

1 **CINCO NUEVAS RAZAS DE MAÍZ (*Zea mays* L. spp *mays*) EN EL ESTADO DE**  
2 **MICHOACÁN Y ÁREAS ADYACENTES DE JALISCO**

3  
4 **FIVE NEW MAIZE (*Zea mays* L. spp *mays*) RACES IN MICHOACÁN STATE AND**  
5 **ADYACENTS AREAS OF JALISCO**

6  
7 José Alfredo Carrera-Valtierra<sup>1</sup>, Rafael Ortega Paczka<sup>2</sup>, José de Jesús Sánchez González<sup>3</sup>, José  
8 Ron Parra<sup>3</sup>, Moisés Martín Morales Rivera<sup>3</sup> y Abraham Márquez López<sup>4</sup>

9  
10 <sup>1</sup>Universidad Autónoma Chapingo. Centro Regional Universitario Centro Occidente (CRUCO).  
11 Periférico Independencia Poniente No. 1000, Colonia Lomas del Valle, Morelia, Mich. C.P. 58170  
12 Tel./Fax (443) 3-16-14-89. Correo electrónico: [carrera6412@yahoo.com.mx](mailto:carrera6412@yahoo.com.mx). <sup>2</sup> Dirección de Centro  
13 Regionales Universitarios de la Universidad Autónoma Chapingo. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco.  
14 C.P. 56230 Chapingo, Edo. de México. <sup>3</sup>Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias  
15 (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara (U de G), <sup>4</sup>Parte de la Tesis de Licenciatura. Departamento  
16 de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo

17 <sup>1</sup>Autor para correspondencia.

---

18  
19  
20  
21  
22  
23 **RESUMEN**

24 El Occidente de México, del cual Michoacán y Jalisco forman parte es considerado como centro de  
25 origen, domesticación, diversificación y ruta de migración del maíz (*Zea mays* L. spp *mays*). Además,  
26 presenta una alta diversidad de nichos ecológicos y étnica, los cuales son elementos esenciales para la  
27 evolución del maíz; por lo que, en ésta región debe existir una amplia diversidad en ésta especie. Los  
28 objetivos fueron. recolectar los maíces nativos en ocho de las diez regiones del estado de Michoacán y  
29 dos de Jalisco, las cuales no habían sido muestreadas; así como, caracterizarlos morfológicamente con  
30 taxonomía numérica para conocer si existen nuevas razas de maíz. Se confirma la hipótesis de que el  
31 Occidente de México es centro de diversificación del maíz y se postula como subregiones de  
32 diversificación los alrededores de las zonas arqueológicas de Cuitzeo, Tzintzuntzán y Tingambato en  
33 el estado de Michoacán y de la Laguna de Zacoalco en Jalisco. Debido al proceso de diversificación  
34 vía cruzamientos raciales y selección se formaron las nuevas razas de maíz Tamaulipas, Maizón de  
35 Chinicuila, Tamazula Amarillo, Tsiri Charhápiti y P'urhépecha. Existen relaciones de parentesco entre

1 el Complejo Serrano de Jalisco y los maíces Mushito de Michoacán, Olotón y Palomero Toluqueño de  
2 las partes altas de Michoacán.

3 **Palabras clave:** Exploración etnobotánica, corredores biológicos culturales, diversificación del maíz,  
4 nuevas razas de maíz.  
5

## 6 SUMMARY

7 The West of Mexico, of which Michoacán and Jalisco are part this is considered as center of origin,  
8 domestication, diversification and route of migration of maize (*Zea mays* L. spp *mays*). In addition, it  
9 presents a high diversity of ecological niches and ethnic, which are essential elements for the evolution  
10 of maize; so, in this region must exist a wide diversity in this specie. The objectives were. collect the  
11 maize native in eight of the ten regions of the state of Michoacán and two of Jalisco, which had not  
12 been sampled; as well as morphologically be characterized with numerical taxonomy to see if there are  
13 new races of maize. Confirms the hypothesis that the West of Mexico is center of diversification of  
14 maize and are postulated as subregions of diversification the archaeological zones of Cuitzeo,  
15 Tzintzuntzán and Tingambato in the state of Michoacán and of surroundings the lagoon of Zacoalco in  
16 the state of Jalisco. Due to this diversification process via racial crossing and selection is postulated as  
17 new races of maize to Tamaulipas, Maizón de Chinicuila, Tamazula Amarillo, Tsiri Charhápiti and  
18 P'urhépecha. There are relationships between complex Serrano of Jalisco and Mushito de Michoacán,  
19 Olotón and Palomero Toluqueño races of the upper parts of Michoacán.

