujos de semillas en Cuba. *Boletín de ILEA*, 2000, vol. 15, no. 3-4, p. 37-38.
22. Bellon, M. R.; Aguirre, J. A.; Smale, M.; Berthaud, J.; Rosas, M. y Martínez, R. Intervenciones participativas para la conservación del maíz en finca en los Valles Centrales de Oaxaca, México. En: Memorias de la Conferencia Internacional sobre: Futuras Estrategias para Implementar Mejoramiento Participativo en los Cultivos de las Zonas Altas en la Región Andina (2001, sept. 23-27: Quito), 200 p.
23. Louette, D.; Smale, M. Farmer's Seed Selection Practices and Maize Variety Characteristics in a Traditionally-Based Mexican Community. CIMMYT Economics Working Paper 98-04. Mexico, D.F. International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), 1998.
24. Demissie, A. Conservación *in situ*: la experiencia etíope. *Boletín ILEA*, 2000, vol. 15, no. 3-4, p. 30-31.
25. Zhang, L.; Peek, A. S.; Dunams, D. y Gaut, B. S. Population Genetics of Duplicated Disease-Defense Genes, hm1 and hm2, in Maize (*Zea mays* ssp. *mayz* L.) and its wild Ancestor (*Zea mays* ssp. *parviglumis*). *Genetics*, 2002, vol. 162, p. 851-860.
26. Martínez Farías, M. A. Biodiversidad. Visiones y Estrategias para la Conservación. CLADES. No. 13. Disponible en: <<http://www.clades.cl/revistas/13/rev13agr5.htm>, 2005>.

Recibido: 4 de mayo de 2009

Aceptado: 14 de julio de 2009



## “DIVERSIDAD AGRÍCOLA AL SERVICIO DE LOS AGRICULTORES”

*Manual que saldrá publicado en julio del 2010*

### Contenido:

**Introducción.**

**Nomenclatura para la diversidad del PIAL.**

**Inventario de diversidad en los CPDGT en Pinar del Río, La Habana, Villa Clara, Cienfuegos, Sancti Spíritus, Las Tunas, Granma y Holguín.**

**Historias de casos.**

**Evidencias en la obtención de nueva variabilidad por productores.**

**Los interesados en adquirirlo  
deben realizar su solicitud a:**

**Dr. C. Rodobaldo Ortiz Pérez  
email: [rortiz@inca.edu.cu](mailto:rortiz@inca.edu.cu)**