

VARIACIÓN MORFOLÓGICA DE Maíces Nativos

(*Zea mays* L.) EN EL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

Sierra-Macias, M.¹, Andrés-Meza, P.², Palafox-Caballero, A.¹, Meneses-Márquez, I.¹, Francisco-Nicolás, N.¹, Zambada-Martínez, A.¹, Rodríguez-Montalvo, F.¹, Espinosa-Calderón, A.³, Tadeo-Robledo, M.⁴

¹Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP. 92277. Medellín de Bravo, Estado de Veracruz. ²Postgrado de Recursos Genéticos y Productividad-Genética, Colegio de Postgraduados. 56230. Montecillo, Texcoco, Estado de México. ³Campo Experimental Valle de México-INIFAP. 56250. Coatlinchán, Texcoco, Estado de México. ⁴Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. 54714. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

Autor responsable: andres.pablo@colpos.mx

RESUMEN

Se realizó una amplia recolecta de maíces nativos (*Zea mays* L.) en las regiones norte, sur e intermedia del estado de Veracruz, México, de mayo de 2009 a junio de 2010, con el fin de identificar y caracterizar a nivel de raza los materiales biológicos, siguiendo los criterios de importancia del cultivo (siembra) de maíz nativo. Se recolectaron y caracterizaron 657 muestras, y se depositaron en un Banco de Germoplasma para su conservación. Para la región tropical se encontraron 164 muestras de la raza Tuxpeño, 75 de Olotillo, 28 de Coscomatepec, 21 de Ratón, 12 de Tepecintle, 11 de Arrocillo, 7 de Elotes Cónicos, 4 de Cónico, 4 de Celaya, 3 de Vandeño, 2 de Chalqueño, 1 de Onaveño, 1 de Pepitilla, 1 de Bolita, 1 de Nal-Tel de Altura, 1 de Cacahuacintle, 1 de Mushito, y 320 mezclas interracial. En altitudes de 0-1300 m predominaron las razas Tuxpeño y Olotillo. Para la intermedia (1801-2000 m), las más frecuentes fueron Coscomatepec y Celaya. En altitudes mayores a 2000 m, las más importantes fueron Cónico, Elotes Cónicos, Chalqueño, Arrocillo amarillo y Cacahuacintle. La mayor frecuencia de maíces nativos fue de grano color blanco y crema. Existe amplia diversidad genética de maíz en el estado de Veracruz que debe conservarse y aprovecharse de manera integral en programas de mejoramiento.

Palabras clave: diversidad biológica, descripción morfológica, conservación.



INTRODUCCIÓN

La evidencia genética, bioquímica y morfológica indican que el maíz (*Zea mays* L.) fue domesticado hace aproximadamente 10,000 años de un teocintle silvestre (*Zea mays* ssp. *parviglumis*) en América Central (Doebly *et al.*, 2006). Posteriormente, con base en patrones de distribución muy particulares, estos maíces migraron a lo largo de diferentes rutas conforme se incrementó su cultivo en su lugar de origen y domesticación. De esta forma hubo regiones en que convergieron las rutas de migración, cuya hibridación y selección posterior dio lugar a nuevas razas de maíz (Kato *et al.*, 2009). Aun cuando se ha avanzado de manera extraordinaria para comprender las interrelaciones y semejanzas entre las razas de maíz, es difícil establecer las épocas y la dirección de la difusión que causó las similitudes y diferencias que existen en la actualidad (Sánchez, 2011).

El maíz en México se cultiva actualmente en un amplio rango de altitud y variación climática, desde el nivel del mar hasta los 3,400 m. Se siembran en zonas con escasa precipitación, en regiones templadas, en ambientes muy cálidos y húmedos, en escaso suelo, en pronunciadas laderas o en amplios valles fértiles, en diferentes épocas del año, y bajo múltiples sistemas de manejo y desarrollo tecnológico (CONABIO, 2011). A esta diversidad de ambientes, los agricultores, indígenas o mestizos, mediante su conocimiento y habilidad, han logrado adaptar y mantener una extensa diversidad de maíces nativos.