20 **Key words:** Exploration ethnobotany, cultural and biological corridors, maize diversification,  
21 new maize races.  
22

## 23 INTRODUCCIÓN

24 En México, antes del establecimiento de la Oficina de Estudios Especiales (OEE) en 1940 los  
25 ingenieros Eduardo Taboada Ramírez y Eduardo Limón de la Oficina de Campos Experimentales  
26 (OCE) dependiente de la Secretaria de Agricultura y Fomento (SAF) recolectaron y evaluaron nuevos  
27 maíces. Posteriormente, con el establecimiento de la OEE, de 1940 a 1944 bajo la dirección de los

1 doctores Harrar y Mangelsdorf y un grupo de investigadores recolectaron 413 muestras de maíces y  
2 para 1950 en dicha Oficina ya habían recolectado más de 2 mil muestras (Stakman *et al.*, 1969), las  
3 cuales fueron la base para la descripción de las 25 razas de maíz de México bien definidas, cuatro  
4 subrazas y ocho razas poco estudiadas (Wellhausen *et al.*, 1951). Durante éste periodo, Anderson  
5 (1946) identificó y describió la raza Amarillo de Montaña (Mountain Yellow). A pesar de este gran  
6 esfuerzo por recolectar y clasificar la diversidad de maíz en México, en la Figura 7 de la obra de  
7 Wellhausen *et al.* (1951) se observa que había áreas que no habían sido muestreadas, por lo que  
8 Hernández X. y Alanís (1970) en la Figura 1 de su obra indicaron que existían tres áreas que debían  
9 ser recolectadas; a saber: 1) Sierra Madre Occidental, 2) Sierras de Oaxaca y 3) las estribaciones  
10 correspondientes a la Sierra Madre Oriental a la Sierra de San Carlos y Sierra de Tamaulipas, todas en  
11 la parte central del estado de Tamaulipas.

12 En el área de la Sierra Madre Occidental, Hernández X. y Alanís (1970) encontraron y describieron  
13 cinco nuevas razas, a saber: Tablilla de Ocho, Apachito, Gordo, Bofo y Azul, mientras que en las  
14 Sierras de Oaxaca, Benz (1986) encontró seis razas de maíz, que son: Chatino Maizón, Choapaneco,  
15 Dzit Bacal, Mixeño, Mixteco y Serrano Mixe. Finalmente, Ortega (1979) en Tamaulipas encontró dos  
16 razas de maíz, el Ratón y Tuxpeño Norteño. Otras razas de maíz que encontró el Dr. Ortega fueron: en  
17 el estado de Veracruz, Coscomatepec y en Chiapas Motozinteco y negro de Chimaltenango, en  
18 Michoacán el Mushito, en Chihuahua el Palomero de Chihuahua, en Morelos Ancho y en Sinaloa  
19 Elotero de Sinaloa.

20 Como parte del proceso de revisar las razas de maíz de México descritas por Wellhausen *et al.*  
21 (1951) y de otros investigadores, así como el de investigar las relaciones de parentesco de éstas razas  
22 con grupos raciales del Norte, Centro y Sudamérica, Sánchez y Goodman (1992) reportaron que en  
23 México existían 59 razas de maíz.

1 Otras áreas poco estudiadas en cuanto al estudio de la diversidad de maíz son: parte del Eje  
2 Volcánico Transversal ubicado desde la región Oriente de Michoacán hasta la Sierra de Amula en  
3 Jalisco, costas de Guerrero, Michoacán, Colima y Jalisco, Centro, Oriente, Ciénega de Zacapu, Tierra  
4 Caliente y Valle de Apatzingán en Michoacán (Ver Figura 7 de Wellhausen *et al.*, 1951).

5 De las regiones antes mencionadas, algunas forman parte de Michoacán el cual es considerado **parte**  
6 **del** centro de origen (Beadle, 1939), domesticación (Kato, 1984; Miranda, 2003), ruta de migración del  
7 maíz (Hernández X., 1985; Sánchez y Goodman, 1992), diversificación (Kato *et al.*, 2009) y además  
8 existe una amplia diversidad étnica y de nichos ecológicos (Muñoz, 2006), los cuales son elementos  
9 esenciales para la evolución del maíz.

