

Diversidad genética, clasificación y distribución racial del maíz nativo en el estado de Puebla, México

SIERRA-MACIAS, Mauro†*, ANDRES-MEZA, Pablo, PALAFOX-CABALLERO, Artemio y MENESES-MARQUEZ, Isaac

INIFAP

Recibido 11 de Agosto, 2016; Aceptado 18 de Noviembre, 2016

Resumen

Con los objetivos de conocer la diversidad y distribución actual del maíz nativo en el estado de Puebla, durante 2009 y 2010 se colectaron muestras de maíz. Los criterios para coleccionar fueron la importancia del cultivo y la siembra de maíz criollo. Se colectaron 756 muestras, mismas que fueron identificadas a nivel de raza, caracterizadas y enviadas para su conservación al Banco de germoplasma, ubicado en el Campo Experimental Valle de México del INIFAP. Para la Región de los Valles altos se colectaron un total de 461 muestras de maíz criollo, de las cuales 116 corresponden a la raza Cónico, 76 Elotes Cónicos, 60 Chalqueño, 41 son de la raza Arrocillo amarillo, 18 Cacahuazintle 4 Nal Tel de altura y 158 mezclas de razas. De la región intermedia, fueron colectadas 76 muestras, de las cuales, 31 corresponden a la raza Coscomatepec, 17 de Celaya, 4 Bolita, 1 Pepitilla y 23 mezclas de razas. Para la región tropical, se colectaron 207 muestras de maíz criollo de las cuales, 113 pertenecen a la raza Tuxpeño, 28 Olotillo, 3 Ratón, 2 Tepecintle y 61 mezclas de razas. En las muestras de maíz nativo colectadas se identificaron 16 razas.

Maíz nativo, germoplasma, diversidad genética

Abstract

With the objectives of knowing the diversity and actual distribution of native maize in Puebla State, during 2009 and 2010, there were collected native maize varieties. The criteria for collecting, were the importance of the maize crop and those locations were the native varieties are planted. There were collected 756 samples of native maize, which of them were identified to race level, characterized in ear and sent for conservation to germplasm bank, located in Valley of México experiment station, INIFAP. For high Valleys Region, there were collected 461 samples of native maize, which of them, 116 correspond to Cónico race, 76 to Elotes Cónicos, 60 Chalqueño, 41 Arrocillo amarillo, 18 Cacahuazintle 4 highland Nal Tel, and 158 mixture of races. From intermediate region, there were collected 76 samples, which of them 31 correspond to Coscomatepec race, 17 to Celaya, 4 Bolita, 1 Pepitilla and 23 mixture of races. For tropical region, there were collected 207 samples of native maize, which of them, 113 belong to Tuxpeño race, 28 Olotillo, 3 Ratón, 2 Tepecintle and 61 Mixture of races. In the samples of native maize collected, there were identified 16 landraces.

Native maize, germplasm, genetic diversity

Citación: SIERRA-MACIAS, Mauro, ANDRES-MEZA, Pablo, PALAFOX-CABALLERO, Artemio y MENESES-MARQUEZ, Isaac. Diversidad genética, clasificación y distribución racial del maíz nativo en el estado de Puebla, México. Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias 2016, 3-9:12-21

† Investigador contribuyendo como primer autor

*Correspondencia al autor: (sierra.mauro@inifap.gob.mx)

Introducción

En México, el maíz es el cultivo más importante, por ser el alimento principal de la población, por su superficie sembrada, valor de la producción y ocupar el 20 % de la población económicamente activa; proporciona el 39 % de la proteína asimilable y el 59% de la energía que ingieren los mexicanos; con un consumo *per cápita* aparente de 209.8 Kilogramos (Morris y López, 2000). A nivel nacional se siembran 8 millones de hectáreas con maíz al año y se producen 22 millones de toneladas de grano; de estas 12.3 millones se consumen en forma directa, 64 % a través del método tradicional maíz-masa-tortilla y 36 % en el proceso de la industria de la harina; otro uso importante del del maíz es como forraje ya que el maíz ha sido la fuente principal de energía en la alimentación de los animales (Betanzos *et al.*, 2003). En el estado de Puebla durante 2012 se sembraron 574, 768 hectáreas con maíz con un rendimiento medio de 1.77 t ha⁻¹ (SAGARPA, 2012).