En América Latina se han descrito cerca de 220 razas de maíz (Goodman y McK. Bird, 1977), de las cuales se han identificado 64 (29%) y descrito en su mayoría para México (Anderson, 1946; Wellhausen *et al.*, 1951; Hernández y Alanís, 1970; Ortega, 1979; Benz, 1986; Sánchez 1989; Sánchez *et al.*, 2000). De las 64 razas que se reportan para México, 59 se pueden considerar nativas y cinco fueron descritas inicialmente en otras regiones (Cubano Amarillo, del Caribe y cuatro de Guatemala (Nal Tel de Altura, Serrano, Negro de Chimaltenango y Quicheño), pero que también se han colectado o reportado en el país (CONABIO, 2011).

El germoplasma existente en algunas áreas de México, como la Península de Baja California, partes montañosas de Tamaulipas, Tabasco y Norte de Chiapas, están mal estudiados, debido principalmente a que no ha habido una recolección extensiva en estas regiones (Ortega *et al.*, 1991). Gran parte de los acervos de las diferentes colecciones se han evaluado en distintas ocasiones y ambientes (Velázquez *et al.*, 1994; Taba *et al.*, 1998; Herrera *et al.*, 2002; Turrent y Serratos, 2004), principalmente desde el punto agronómico; sin embargo, no se dispone de catálogos descriptivos de las muestras individuales. El objetivo fue conocer la diversidad actual de maíces nativos en el estado de Veracruz, para caracterizarlos e identificarlos a nivel de raza.

MATERIALES Y MÉTODOS

La determinación de los sitios de colecta se realizó considerando la importancia del cultivo y de la presencia de maíces nativos. Las colectas se realizaron duran-

te los meses de mayo y junio de 2009 (ciclo otoño-invierno) y de noviembre de 2009 hasta junio de 2010 (ciclo primavera-verano 2009 y otoño-invierno 2009/10). Para la parte intermedia y alta solo hubo un período de colecta en virtud de que se tiene un ciclo anual de cultivo y las cosechas se realizan en los meses de noviembre, diciembre y enero. Se recolectaron maíces criollos en las regiones norte (Tamiagua, Espinal, Papantla, Tuxpan, Castillo de Teayo, Coatzintla, Álamo, Chicontepic, Benito Juárez), en el sur y en la intermedia (en Xalapa: Acatlán, Chiconquiaco, Landero y Coss, Miahuatlán, Naolinco, Tonayan, Teocelo y Xico; en Orizaba: La Perla, Mariano Escobedo, Tequila, Atahuilco, Tlaquilpa; en Coscomatepec: Alpatlahuac, Chocamán, Ayahualulco, Ixhuatlán de los Reyes, Coscomatepec y Calchahuac; en Perote: Villa Aldama, Altotonga, Atzalan y Jalacingo). En el sur: San Andrés Tuxtla, Santiago Tuxtla, Mecayapan, Tatahuicapan, Hueyapan de Ocampo, Catemaco, Acayucan y Jesús Carranza (Cuadro 1).

La muestra osciló entre 20 y 50 mazorcas, evitando obtener duplicados de la muestra. Se empleó la hoja pasaporte como base para recabar toda la información del cultivar, nombre del productor y sitio de colecta (datos no mostrados); en cada lugar se obtuvieron las coordenadas, altitud, nombre común de la variante biológica y nombre del agricultor. Se utilizó la información de los caracteres cuantitativos y cualitativos de mazorca en muestra de 10 representativas de cada población para realizar la descripción con base en la Guía Técnica y Manual Gráfico para la descripción varietal (SNICS-CP, 2009). Se cuantificó el número de hileras y el de granos por hilera en la mazorca. Se determinó el diámetro de la mazorca y olote

Cuadro 1. Procedencia de los maíces nativos recolectados durante 2009-2010.