10 Las regiones Costa y Valle de Apatzingán en Michoacán, Costa de Colima, sur y sureste de Jalisco  
11 están ó estuvieron habitadas por el grupo étnico Nahuatl, el cual procedió de una de las siete tribus que  
12 migraron en el año 1168 de Aztlán-Colhuacán-Chicomoztoc en el estado de Nayarit hacia el Altiplano  
13 Central. De la región Costa, al parecer los Nahuatl tomaron dos rutas de migración, una que continuó  
14 por la Costa hacia el estado de Guerrero y la otra hacia la Laguna de Zayula-Zacoalco, Valle de  
15 Apatzingán hasta la Ciénega de Chapala; y de ahí, hacia Zacatecas  
16 ([www.wikipedia.com/regiones.htm](http://www.wikipedia.com/regiones.htm)). La región Oriente está habitada por Mazahuatl y Otomíes, y la  
17 Meseta Purépecha, sur y sureste de Jalisco están ó estuvieron habitadas por P'urhépechas. Otros grupos  
18 étnicos que habitaron el sur y sureste de Jalisco fueron Toltecas, Otomíes (Mesa Central) y Zapotecas  
19 (Oaxaca) (Enciclopedia de los municipios de Jalisco, México). Los objetivos fueron: recolectar los  
20 maíces nativos de las regiones no exploradas, como son: Oriente, Tierra Caliente, Centro, Ciénega de  
21 Zacapu, Valle de Apatzingán, Costa, Meseta Purépecha y Pátzcuaro-Zirahuen en el estado de  
22 Michoacán y, sur y sureste en Jalisco y, con taxonomía numérica caracterizarlos morfológicamente  
23 para conocer si existen nuevas razas de maíz.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Etapa 1. Recolecta de maíces nativos de Michoacán y áreas adyacentes de Jalisco Localización del área de estudio

La recolecta de muestras de maíz se llevó a cabo en las regiones Oriente, Tierra Caliente, Centro, Valle de Apatzingán, Costa, Meseta Purépecha, Pátzcuaro-Zirahuen y Ciénega de Zacapu en el estado de Michoacán (Figura 1B), sur y sureste en el estado de Jalisco (Figura 1A); las cuales, como se indica en la Figura 2 no habían sido recolectadas.

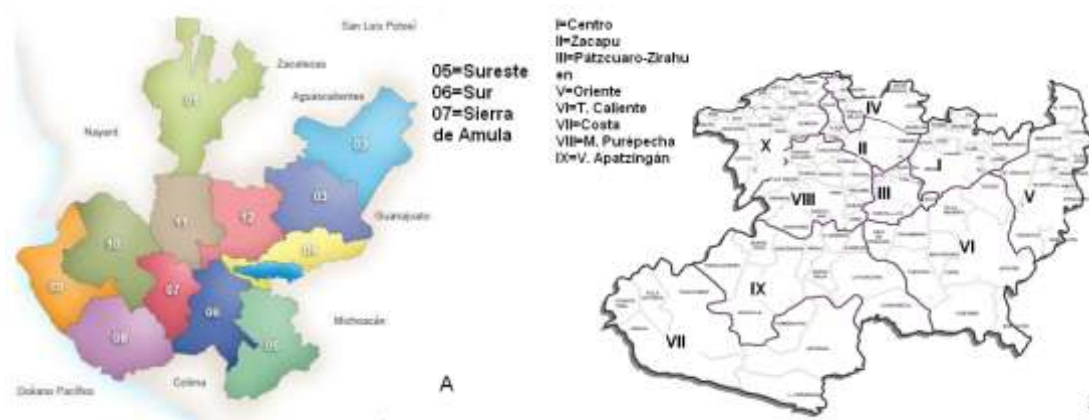


Figura 1. Regiones sureste (05) y sur (06) ubicadas en el estado de Jalisco (A) y Centro (I), Zacapu (II), Pátzcuaro-Zirahuen (III), Oriente (V), Tierra Caliente (VI), Costa (VII), Meseta Purépecha (VIII) y Valle de Apatzingán (IX) en el estado de Michoacán (B).



Figura 2. Tomada de Henández X. y Alanís (1970) indicando las áreas con numeración 1, 2 y 3 que hasta 1950 se habían hecho pocas recolecciones de maíz. De color rojo (Michoacán) y verde (Guerrero, Colima y Jalisco) son áreas que no habían sido recolectadas hasta el 2010.