Mesoamérica es considerada uno de los centros de diversidad primaria; México supera a cualquier otro país en la diversidad de maíz, específicamente la Cuenca del Balsas es la región con mayor consenso y evidencias para considerarse el principal centro de origen en México y ha tenido un importante papel en el desarrollo de las razas modernas y altamente productivas de América (Hernández, 1971; Goodman y Bird, 1977; Kato *et al.*, 2009). Se han identificado y descrito las razas de maíz; así Wellhausen *et al.*, (1951) describieron 25 y siete sin definir; Hernández y Alanis (1970) agregaron cinco más; Ortega (1991) identificó 41 y Sánchez *et al.* (2000), agruparon 59 en total.

La colección de maíz para mantener la diversidad genética en bancos de germoplasma, se inició desde 1940 por la Oficina de Estudios Especiales (Wellhausen *et al.*, 1951). A la fecha, en el Banco de Germoplasma del INIFAP se conservan alrededor de 11000 accesiones (Sánchez, 1989), 2500 en la UACH, 4000 en el Colegio de Postgraduados (Ortega, 2003).

En los maíces pigmentados, particularmente en los maíces de color negro, rojo y naranja es mayor la presencia compuestos fenólicos, sobre todo por el contenido de antocianinas que poseen propiedades antioxidantes benéficas para la salud, estos pigmentos se encuentran en la capa de aleurona del endospermo y en el pericarpio del grano. (Salinas *et al.*, 2012). El maíz amarillo contiene una alta cantidad de carotenoides, particularmente el β -caroteno, que es un precursor de la vitamina A (Serna *et al.*, 2011)

Los maíces nativos en poder de los agricultores continúan evolucionando, mejorando su rendimiento y características agronómicas, ganando especificidad para sus nichos ecológicos con selección natural para usos especiales (Ortega, 2003; Herrera *et al.*, 2002; Turrent y Serratos, 2004; Andrés *et al.*, 2014).

Los maíces criollos han sido utilizados en el mejoramiento a través de la introgresión genética, de germoplasma mejorado mediante el método de retrocruza limitada, usando fuentes cuantitativas para bajar la altura de planta y mazorca y a través de la integración de compuestos germoplásmicos de amplia base genética, como fuente para la derivación de líneas. (Reyes, 1971; Reyes, 2000; Sierra *et al.*, 2004; Sierra *et al.*, 2008).

El objetivo del presente trabajo fue conocer y caracterizar la diversidad genética y distribución actual del maíz nativo en el estado de Puebla para su conservación y aprovechamiento en el mejoramiento genético actual y futuro.

Materiales y métodos

Localización. El área de estudio comprende el estado de Puebla, cuya ubicación geográfica se encuentra entre los 20° 50' y 17° 50' de latitud norte y entre los 99° 05' y 90° 40' de longitud oeste (INEGI 2006). Se integra por ocho distritos de desarrollo rural y 217 municipios, con altitudes de 50 a 2800 msnm, precipitaciones que oscilan desde 350 hasta 1200 mm anuales. Por la variabilidad de altitud y precipitación presentan diversos climas entre los que se encuentran el trópico seco y húmedo, templado seco y húmedo (García, 1981). Para fines de la presente investigación se considera el área tropical altitudes que van de 0 -1300 msnm, Región intermedia de 1300 a 2000 msnm y Valles altos con altitudes superiores a los 2000 msnm. Los valles altos ocupan el 60 % de la superficie sembrada con maíz, 18% para la Región Intermedia y 22% para el área tropical. El Cuadro 1 describe la localización de las razas de maíz que fueron caracterizadas en mazorca.

Col	Raza	Localidad	LN	LO	Altitud (m)
56	Tepecintle	Tilapa	18°37'30.3"	98°33'28.5"	1305
57	Celaya	Atlixco	18°52'30.0"	98°27'20.6"	1827
63	Pepitilla	Huaquechula	18°47'9.5"	98°29'20.2"	1631
232	Arrocillo	Zaragoza	19°36'29.2"	97°35'2.1"	2201
299	Ratón	Ayotoxco	20°07'35.9"	97°27'13.7"	121
367	Tuxpeño	Ayotoxco	20°07'9.24"	97°24'12.8"	195
374	Olotillo	San José Acateno	19°59'26.4"	97°16'44.3"	533
392	Cónico	Chipilo	19°00'5.82"	98°11'14.4"	2127
397	Elotes cónicos	Tepeaca	19°00'47.2"	97°56'36.2"	2252
402	Chalqueño	Ahuazotpec	20°5'48.6"	98°8'13.8"	2128
404	Coscomatepec	Ahuazotpec	20°7'33.5"	98°8'5.2"	2192
406	Cacahuacintle	Ahuazotpec	20°7'33.5"	98°8'5.2"	2192
623	Bolita	Chignahuapan	19°43'12.3"	98°05'10"	2612
631	Nal tel de Altura	Chignahuapan	19°46'20.8"	98°2.5'1.1"	2337
751	Palomero Toluqueño	Cuyuaco	19°36'29.1"	97°35'2.1"	2456