Accesión	Raza	Localidad	LN	LO	Altitud (m)
31	Tepecintle	Ohuilapan, San Andrés Tuxtla	18° 24.0' 5.2"	95° 15.0' 23.4"	133
139	Tuxpeño	Rancho Playa, Papantla	20° 37.7' 11"	97° 9.9' 96.0"	25
205	Olotillo	Ohuilapan, San Andrés Tuxtla	18° 24.0' 6.1"	95° 15' 53.6"	64
403	Celaya	Miahuatlán, Miahuatlán	19° 42' 38.5"	96° 53' 29.94"	1890
405	Chalqueño	Miahuatlán, Miahuatlán	19° 43' 18.8"	96° 51' 25.4"	1950
419	Mushito	Cruz Verde, Tonayán	19° 41' 37.5"	96° 55.0' 23"	1823
472	Cacahuacintle	Loma Grande, Mariano Escobedo	18° 55' 52.7"	97° 14' 13.2"	2772
473	Bolita	Loma Grande, Mariano Escobedo	18° 55' 52.7"	97° 14' 13.2"	2772
479	Nal-Tel de Altura	Tatahuilapa, Atahuilco	8° 42' 26.4"	97° 05' 0.46"	1742
500	Pepitilla	Tetelcingo, Coscomatepec	19° 03' 10.9"	97° 08' 40.8"	2289
509	Vandeño	La Esperanza, Hueyapan de Ocampo	18° 16' 32.1"	95° 8.0' 44.4"	171
519	Ratón	El Chamizal, Hueyapan de Ocampo	18° 16' 56.5"	95° 9.0' 43.0"	208
526	Onaveño	Tulapan, San Andrés Tuxtla	18° 17' 42.3"	95° 15' 53.0"	27
575	Coscomatepec	Tetelcingo, Coscomatepec	19° 03' 7.1"	97° 08' 49.8"	2294
595	Arrocillo	Cruz Blanca, Villa Aldama	19° 38.0' 1.1"	97° 09' 40.9"	2376
597	Cónico	Villa Aldama, Villa Aldama	19° 38' 26.9"	97° 19' 40.1"	2392
606	Elotes Cónicos	Lerdo de Tejada Altotonga	19° 41' 21.4"	97° 14' 13.1"	2424

(cm), longitud de mazorca (cm), peso seco de cien granos (g); largo, ancho y espesor del grano (mm), además de que en cada una se determinaron caracteres cualitativos de forma, disposición de hileras, textura, y color del grano y del olote.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó la clasificación de las razas como: Grupo Cónico o razas de partes altas del centro de México, Grupo sierra de Chihuahua o razas de partes altas del norte de México, Grupo de maíces de ocho hileras o razas del occidente de México, Razas de maíces tropicales precoces o de maduración temprana, y Grupo de maíces dentados tropicales.

Grupo cónico

Incluye a aquellas cuya característica

sobresaliente es la forma piramidal de sus mazorcas; se distribuyen predominantemente en regiones con elevaciones de más de 2,000 m (Sánchez *et al.*, 2000) y en su mayoría son endémicas de Valles Altos y sierras del centro del país (Wellhausen *et al.*, 1951). Algunas de las que forman este grupo fueron localizadas en zonas de transición (1801-2000 m) y áreas con alturas de más de 2000 m; principalmente: Arrocillo, Cacahuacintle, Cónico, Elotes Cónicos, Chalqueño y Mushito, de los cuales se hace una descripción breve.

Arrocillo: una gran parte de las mazorcas (70%) presentaron forma cónica, y longitud y diámetro de 12.6 y 4.5 cm. El olote tiene un diámetro de 1.6 cm, en el cual se distribuyen 16 hileras con 28 granos bien dentados de color crema. Las hileras se disponen ligeramente en espiral. El color del olote en

la parte media tuvo una variación de 60% rojo y 40% blanco. El grano tiene 7.8 mm de ancho, longitud de 14.5 mm, espesor de 4.1 mm y 100 granos pesan 30 g⁻¹ (Figura 1a).

Cacahuacintle: el 80% de las mazorcas presentaron forma cónica-cilíndrica, longitud y diámetro de 16.2 y 5.5 cm. El olote tiene un diámetro de 2.8 cm, en el cual se distribuyen 12 hileras con 24 granos de textura cerosa y una coloración blanca. Las hileras se disponen ligeramente en espiral. El color del olote en la parte media presentó coloración blanca. El grano tiene 11.4 mm de ancho, una longitud de 14.6 mm, un espesor de 6.3 mm y 100 granos pesan 30 g⁻¹ (Figura 1b).