## **Metodología de recolecta**

Para realizar la exploración etnobotánica de recolecta de los maíces nativos se usó la metodología propuesta por Hernández X. (1972). la cual consiste de las etapas: 1) Época de recolecta. Se realizó al momento de la cosecha de acuerdo a Roberts *et al.* (1957). 2) Cantidad y tipo de muestra. Roberts *et al.* (1957) sugieren que en colectas de alto potencial productivo deben recolectarse hasta 100 kg de semilla y para las colectas “menos” importantes de 15 a 25 mazorcas, en éste estudio se recolectaron 20 mazorcas ó 5 kg de semilla y, 3 y 4) La diversidad genética de cada material y frecuencia de la muestra. En cada región, dentro del “exceso de diversidad genética” se definió qué se deseaba recolectar (Bellon y Brush, 1994) y debido a que el hombre constituye una parte importante del medio en que han evolucionado las plantas, según Benz (1986) menciona que cada grupo étnico tiene sus propios criterios de selección por lo que estos han llegado a generar sus propias razas de maíz; por ésta razón, en las áreas étnicas se aumentó la frecuencia de muestras.

## **Material usado para la recolecta**

Para realizar la recolecta de las muestras de los maíces nativos se usó un cuestionario etnobotánico que contenía datos personales del agricultor, lugar de recolecta (latitud, longitud y altitud), características agronómicas de la colecta, sistema de producción, usos antropocéntricos, entre otros. Para ubicar los sitios de recolecta se usó un geoposicionador (GPS) marca Garmin eTrex Vista HCx y mapas de caminos y carreteras.

## **Identificación racial preliminar de los maíces**

Los maíces recolectados fueron preliminarmente identificados de acuerdo a las publicaciones de Wellhausen *et al.*, (1951), Ron *et al.*, (2006) y Muñoz (2003). La identificación definitiva la realizaron los Dres. José de Jesús Sánchez González de la Universidad de Guadalajara (U de G) y Juan Manuel Hernández Casillas de Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP).

## 1 **Etapa 2. Caracterización de los maíces nativos de Michoacán y áreas adyacentes de Jalisco**

### 3 **Material genético usado en la caracterización morfológica**

4 En total se recolectaron 904 muestras de 34 maíces nativos, de los cuales solo se caracterizaron 30, las  
 5 cuales estuvieron representados por 21 razas y subrazas, así como por 9 nuevos tipos representados por  
 6 287 colectas típicas (En éste estudio no se incluyó los maíces tipo Rosita y Prieto de Tierra Caliente  
 7 debido a que según Carrera *et al.* (2011a) el primer maíz pertenece a la raza Elotes Occidentales y el  
 8 segundo presenta características aún no bien definidas). Para la raza Cónico, Elotes Cónicos, Palomero  
 9 Toluqueño, Celaya, Vandeño, Conejo, Reventador, Tabloncillo Perla, Elotero de Sinaloa, Onaveño,  
 10 Zamorano, Dulce, Argentino, Elotes Occidentales, Ancho, Tuxpeño, Mushito de Michoacán, Amarillo  
 11 de Montaña, Chalqueño, Olotón y Complejo Serrano de Jalisco se usaron 9, 6, 9, 3, 3, 13, 14, 11, 22,  
 12 5, 16, 13, 10, 18, 9, 10, 6, 6, 8, 3 y 20 colectas, respectivamente, mientras que para los maíces tipo  
 13 Maizón de Chinicuila, Tamazula Amarillo, Tamaulipas, P'urhépecha, Ts'iri Charhápi, Chalqueño  
 14 Colorado, Huiramba Amarillo, Amarillo de Tierra Caliente y Maíz de Ecuaro fueron 7, 14, 7, 9, 8, 8,  
 15 6, 7 y 7 colectas, respectivamente. Las muestras, las fotos y la base de datos de las colectas usadas en  
 16 este estudio se encuentran en el Banco de Germoplasma del IMAREFI de la Universidad de  
 17 Guadalajara y en la CONABIO las fotos y base de datos.