LN= Latitud Norte; LO= Longitud oeste

Tabla 1 Localización de colectas de maíz Puebla 2010

Determinación de los sitios de colecta. Los sitios de colecta fueron determinados considerando la importancia del cultivo y el conocimiento previo por parte de los Investigadores del INIFAP y de Técnicos de los Distritos de Desarrollo, sobre la presencia de maíces criollos; así también, la participación de autoridades locales y agricultores quienes tenían mayor información sobre la siembra de los diferentes tipos de maíz nativo en sus comunidades. Las colectas correspondientes al área tropical se realizaron en siembras de otoño invierno, bajo condiciones de humedad residual, mismas que fueron cosechadas durante los meses de mayo y junio. Para las regiones intermedia y Valles Altos, donde solamente se tiene un ciclo de cultivo al año y la cosecha se realiza en los meses de noviembre a enero, el período de colecta comprendió los meses de noviembre a mayo.

Procedimiento. Las colectas se realizaron durante los meses de noviembre del 2009 hasta junio del 2010, cubriendo áreas de Valles Altos, Región intermedia y tropical en 72 municipios del estado de Puebla.

Para la colecta se consideró una muestra entre 20 y 50 mazorcas y se utilizó como base la hoja pasaporte en la que se compendia la identificación local del maíz nativo, sus principales usos, tipos de maíz que cultiva, manejo del cultivo, fechas de siembra y de cosecha, que características le gustan de la variedad y si es resistente o susceptible a algún factor biótico o abiótico, nombre y domicilio de los agricultores quienes compartieron sus muestras de maíz. En cada sitio de colecta se registraron las coordenadas: latitud norte, longitud oeste y la altura sobre el nivel del mar.

Las muestras fueron identificadas a nivel racial y caracterizadas en mazorca; Finalmente, fueron llevadas al banco de germoplasma del INIFAP ubicado en el Campo Experimental Valle de México, para su conservación.

Variables y registro de datos. Se caracterizaron las variedades nativas de maíz colectadas con una muestra de 10 mazorcas por colecta en las que se registraron las siguientes variables: Forma de la mazorca, Número de hileras, Granos por hilera, Diámetro del olote, Longitud de mazorca, Diámetro de mazorca, Color de olote, Color de grano, Textura de grano, Ancho de grano, Longitud de grano, Grosor del grano, Peso de 100 granos.

Resultados

En las principales regiones agroecológicas del estado de Puebla, se colectaron 756 muestras de maíz nativo, en altitudes que van desde los 54 hasta los 2804 msnm, como son:

Valles altos en altitudes mayores a los 2000 msnm, Región intermedia de 1300 a 2000 msnm y el área tropical de 0 a 1300 msnm, en las que se identificó la presencia de 16 razas, lo anterior nos indica la importancia de los maíces nativos y de la diversidad genética presente (Hernández, 1971; Kato *et al.*, 2009).

Identificación Racial del maíz nativo. Para la Región de los Valles altos se colectaron 461 muestras de maíz criollo, mismas que fueron identificadas a nivel de raza de la siguiente manera: 116 corresponden a la raza Cónico, 76 Elotes Cónicos, 60 Chalqueño, 41 Arrocillo amarillo, 18 Cacahuazintle, 4 Nal Tel de altura; así como colectas que muestran la introgresión de diferentes razas o mezclas de razas: 34 Cónico-Chalqueño, 17 Cónico-Celaya, 15 Cónico-Elotes Cónicos, 13 Cónico-Arocillo Amarillo, 9 Cónico-Pepitilla, 6 Cónico-Bolita, 4 Cónico-Coscomatepec, 3 Cónico-acahuazintle, 2 Cónico-Palomero Toluqueño, 2 Cónico-Tepecintle, 1 Elotes Cónicos-Chalqueño, 2 Arrocillo Amarillo-Cónico, 1 Arrocillo Amarillo -Palomero Toluqueño, 6 Arrocillo Amarillo-Tuxpeño, 1 Bolita-Celaya, 2 Bolita Cónico, 2 Cacahuazintle-Arocillo amarillo, 9 Celaya-Chalqueño, 4 Chalqueño-Cacahuazintle, 7 Chalqueño-Celaya, 8 Chalqueño-Cónico, 3 Chalqueño-Coscomatepec, 3 Chalqueño-pepitilla, 3 Palomero Toluqueño-Arocillo amarillo, 1 Nal Tel de altura-Cónico (Cuadro 2 y Figura 1). Lo anterior sugiere la diversidad genética presente en los maíces nativos, su adaptación a las condiciones de Valles Altos y su importancia tanto en la alimentación humana como parte de la dieta y como forraje en la alimentación de ganado y animales de traspatio (Wellhausen *et al.*, 1951; Hernández y Alanís, 1970; Hernández, 1971; Ortega *et al.*, 1991; Ortega, 2003; Goodman y Bird, 1977; Sánchez, 1989; Sánchez *et al.*, 2000).