Cónico: de forma cónica-cilíndrica, la mazorca mide 12.5 cm de largo, 4.6 cm de diámetro, 16 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada hilera

tiene 24 granos. Presentaron color crema y variación en textura de 70% y 30% con grano dentado y semi-dentado, respectivamente. El color del olote en la parte media presentó variación de 80% blanco y 20% rojo. El grano tiene 6.6 mm de ancho, una longitud de 14.6 mm, espesor de 4.3 mm y 100 granos pesan 38 g⁻¹ (Figura 1c).

Elotes Cónicos: de forma cónica, la mazorca mide 13.3 cm de largo, 4.8 cm de diámetro, 18 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada hilera con 29 granos. Presentaron coloración azul y azul oscuro y una variación en textura de 70%, 20% y 10%, grano semi-dentado, semi-cristalino y dentado, respectivamente. El color del olote en la parte media fue blanco. El grano tiene 6.2 mm de ancho, longitud de 15 mm, un espesor de 3.9 mm y 100 granos pesan 28 g⁻¹ (Figura 1d).

Chalqueño: entre 60% y 40% de las mazorcas presentaron forma cónica-cilíndrica y cónica. La mazorca mide 18.5 cm de largo, 4.9 cm de diámetro, 16 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada hilera con 40 granos. Tienen coloración crema y grano dentado. El color del olote en la parte media fue de coloración blanca. El grano tiene 7.8 mm de ancho, longitud de 14.5 mm, un espesor de 4.1 mm y 100 granos pesan 30 g⁻¹ (Figura 1e).

Mushito: entre 70% y 30% de las mazorcas presentaron forma cónica-cilíndrica y cónica; mazorca de 17.8 cm de largo, 4.6 cm de diámetro, 14 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada hilera con 40 granos. Tienen una coloración crema y grano dentado. El color del olote en la parte media tiene variación de 90% blanco y 10% morado. El grano tiene 7.3 mm de ancho, una longitud de 12.8 mm, espesor

de 4.1 mm y 100 granos pesan 40 g⁻¹ (Figura 1f).

Grupo de maíces de ocho hileras o razas del occidente de México

Incluye a aquellas cultivadas en elevaciones bajas e intermedias, desde los valles centrales de Oaxaca hasta las cañadas del noroeste de México (CONABIO, 2011; Sánchez *et al.*, 2000). La raza Bolita se cultiva especialmen-

te para consumo como elotes y para varios usos especiales (téjate, galletas, pozole, huachales, tejuino, huajatoles, usos rituales, etcétera). El Onaveño es muy rendidor y apreciado para forraje (Wellhausen *et al.*, 1951; Hernández, 1985). Algunas razas que forman este grupo fueron localizadas en zonas tropicales (0-1300 m) y de altura (más de 2000 m), principalmente Onaveño y Bolita.



Figura 1. Grupo Cónico o razas de las partes altas del centro de México: a: Arrocillo; b: Cacahuacintle; c: Cónico; d: Elotes Cónicos; e: Chalqueño y f: Mushito.

Onaveño: maíz de tipo cristalino; 70% y 30% de las mazorcas presentaron forma cónica-cilíndrica y cónica. La mazorca mide 18.1 cm de largo, 4.4 cm de diámetro, 10 hileras dispuestas en forma recta y cada hilera tiene 38 granos. Presentan coloración crema. El color del olote en la parte media presentó coloración blanca. El grano tiene 8.6 mm de ancho, longitud de 10.2 mm, espesor de 4.2 mm y 100 granos pesan 28 g⁻¹ (Figura 2a).

Bolita: las mazorcas de este maíz presentaron 70% y 30% forma cónica y cónica-cilíndrica. La mazorca mide 13.7 cm de largo, 4.4 cm de diámetro, 8 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada hilera con 26 granos. Presentan coloración crema y una variación en textura de 80% y 20% grano dentado y semi-dentado. El color del olote en la parte media presentó variación de 90% B; 10% B. El grano tiene 7.2 mm de ancho, longitud de 14.3 mm, espesor de 4.1 mm y 100 granos pesan 56 g⁻¹ (Figura 2b).