### 18 **Ambientes para la caracterización morfológica**

19 Para el estudio de la diversidad del maíz se ha recomendado que todos los maíces que se vayan a  
 20 caracterizar deben ser sembrados en igualdad de condiciones ambientales y de manejo para que las  
 21 mediciones tengan el mismo error experimental. En este estudio, no todos los maíces fueron sembrados  
 22 en las mismas localidades; y se buscó aquellos ambientes similares a los de adaptación de cada maíz.  
 23 Los ambientes fueron: Álvaro Obregón, con clima (A) C (w'₀) (w) b (i') y altitud de 1840 msnm,  
 24 Morelia con clima C (w₀/₁) (w) b (i') g y altitud de 1941 msnm y, Cherán con clima C (w₂) (w) (b') i  
 25 g a una altitud de 2200 msnm en el estado de Michoacán. En Guanajuato, se usó Acámbaro con clima

1 (A) C (w<sub>0</sub>) (w) b e g y altitud de 1856 msnm (García, 1981). En Álvaro Obregón, el 20 de abril del  
2 2008 se sembraron en condiciones de riego las razas tropicales (Tuxpeño, Vandéño, Conejo,  
3 Tamaulipas, Reventador, Tabloncillo, Tabloncillo Perla, Onaveño y Tamazula Amarillo) y  
4 subtropicales (Celaya, Zamorano Amarillo, Elotes Occidentales, Ancho y Dulce), en Morelia, el día 10  
5 de junio del 2009 y 20 de junio del 2011 en condiciones de temporal los maíces tropicales,  
6 subtropicales y de transición (Huiramba Amarillo y Tsiri Charhápiti), en Acámbaro el 15 de junio del  
7 2008 en temporal los maíces tropicales y subtropicales y, en Cherán, el 25 de marzo del 2010 en  
8 condiciones de humedad residual los maíces de Tierras Altas (Mushito, Púrhépecha, Complejo Serrano  
9 de Jalisco Cónico, Elotes Cónicos, Palomero Toluqueño, Amarillo de Montaña, Maíz de Ecuaro,  
10 Chalqueño y Chalqueño Colorado) y de Transición (Maizón de Chinicuila, Tsiri Charhápiti. y  
11 Huiramba Amarillo).

### 12 **Manejo agronómico**

13 En cada localidad, los maíces se sembraron en parcelas de dos surcos de 0.80 m de ancho y 5 m de  
14 longitud, en donde cada 20 cm se sembraron 2 semillas por mata y a los 30 días se aclareo a una planta  
15 por mata. Para la toma de datos agronómicos, en cada colecta; en la parte central de los surcos se  
16 tomaron 6 plantas con competencia completa. Los experimentos se fertilizaron con la fórmula 200N-  
17 80P-00K. El manejo agronómico en cada localidad fue el mismo para todas las razas.

### 18 **Caracteres morfológicos usados para la caracterización**

19 Sánchez *et al.* (1993) proponen los caracteres más apropiados para la clasificación del maíz, sin  
20 embargo, en ocasiones no nos permiten adecuadamente formar grupos genéticos bien definidos, por lo  
21 que en este estudio se usaron 9 características de la mazorca, 8 de la espiga, así como 7 índices.

### 22 **Caracteres medidos**

23 Los caracteres medidos fueron: En ocho mazorcas por colecta se midió la longitud (LMZ) y  
24 diámetro de la mazorca (DMZ) y del olote (DOLO) en centímetros, número de hileras (NH), número de



1 granos por hilera (NG), para ancho (AG) y longitud del grano (LG) se midieron 40 granos en  
 2 centímetros, para peso (P100) y volumen de 100 granos (V100) se midieron en gramos y mililitros 100  
 3 granos, respectivamente, los índices AG/LG, DOLO/LMZ, P100/V100, LMZ/NG y DMZ/NH, en la  
 4 longitud de espiga (LE), de la rama principal (LRP) y de la parte ramificada de la espiga (LPRE) se  
 5 midieron en centímetros ocho espigas. Para longitud (LE) y ancho de la espiguilla (AE) se midieron en  
 6 centímetros 8 espiguillas, longitud del pedicelo (LP), número de ramas primarias de la espiga (NRPE),  
 7 en longitud (LGI) y ancho de gluma (LGI) se midieron en milímetros 10 glumas e índice de LPRE/LE.