Raza de maíz	Número Muestras	Altitud msnm
Arrocillo amarillo	41	1659-2354
Arrocillo amarillo con Cónico, Palomero Toluqueño, Tuxpeño	9	1813-2330
Cacahuazintle	18	2308-2556
Cacahuazintle con Arrocillo amarillo	2	2155-2177
Chalqueño	60	2026-2639
Chalqueño con Cacahuazintle, Celaya, Cónico, Coscomatepec, Pepitilla	25	2103-2804
Cónico	116	1827-2776
Cónico con Chalqueño, Celaya, Elotes Cónicos, Arrocillo amarillo, Bolita, Cacahuazintle, Coscomatepec, Palomero Toluqueño, Tepecintle	105	1584-2804
Elotes Cónicos	76	1933-2776
Elotes Cónicos, Chalqueño	1	2182
Nal Tel de altura	4	2229-2653
Nal Tel de altura con Cónico	1	2193
Palomero Toluqueño		
Arrocillo	3	1891-2456
Total	461	

Tabla 2 Identificación racial de maíces nativos Valles Altos de Puebla 2009 a 2010



Figura 1. Las razas más importantes en Valles Altos son: Cónico, Elotes Cónicos, Chalqueño, Arrocillo Amarillo, Cacahuazintle y Nal Tel de altura

De la región intermedia en altitudes generalmente entre los 1300 y 2000 msnm, fueron colectadas 88 muestras, de las cuales, 31 corresponden a la raza Coscomatepec, 17 de la raza Celaya, 4 de Bolita, 1 Pepitilla y mezclas de razas: 9 muestras de Coscomatepec-Cónico, 1 Coscomatepec-Elotes Cónicos, 1 Coscomatepec-Olotón, 9 Celaya-Cónico, 2 Celaya-Coscomatepec 1 Celaya-Bolita (Cuadro 3 y Figura 2). Estas razas presentan variación en color, tipo de grano, adaptación y usos (Wellhausen *et al.*, 1951; Hernández y Alanís, 1970; Hernández, 1971; Ortega *et al.*, 1991; Ortega, 2003; Goodman y Bird, 1977; Sánchez *et al.*, 2000).

Raza	Número Muestras	Altitud msnm
Bolita	4	1602-1612
Mezclas con Celaya y Cónico	3	2349-2456
Celaya	17	1827-2687
Celaya con Bolita, Cónico, Coscomatepec, Chalqueño	21	1615-2583
Coscomatepec	31	1402-2399
Mezcla con Cónico, Elotes Cónicos, Olotón	11	1287-2241
Pepitilla	1	1631
Total	88	

Tabla 3 Identificación racial de maíces criollos Región intermedia Puebla 2009-2010



Figura 2 Las razas de maíz nativo más frecuentes en la región intermedia fueron Coscomatepec, Celaya, Bolita y Pepitilla

Para la región tropical que cubre en general altitudes de 0 a 1300 msnm, se colectaron 207 muestras de maíz criollo mismas que se identificaron de la siguiente manera: 113 muestras de la raza Tuxpeño, 28 Olotillo, 3 Ratón, 2 Tepecintle y mezclas de razas: 26 Tuxpeño Olotillo, 9 Tuxpeño-Tepecintle, 9 Olotillo Tepecintle, 6 Olotillo-Tuxpeño, 9 Ratón-tepecintle, 1 Ratón-Bolita, 1 Tepecintle-Olotillo. Como puede observarse, las razas más frecuentes fueron Tuxpeño y Olotillo (Cuadro 4 y Figura 3).