Razas de maíces tropicales precoces o de maduración temprana

Se cultivan principalmente en terrenos del trópico seco y regiones semiáridas del país (100-1300 m), adaptadas a limitados regímenes de humedad que les ha conferido un ciclo de maduración corta o temprana (CONABIO, 2011; Sánchez *et al.*, 2000). La raza Ratón se ha utilizado ampliamente como material de partida en el desarrollo de materiales mejorados.

Ratón: las mazorcas examinadas presentaron 80%, 10% y 10% forma cónica-cilíndrica, cilíndrica y cónica. La mazorca mide 15.3 cm de largo, 4.2 cm de diámetro, 10 hileras dispuestas de forma recta y cada hilera con 34 granos. Presentan coloración crema y variación en textura de 80% y 20% grano dentado y semi-dentado, respectivamente. El color del olote en la parte media presentó variación de 90% blanco y 10% rojo. El grano tiene 7.8 mm de ancho, una longitud



Figura 2. Grupo de maíces de ocho hileras o razas del occidente de México: a: Onaveño; b: Bolita.

de 14.5 mm, un espesor de 4.1 mm y 100 granos pesan 30 g⁻¹, respectivamente (Figura 3a).

Grupo de maíces dentados tropicales

Este grupo incluye razas agrónomicamente muy importantes del sur de México, distribuidas principalmente en regiones intermedias y de baja altitud. Éstas y sus derivados son probablemente las más usadas en los programas de mejoramiento genético a nivel mundial (Sánchez *et al.*, 2000).

Tuxpeño: Atractivas mazorcas cilíndricas dentadas de 18.9 cm de largo, 4.7 cm de diámetro, 14 hileras dispuestas en forma recta y cada hilera con 42 granos. Presentan coloración crema. El color del olote en la parte media fue blanco. El grano tiene 9.3 mm de ancho, longitud de 12 mm, espesor de 3.8 mm y 100 granos pesan 38 g⁻¹ respectivamente (Figura 4a).

Tepecintle: este tipo de maíz presenta 70% y 30% de forma cilíndrica y cónica-cilíndrica. La mazorca mide 17.7 cm de largo, 4.2 cm de diámetro, 10 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada hilera con 34 granos. Las mazor-



Figura 3. Razas de maíces tropicales precoces o de maduración temprana: a: Ratón.

cas examinadas presentaron color crema y variación en textura de 70% y 30%, con grano semi-dentado y dentado. El color del olote en la parte media presentó variación de 80% blanco y 20% rojo. El grano tiene 9.1 mm de ancho, longitud de 11.7 mm, espesor de 3.6 mm y 100 granos pesan 38 g⁻¹ (Figura 4b).

Vandeño: mazorcas con 60% y 40% de forma cónica-cilíndrica y cilíndrica. Miden 17.8 cm de largo y 5 cm de diámetro. El olote tiene un diámetro de 2.9 cm, en el cual se distribuyen 14 hileras con 40 granos dentados de color crema. Las hileras se disponen en 50% de manera ligeramente en espiral y 50% rectas. En la parte media, el olote presentó coloración blanca. El grano tiene 9.5 mm de ancho, longitud de 11.5 mm, espesor de 3.7 mm y 100 granos pesan 32 g⁻¹ (Figura 4c).

Celaya: maíz de tipo dentado; 80% y 20% de las mazorcas examinadas presentaron forma cónica-cilíndrica y cónica. Mide 19 cm de largo, 5 cm de diámetro, 14 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada una con 37 granos. Presentaron coloración crema. El olote en la parte media presentó coloración blanca. El grano tiene 8.3 mm de ancho, longitud de 14.4 mm, espesor de 4.9 mm y 100 granos pesan 46 g⁻¹ (Figura 4d).