### 8 **Análisis estadístico**

9 Para la separación de los 34 maíces nativos en grupos éstos se analizaron con métodos estadísticos  
 10 multivariados como el análisis discriminante canónico (funciones discriminantes y distancia cuadrada  
 11 de Mahalanobis) y de conglomerados con los procedimientos PROC CANDISC y CLUSTER de SAS  
 12 (SAS Institute-SAS/STAT Software: Syntax versión 6, 1993). La distancia cuadrada de Mahalanobis  
 13 ( $D^2$ ) nos mide la divergencia genética de las poblaciones ó razas de maíz ; es decir, cuando mayor sea  
 14 el valor de  $D^2$  mayor será la distancia entre medias de las poblaciones ó razas. Para verificar si entre  
 15 los valores de  $D^2$  existían diferencias significativas entre los maíces se usaron las pruebas estadísticas  
 16 multivariadas aproximadas de F Lambda de Wilk's, Traza de Pillai's, Traza de Hotelling-Lawley y  
 17 Raíz Máxima de Roy's.

18 En el caso del análisis de conglomerados (AC) los datos fueron estandarizados con media 0 y  
 19 varianza 1. Para el análisis de conglomerados se uso el método Ward de varianza mínima.

## 20 **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### 21 **Etapa 1. Recolecta de muestras de maíz y su distribución geográfica**

22 De los 34 maíces recolectados, Tamaulipas, P'urhépecha, Elotero de Sinaloa y Tuxpeño presentaron  
 23 el mayor número de colectas, con valores de 63, 63, 62 y 58; respectivamente, e indica también que son  
 24 los maíces más sembrados en Michoacán. Por otra parte, Olotón, Amarillo de Montaña, Huiramba

1 Amarillo, Amarillo de Tierra Caliente y Cacahuacintle tuvieron valores de 11, 8, 8, 6 y 2,  
 2 respectivamente. El menor número de colectas en estos maíces se debe a que se recolectaron en áreas  
 3 muy pequeñas o como es el caso de Cacahuacintle que fue introducido a la región Oriente, no es su  
 4 área natural de distribución (Wellhausen *et al.*, 1951).

5 De las regiones recolectadas en Michoacán, la Meseta Purépecha, Pátzcuaro-Zirahuen y Costa  
 6 presentaron la mayor diversidad de maíces (Vandéno, Conejo, Tuxpeño, Reventador, Onaveño,  
 7 Tabloncillo, Tabloncillo Perla, Amarillo de Montaña, Olotón, Maizón de Chinicuila, Mushito de  
 8 Michoacán, P'urhépecha, Maíz de Ecuaro, Tsiri Charhápiti, Cónico, Elotes Cónicos, Huiramba  
 9 Amarillo, Ancho, Elotes Occidentales, Palomero Toluqueño e influencia de Cacahuacintle), mientras  
 10 que en Jalisco lo fueron las regiones sur y sureste con las razas Tuxpeño, Elotero de Sinaloa, Tamazula  
 11 Amarillo, Palomero Toluqueño el cual fue mal nombrado como Palomero de Jalisco por Ron *et al.*  
 12 (2006), Tabloncillo, Amarillo de Montaña, Tabloncillo Perla, Reventador y el Complejo Serrano de  
 13 Jalisco).

14 De acuerdo a su área natural de distribución, podemos decir que a Michoacán se introdujeron las  
 15 razas Cónico, Elotes Cónicos, Palomero Toluqueño y Cacahuacintle de la región Mesa Central (Kato  
 16 *et al.*, 2009) posiblemente por los grupos étnicos Matlatzincas (Pirindas) quienes habitaron Charo y  
 17 Morelia (García, 2004) y Teotihuacanos las zonas arqueológicas de Cuitzeo y Tingambato (Museo  
 18 Regional de Morelia). La raza Chalqueño fue introducida en 1898 a la Exhacienda de Cantabria  
 19 cuando Eduardo y Alfredo Noriega de origen español desecaron la Ciénega de Zacapu (Guzmán,  
 20 2002). Respecto a las razas Onaveño, Reventador, Tabloncillo Perla, Elotero de Sinaloa fueron  
 21 introducidas del Noroeste por el grupo étnico Nahuatl quien habita las regiones costeras de Nayarit,  
 22 Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero (Monzoy, 2006), Olotón del sur de México (introducido de  
 23 Guatemala) posiblemente por los Zapotecos de Oaxaca quienes habitaron las regiones sur y sureste de  
 24 Jalisco, Tuxpeño de Oaxaca y Chiapas, Pepitilla y Ancho de Guerrero y Morelos (Kato *et al.*, 2009)

1 siguiendo la ruta de migración humana del Pacífico propuesta por Sauer (1932) y Tamaulipas del  
2 Noreste