Particularmente, la raza Tuxpeño es la más frecuente en la región costera del Golfo de México y la más importante en el sureste mexicano, por su rendimiento, adaptación y que se ha venido usando en los programas de mejoramiento de maíz para el trópico como lo sugieren Reyes, 1971; Reyes, 2000; Sierra *et al.*, 2004 y Sierra *et al.*, 2008.

Raza	Número muestras	Altitud msnm
Olotillo	28	110-1190
Mezcla con Tepecintle, tuxpeño	15	92-1476
Ratón	3	121
Ratón con Bolita, Tepecintle	10	991-1357
Tepecintle	2	1018-1305
Tepecintle con Olotillo	1	1305
Tuxpeño	113	54-1280
Mezcla con Olotillo y Tepecintle	35	73-1199
Total	207	

Tabla 4 Identificación racial de maíces criollos del área tropical. Puebla 2009 a 2010



Figura 3 Las razas de maíz más importantes para el área tropical fueron Tuxpeño, Olotillo, Ratón y Tepecintle

Características de mazorca. Las razas de Valles Altos fueron principalmente de forma Cónica y Cónico cilíndrica, en la región intermedia Cónico cilíndrica y para la región Tropical son de tendencia cilíndrica; En cuanto al número de hileras la mayor frecuencia se encontró entre 12 y 14 hileras, siendo la raza arrocillo amarillo la que registró el mayor número con 20 hileras y las razas Ratón y Olotillo las de menor número con 10 hileras de grano; Por otra parte, las razas Tuxpeño y Olotillo registraron 43 y 44 granos por hilera que son los valores más altos en esta característica; así también, estas mismas razas tuvieron la mayor longitud de mazorca.

En cuanto al diámetro de mazorca fueron las razas Chalqueño y Coscomatepec las que registraron los valores más altos; Para Diámetro del olote, fueron las razas Celaya y Olotillo las que registraron los valores más bajos, lo que sugiere que el agricultor ha seleccionado para esta característica.

Col	Forma Mazorca %	Hi	G /H	DO	LM	D M	Color Olote %	Color Grano %	Textura Grano %	AG	LG	GG	P G
56	100 CC	12	34	2.0	13.9	4.6	100B	100 CR	100D	7.8	14.5	3.3	34
57	50CC, 50C	12	32	1.4	12.5	3.7	100B	100 CR	17SC, 33SD, 50D	6.0	12.0	3.3	19
63	100 CC	16	34	1.8	12.2	4.8	83B	100 CR	100D	5.0	17.0	3.0	23
232	60C 40CC	20	27	1.9	11.4	4.6	80B 20R	100 CR	80D, 20SD	5.3	14.1	3.4	26
299	100 CC	10	29	1.9	13.5	3.8	100B	100M	80SD, 20D	8.1	10.1	3.6	28
367	100CI	12	43	2.3	19.1	4.4	100B	100 CR	100D	8.1	12.5	3.7	25
374	100 Cil	10	44	1.6	17.1	3.7	100B	100 CR	100D	7.5	11.5	2.8	26
392	100 C	14	25	1.7	12.1	4.4	83B	100 CR	50D, 50SD	7.8	14.3	4.1	30
397	100C	14	27	1.9	12.5	4.7	100B	100 AZ	100SD	7.0	14.7	4.2	31
402	100 C	14	29	1.9	13.9	4.3	83B 17R	100 CR	83D, 17SD	6.8	14.0	4.3	36
404	100 CC	16	33	2.1	14.8	4.9	100B	100 CR	100D	7.3	15.3	3.8	40
406	100 CC	12	29	2.4	16.1	4.9	100B	100 CR	100CER	10.5	14.3	4.6	46
623	100 CC	14	24	2.0	12.4	3.9	100B	100 CR	90D, 10SC	7.1	14.2	4.6	37
631	100 CC	12	26	2.1	12.8	4.3	100B	100 CR	80D, 20SC	9.0	12.3	5.0	38
689	60CC, 40C	12	33	2.3	17.1	4.2	80R, 20B	80R, 20M	60D, 40SD	8.4	12.4	4.2	40
751	90CC, 10C	12	30	1.9	15.9	4.5	90B, 10R	100 CR	50SD, 40D, 10SC	5.6	11.4	4.3	41

Tabla 5 Características de mazorca en colectas de maíz en el estado de Puebla

Por lo que se refiere al color de grano la mayoría de las muestras caracterizadas fueron de color crema y blanco y en menor proporción de color morado, azul y rojo; En cuanto a la textura del grano la mayoría de las muestras fueron dentadas y semidentadas.