Pepitilla: Su característica más sobresaliente es el grano extremadamente largo, puntiagudo y frecuentemente con un “pico” en el ápice. Las mazorcas son de tipo cónico y de textura dentada. Miden 14.4 cm de largo y 4.8 cm de diámetro. El olote tiene un diámetro de 1.8 cm en el cual se distribuyen 14 hileras con 25 granos de color crema. Las hileras se disponen ligeramente en espiral, espiral y rectas en 70%, 20% y 19%, res-

pectivamente. El color del olote en la parte media presentó una variación de 80% blanco y 20% rojo. El grano tiene 6.6 mm de ancho, longitud de 16.4 mm, espesor de 4 mm y 100 granos pesan 36 g⁻¹ (Figura 4e).

Nal-Tel de Altura: La forma de la mazorca de esta raza presenta 80% y 20% forma cónica-cilíndrica y cilíndrica. Mide 16.6 cm de largo, 4.6 cm de diámetro, 14 hileras dispuestas

ligeramente en espiral y cada hilera con 31 granos. Las mazorcas examinadas presentaron una variación de 60%, 30% y 10% de grano pinto, azul oscuro y morado, con 70% y 30% de textura semi-dentado y dentado. El color del olote en la parte media presentó una variación de 90% blanco y 10% rojo. El grano tiene 8 mm de ancho, 12 mm de longitud, 4.6 mm de espesor y 100 granos pesan 42 g⁻¹ (Figura 4f).



Figura 4. Grupo de maíces dentados tropicales: a: Tuxpeño; b: Tepecintle; c: Vandeño; d: Celaya; e: Pepitilla; f: Nal-Tel de Altura.

Grupo de maíces de maduración tardía

Este grupo incluye razas que se cultivan en amplias áreas a diferentes altitudes (Aragón *et al.*, 2006). Su rango de adaptación ha facilitado que se cultiven algunas de ellas desde el nivel del mar hasta tierras altas de ladera, condición húmeda y nubosa de las sierras del sureste y centro-oriental del país (Ortega, 2003; CONABIO, 2011).

Olotillo: maíz de tipo dentado, con mazorcas cilíndricas. La mazorca mide 17.4 cm de largo, 4 cm de diámetro, 10 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada hilera con 44 granos. Presentaron coloración crema. El color del olote en la parte media presentó coloración blanca. El grano tiene 8.9 mm de ancho, longitud de 11.2 mm, espesor de 4.2 mm y 100 granos pesan 29 g^{-1} (Figura 5a).

Coscomatepec: es de color crema y la forma de la mazorca de esta raza presenta 50% y 50% de forma cilíndrica y cónica-cilíndrica. La mazorca mide 17.9 cm de largo, 4.5 cm de diámetro, 12 hileras dispuestas ligeramente en espiral y cada hilera con 40 granos, con 90% y 10% de textura dentado y semi-dentado. El color del olote en la parte media presentó variación de 90% blanco y 10% rojo. El grano tiene 8.1 mm de ancho, longitud de 14.2 mm, espesor de 3.3 mm y 100 granos pesan 40 g^{-1} (Figura 5b).

CONCLUSIONES

Se recolectaron 657 muestras de maíz criollo o nativo en el estado de Veracruz. Se identificaron 17 razas y 640 variantes dentro de éstas. En la identificación de razas en altitudes de 0-1300 m, predominaron las razas Tuxtepec y Olotillo. En la región intermedia, con alturas de 1801 a 2000 m las más frecuentes fueron: Coscomatepec y Celaya. En altitudes mayores a los 2000 m las razas más importantes fueron Cónico, Elotes cónicos, Chalqueño, Arrocillo amarillo y Cacahuacintle. De las accesiones se encontró mayor frecuencia de maíces criollos con grano de color blanco y crema y, en menor proporción, amarillo, negro, pinto y rojo. Existe diversidad genética en maíz, la cual debe conservarse y aprovecharse en programas de mejoramiento. A pesar de la introducción de maíces mejorados en las zonas donde se realizó la colección, el material nativo continúa utilizándose por pequeños y medianos productores debido a cualidades particulares de cada material.

LITERATURA CITADA

Anderson E. 1946. Maize in Mexico. A preliminary survey. *Annals of Missouri Botanical Garden* 33: 147-247.



Figura 5. Grupo de maíces de maduración tardía: a) Olotillo; b) Coscomatepec.