3 Los resultados anteriores coinciden con los obtenidos con nudos cromosómicos por McClintock  
4 (1978), quien encontró que los maíces que se distribuyen desde Guatemala hasta Sonora, México  
5 presentan nudo grande en el brazo corto del cromosoma 7, dichos maíces son: En Sonora: Cristalino de  
6 Chihuahua, en Sinaloa: Chapalote, en Nayarit: desconocido, en Jalisco: Celaya, en Michoacán:  
7 Reventador, en Guerrero: Nal-Tel y Pepitilla, en Oaxaca: Zapalote Chico, en Chiapas: Zapalote Chico,  
8 Zapalote Grande y Tuxpeño-Tepecintle, en Veracruz: Tuxpeño, en Campeche: Nal-Tel-Tuxpeño y en  
9 Guatemala Nal-Tel Blanco. Otra ruta sugerida parte en el área norte-centro de Guerrero, la cual es  
10 adyacente a Morelos y Estado de México y corre hacia Guanajuato y norte de Michoacán, entra a  
11 Jalisco y Nayarit, donde se une a la ruta costera del Pacífico hacia el norte. En ésta ruta posiblemente se  
12 introdujo la raza Ancho y Pepitilla al Occidente de México. Una segunda ruta de migración sugerida  
13 es la de los maíces de mazorca cónica, que va desde la Mesa Central, pasa por el Bajío y sigue hasta  
14 Chihuahua. De la Mesa Central se introdujo la raza Cónico la cual se cruzó con Celaya para formar la  
15 raza Cónico Norteño (Wellhausen *et al.* 1951). Estos maíces se caracterizan por tener un nudo corto en  
16 el brazo largo del cromosoma 6.

## 17 **Etapa 2. Uso de taxonomía numérica en la clasificación racial de los nuevos tipos de maíz**

18 La categoría taxonómica de raza, concepto propuesto por Anderson y Cutler (1942); la cual junto con  
19 el de taxonomía numérica (Goodman, 1972) han permitido clasificar las razas de maíz de México  
20 (Anderson, 1946, Wellhausen *et al.* 1951, Hernández y Alanís, 1970, Sánchez y Goodman, 1992). En  
21 este trabajo, se hace la observación que la definición del concepto de raza propuesto por Anderson y  
22 Cutler (1942) corresponde al de una población (variedad) y el de raza a un grupo de variedades  
23 propuesto por Castillo y Ortega (comunicación personal, 22 de Octubre del 2009).

1 Basados en el nuevo concepto de raza y el uso de la taxonomía numérica, en la Figura 1A se muestra  
2 el dendograma de los 30 maíces recolectados en Michoacán y Jalisco. En dicha Figura se muestran tres  
3 grupos genéticos (G1, G2 y G3). El Grupo 1 (G1) está constituido por las razas Reventador (REV),  
4 Vandeño (VAN), Tuxpeño (TUX), Conejo (CONEJ), Tabloncillo Perla (TPER) y Onaveño (ONAV),  
5 así como por los tipos Tamaulipas (TAMPS) y Amarillo de Tierra Caliente (ATC), ambas de origen  
6 tropical. En éste grupo, la raza Vandeño se agrupó con una de sus progenitoras, la raza Tuxpeño  
7 (Wellhausen *et al.* 1951). También cabe mencionar que el maíz Tamaulipas se agrupó con las razas  
8 Tuxpeño y Vandeño, así como con el maíz Amarillo de Tierra Caliente, por lo que en la Figura 2A  
9 se definirá su posible relación de parentesco con los maíces antes mencionados.

10 Por otra parte, el grupo dos (G2) estuvo constituido por las razas Olotón (OLOT ), Complejo Serrano  
11 de Jalisco (CSJAL), Elotes Occidentales (EOCC) y Ancho ( ANCH), así como por los maíces  
12 Tamazula Amarillo (TAMA) y Maizón de Chinicuila ( MAIZÓN). Como se puede observar, el Olotón  
13 de la región Costa de Michoacán se agrupó con el Complejo Serrano de Jalisco y el Maizón de  
14 Chinicuila con las razas Ancho y Elotes Occidentales, por lo que en las Figuras 2D y 2B,  
15 respectivamente, también se establecerán sus posibles relaciones de parentesco.