En cuanto a lo ancho del grano la raza Cacahuazintle fue la del valor más alto, así mismo esta raza también presentó mayor peso de 100 granos; El menor peso de 100 granos correspondió a la raza Celaya; la mayor longitud de grano correspondió a la raza Pepitilla; Finalmente, en la mayoría de las razas se encontró disposición de hieras ligeramente en espiral. Estas características que definen e identifican las principales razas de maíz encontradas en el estado de Puebla, sugieren que existe variación fenotípica con adaptación a las diferentes regiones ecológicas donde se siembra el maíz nativo (Ortega, 2003; Herrera *et al.*, 2002; Turrent y Serratos 2004).

Color de grano en maíces nativos del estado de Puebla. En la región de los Valles Altos, donde predominaron las razas Cónico, Elotes Cónicos, Chalqueño, Arrocillo amarillo y Cacahuazintle; se encontró de un total de 460 muestras, 46% fueron de grano blanco, 7% crema, 16% amarillo, 20% negro, 5% pinto y 8% rojo. Para la Región intermedia donde predominaron las razas Coscomatepec y Celaya, los colores de grano más frecuentes fueron blanco y crema, que cubren el 74% del total. En la Región tropical, donde las razas más frecuentes fueron Tuxpeño y Olotillo, de un total de 207 muestras 70 tuvieron color de grano blanco y 97 en color crema, equivalentes al 81% del total de las muestras, el resto fueron 13 en amarillo y 16 muestras en negro. A través de las tres regiones descritas, de un total de 756 muestras de maíz colectadas (Cuadro 6), 43.90% tuvieron color de grano blanco, 18.57% crema, 12.47% amarillo, 14.73% negro, 4.38% pinto y 5.97% rojo (Ortega, 2003; Herrera *et al.*, 2002; Turrent y Serratos 2004).

En los maíces pigmentados, particularmente en los maíces de color negro, rojo y naranja es mayor la presencia de compuestos fenólicos, sobre todo por el contenido de antocianinas que poseen propiedades antioxidantes benéficas para la salud (Salinas, 2012). En relación con maíces de color amarillo, estos contienen una alta cantidad de carotenoides, particularmente el β -caroteno es precursor de la vitamina A (Serna *et al.*, 2011). Aprovechamiento y uso del maíz nativo. En el estado de Puebla, la mayoría de los productores siembra para autoconsumo, a través de consumo directo en sus diferentes formas en la alimentación humana, para forraje y alimento de los animales de traspatio (Betanzos *et al.*, 2003).

Raza	B	C	A	N	P	R	Total
Valles Altos							
Cónico	53	6	26	3	7	21	116
Mezclas	55	12	16	8	9	5	105
Elotes Cónicos							
Chalqueño	40	8	10	72	2	3	77
Mezclas	17	5	3				25
Arrocillo amarillo							
Mezclas	14	1	13	8	1	4	41
Cacahuazintle	6		3				9
	20				1		21
Nal Tel de altura y mezclas	7		1				8
Subtotal	210	32	72	91	22	33	462
Región intermedia							
Coscomatepec	20	2	3	4	2		31
Mezclas	5		2		2	2	11
Celaya	9	4	4				17
Mezclas	13	4			3	1	21
Bolita, pepitilla y Mezclas	5	2					7
Subtotal	52	12	9	4	7	3	87
Región Tropical							
Tuxpeño	33	65	1	7	2	5	113
Mezclas	12	15	2	2	1	3	35
Olotillo	11	6	9	1	1		28
Mezclas	5	5	1	3		1	15
Ratón y Tepicintle	3			2			5
Mezclas de Ratón y Tepicintle	5	5		1			11
Subtotal	70	97	13	16	4	9	207
Total	331	140	94	111	33	45	756

B= Blanco; C= Crema; A= Amarillo; N=Negro; P=Pinto; R=Rojo

Tabla 6 Color de grano en razas de maíz colectadas en el estado de Puebla 2009 y 2010

En los Valles altos y región intermedia en el estado de Puebla, estos criollos son sembrados bajo condiciones de temporal y la mayoría de ellos toleran la sequía y plagas del almacén, ya que tienen un solo ciclo de siembra al año, que generalmente va desde los meses de febrero y marzo hasta noviembre y diciembre, producción que permite al agricultor autoabastecerse durante todo el año.