- Aragón F., Taba S., Hernández J.M., Figueroa J.D., Serrano V., Castro F.H. 2006. Catálogo de maíces criollos de Oaxaca. Libro Técnico 6. INIFAP. México D. F. 344 p.
- Benz B.F. 1986. Taxonomy and evolution of mexican maize. Ph. D. Diss., University of Wisconsin, Madison. 433 p.
- CONABIO. 2011. Base de datos del proyecto global "Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México". Octubre de 2010. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 98 p.
- Doebly J. 2006. Unfallen grains: How ancient farmers turned weeds into crops. *Science* 312: 1318-1319.
- Goodman M.M., Mck Bird R. 1977. The races of maize: IV Tentative grouping of 219. *Latin American Races. Econ. Bot.* 31: 204-221.
- Hernández X.E. 1985. Maize and man in the Greater Southwest. *Econ. Bot.* 39:416-430.
- Hernández X.E., Alanís G.F. 1970. Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: Implicaciones filogenéticas y fitogeográficas. *Agrociencia* 5: 3-30.
- Herrera C.B.E., Macías L.A.R., Díaz R.M., Valadez R., Delgado A.A. 2002. Uso de semilla criolla y caracteres de mazorca para la selección de semilla de maíz en México. *Rev. Fitotec. Mex.* 25: 17-23.

- Kato T.A., Mapes C., Mera L.M., Serratos J.A., Bye R.A. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D.F. 116 p.
- Ortega P.R. 1979. Reestudio de las razas Mexicanas de maíz. Informe Anual. Campo Experimental de la Mesa Central. INIA. Chapingo, México. 210 p
- Ortega P.R. 2003. La diversidad de maíz en México. *In*: Sin maíz no hay país, G. Esteva y C. Marielle, coordinadores, CONACULTA, México. pp. 123-154.
- Ortega P.R., Sánchez G.A.J.J., Castillo G.F., Hernández J.M.C. 1991. Estado actual de los estudios sobre maíces nativos en México. *En*: Ortega P., R. A., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. (eds.). 1991. Avances en el estudio de los recursos Fitogenéticos de México. SOMEFI. Chapingo, México. pp. 161-185.
- Sánchez G.J.J. 1989. Relationships among the Mexican races of maize. Ph. D. Diss. North Carolina State University Department of crop Science, Raleigh, N.C. 187 p.
- Sánchez G.J.J. 2011. Diversidad del maíz y teocintle. Informe preparado para el proyecto global "Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México" de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 98 p.
- Sánchez G.J.J., Goodman M.M., Stuber C.W. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of México. *Econ. Bot.* 54: 43-59.
- SNICS-CP. 2009. Manual Gráfico para la Descripción Varietal de Maíz (*Zea mays* L.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS)-Colegio de Postgraduados (CP). SAGARPA. 118 p.
- Taba S., Aragón C.F., Díaz C.J., Castro G.F.H., Hernández C.J.M. 1998. Cultivares locales de maíz para su conservación y mejoramiento en Oaxaca, México. *En*: Ramírez V., P., F. Zavala G., O. Gómez M., F. Rincón S. y A. Mejía C. (eds.). Memorias del XVII Congreso de Fitogenética. 218 p.
- Turrent A., Serratos J.A. 2004. Context and background on maize and its wild relatives in México. *In*: Maize and Biodiversity: The effects of transgenic maize in México, Chapter 1. pp: 1-55.
- Velázquez R.P., Santacruz V.A., Muñoz O.A. 1994. Selección de maíces criollos en el área de Paracho-Pichátaro de la Sierra Tarasca, Michoacán. *En*: Ramírez V., P., F. Zavala G., N. E. Treviño H., E. Cárdenas C. y M. Martínez R. (Comp.). Memorias del 11º Congreso Latinoamericano de Genética y XV Congreso de Fitogenética. SOMEFI. México. 352 p.
- Wellhausen E., Roberts L.M., Hernández X.E., Mangelsdorf P.C. 1951. Razas de maíz en México, su origen, características y distribución. Folleto Técnico No. 5, México: Oficina de Estudios Especiales, S.A.G. 237 p.