Para la región tropical del estado de Puebla, se siembran dos ciclos de cultivo al año: primavera-verano, bajo condiciones de temporal y otoño-invierno, en condiciones de tonalmil, siembra que se logra con la humedad residual del temporal y las lluvias ocasionales provocadas por los vientos “nortes”. En esta región, tanto en la raza Tuxpeño como en Olotillo, se encontraron muestras con mayor longitud y calidad del totomoxtle que el productor ha definido como “Hojero”, similar a lo que ocurre en el norte del estado de Veracruz. El productor selecciona, beneficia y vende la hoja de la mazorca, lo que le genera ingresos importantes, adicional a la producción de grano (Andrés *et al.*, 2014

Con relación al color de grano, los maíces nativos de color blanco y crema son utilizados principalmente para el consumo humano a través de las tortillas, tamales, atoles, memelas, tlaxcales, etc; en este grupo, el caso particular de la raza Cacahuazintle, tiene un uso especial en la elaboración de pozole, galletas y su consumo en elote; el maíz de grano amarillo es utilizado preferentemente para la alimentación de animales de traspatio; el maíz negro se destina para la elaboración de atoles, tlacoyos, tortillas, pinole, entre otros; en el caso particular de la raza Elotes Cónicos, la cual es un maíz con endospermo suave, es utilizada principalmente para su consumo como elotes, esquites, chileatole; los colores pintos son una manifestación del efecto de Xenia por la presencia de maíces vecinos de diferente color (Kato *et al.*, 2009).

Distribución de maíces nativos en el estado de Puebla. Se colectaron 756 muestras de maíz nativo en el estado de Puebla, mismas que cubrieron las tres regiones más importantes donde se siembra maíz criollo, como son Los Valles Altos, Región intermedia y Región tropical cubriendo altitudes desde los 54 hasta los 2804 msnm, en 72 municipios. Tales municipios fueron: Atlixco, Huaquechula, Tilapa, Tepeojuna, Huehuetlan, Teotalco, Chietla, Tepexco, Tecamatlán, Tulcingo del Valle, Nopalucan, Ixtoyucan, Soltepec, Tepatlaxco, Acajete, Tlaxco, Tepeaca, Huejotzingo, Chipilo, Ocoyucan, Atzalan, Teotlcingo, San José Acateno, Tenanpulco, Tocatepec, Tepeaca, Tlaltenango, Coronango, Cholula, Tehuacan, Izucar de Matamoros, Libres, Oriental, Cuyuaco, Ocotepec, Tlatlauquitepec, Cd Serdán, Mazapiltepec, San Salvador El seco, Tecuilapa, Aljoluca, San Juan Atenco, Morelos, La Esperanza, Guadalupe Victoria, Tlachichuca, Tlaltenango, Zacatepec, San Martín Texmelucan, Calpan, Ahuazotepec, Metlatoyucan, Teola, Chiconcuautla, Chignahuapan, Zacatlán, Chichicaxtla, Aquixtla, Tetela de Ocampo, Zapotitlan, Ahuacatlan, Zihuateutla, Ahuazotepec, Juan C. Bonilla, Zaragoza, Zacapoaxtla, Nausantla, Cuetzalan, Xonotla, Tuzamapan, Zoquiapan, Ayotoxco (Figura 5). Lo anterior sugiere que en las tres áreas ecológicas muestreadas en la colecta de maíces nativos existe diversidad al encontrarse la presencia de 16 razas y mezclas de razas distribuidas en el estado de Puebla (Ortega, 2003; INEGI 2006; García, 1981).

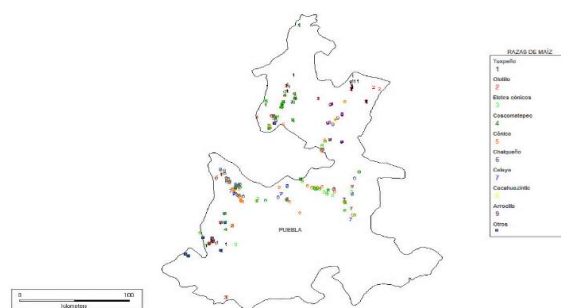


Figura 5 Distribución de maíces nativos colectados en el estado de Puebla, México. 2009 y 2010

Conclusiones

Se colectaron 756 muestras de maíz criollo en el estado de Puebla, cubriendo las principales regiones agroecológicas en las que se identificó la presencia de 16 razas, mismas que muestran la diversidad y riqueza genética en maíz.

En los Valles Altos las razas de maíz más importantes fueron: Cónico, Elotes cónicos, Chalqueño, Arrocillo amarillo y Cacahuazintle; en la región intermedia las razas más frecuentes fueron: Coscomatepec, Celaya, Bolita y Pepitilla, mientras que para el área tropical se encontraron las razas Tuxpeño, Olotillo, Ratón y Tepecintle.

Del total de colectas realizadas, 43.90% tuvieron color de grano blanco, 18.57% crema, 12.47% amarillo, 14.73% negro, 5.97% rojo y 4.38% pinto.

En la Región Oriente de Puebla, se encontraron muestras de maíz con mayor longitud y calidad del totomoxtle, lo cual representa un valor agregado en la producción de maíz.

Referencias

- Andrés M., P.; Sierra M., M.; Espinosa C., A.; Gómez M., N.; Palafox C., A.; Rodríguez M., F.; Tadeo R., M.; 2014. Hoja de Maíz (*Zea mays* L.), importante actividad en la zona norte del estado de Veracruz, México. *Revista Agroproductividad* Vol 7 (1): 32-38.
- Betanzos M., E.; Gómez M., N.; Ortega C., A.; Peña R., A.; Preciado O., R.E.; Ramírez D., J.L.; Velásquez C., G. 2003. Propuesta de reorganización del programa nacional de mejoramiento genético de maíz del INIFAP. Documento de trabajo. INIFAP. 66 p.
- García E. 1981. Modificaciones al sistema climático de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. 246 p.
- Goodman M. M. and R. Mck Bird. 1977. The races of maize: IV Tentative grouping of 219. *Latin American Races. Econ. Bot.* 31: 204-221.
- Hernández X; E. 1971. Exploración etnobotánica y su metodología, México, Colegio de Posgraduados, Escuela nacional de Agricultura, Chapingo, México. 43 p.
- Hernández X., E. y G. Alanís 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., A. Macias L., R. Díaz R., M. Valadez R. y A. Delgado 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.
- INEGI. 2006. Anuario de estadísticas por entidad federativa. INEGI, México. 286 p.
- Kato Y., T.A.; Mapes S., C.; Mera O., L.M.; Serratos H., J.A.; Bye B., 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 (CONABIO), México, D.F. 116 p.
- Morris M.L.; y López P., M.A. 2000. Impactos del mejoramiento de maíz en América Latina 1966-1997. México D.F. CIMMYT 45 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. A., J. J. Sánchez G., F. Castillo G. y J. M. Hernández 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. p. 161-185.
- Reyes C., P. 2000. Cincuenta años de investigación agrícola de maíz para tierra caliente en México. *Agricultura Técnica en México*. 26 (1): 49-62
- Reyes C., P. 1971. Genotecnia del maíz para tierra caliente. División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas. ITESM. Monterrey N.L. México. 138 p
- Salinas M., Y.; Cruz Ch., F.; Díaz O., S.; Castillo G., F. 2012. Granos de maíz pigmentados de Chiapas, características físicas, contenido de antocianinas y valor nutraceutico. *Revista Fitotecnia Mexicana* Vol. 35 (1): 33-41
- 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., M.M. Goodman, and C.W. Stuber. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the Races of maize of México. *Econ. Bot.*, 54 (1): 43-59.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2012. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Anuario estadístico de la producción agrícola de los estados unidos mexicanos. Disponible en: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx> (14 de mayo 2012). s/p.
- Serna S., S.; García L., S.; Gutiérrez U., J. 2011. Perfil fitoquímico y propiedades nutraceuticas de maíces pigmentados y sus tortillas. pp. 75-95. In: Preciado O., R.; Montes H., S. (Ed.) *Amplitud, mejoramiento, usos y riesgos de la diversidad genética de maíz en México*.
- Sierra M., M.; Márquez S., F.; Valdivia B., R.; Cordova O., H.; Lezama G., R.; Pescador R., A. 2004. Uso de probadores en la selección de líneas para formar híbridos de maíz. *Agricultura Técnica en México* 30 (2): 169-181.
- Sierra M., M.; Palafox C., A.; Rodríguez M., F. Espinosa C., A.; Gómez M., N.; Caballero H., F.; Barrón F., S.; Zambada M., A.; y Vásquez C., G. 2008. H-520. Híbrido trilineal de maíz para el trópico húmedo de México. *Agricultura Técnica en México*. 34 (1): 119-122.
- Turrent, A. and J. A. Serratos. 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.
- Wellhausen, E., L. M. Roberts, E. Hernández X. y P.C. Mangelsdorf. 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.