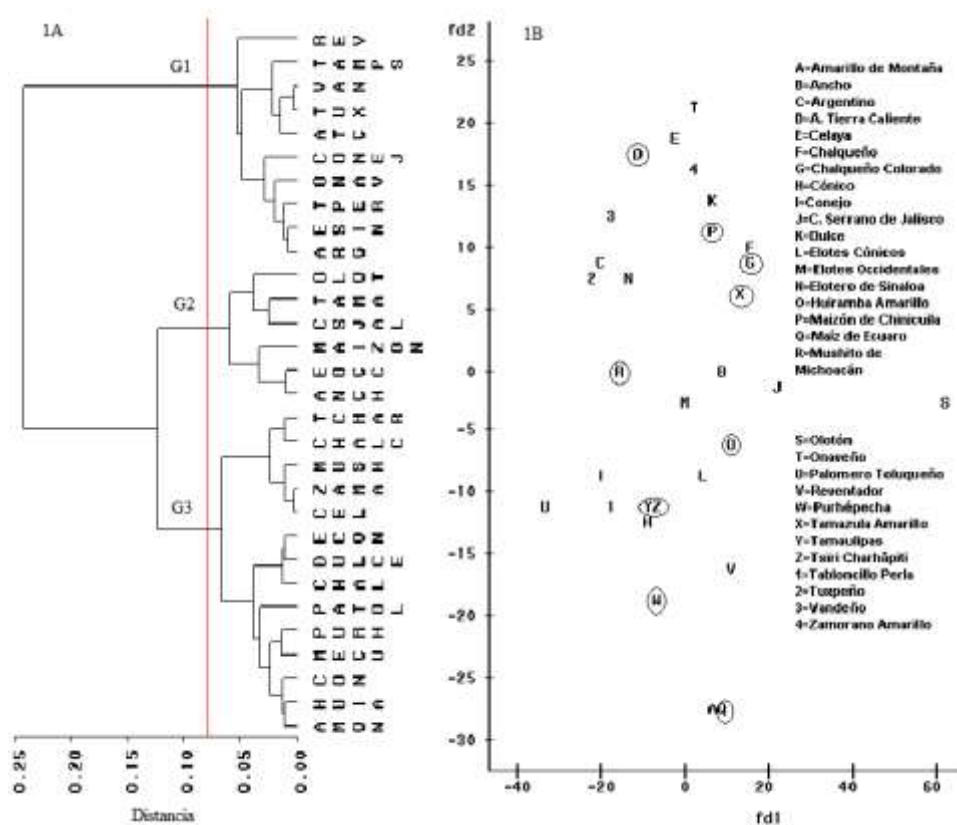
16 Finalmente, en el grupo tres (G1) se agruparon las razas Mushito de Michoacán (MUSH), Zamorano  
17 Amarillo (ZAMA), Celaya (CEL), Elotes Cónicos (ECON), Dulce, Chalqueño (CHAL), Palomero  
18 Toluqueño (PATOL), Cónico (CON) y Amarillo de Montaña (AMON), así como los tipos Tsiri  
19 Charhápiti (TCHAR), Chalqueño Colorado (CHALC), P'urhépecha (PURH), Maíz de Ecuaro (MECU)  
20 y Huiramba Amarillo (HUIA). Se observa que los maíces Tsiri Charhápiti y Chalqueño Colorado se  
21 agruparon en el mismo número de "cluster", lo mismo sucedió con Zamorano Amarillo al agruparse  
22 con las razas Celaya y Mushito de Michoacán. Por el contrario, a pesar que la raza Mushito de  
23 Michoacán y P'urhépecha forman parte del mismo grupo (G3), se agruparon en diferente número de  
24 "cluster". Sobre la agrupación de Zamorano Amarillo con las razas Celaya y Mushito de Michoacán,

1 Wellhausen *et al.*, (1951) basados en la apariencia de la mazorca y autofecundación indican que en la  
 2 formación de Zamorano Amarillo al menos participan cuatro razas de maíz, a saber: Cónico  
 3 Occidental, Complejo Serrano de Jalisco, Tabloncillo y Celaya. Por otra parte, Cervantes y Hernández  
 4 (1988) usando caracteres químicos de la mazorca indican que Zamorano Amarillo está asociado a las  
 5 razas Mushito de Michoacán (Tarasco), Ancho, Comiteco y Motozinteco. Sobre las relaciones de  
 6 parentesco entre los maíces antes mencionados podemos decir que Mushito de Michoacán tiene  
 7 parentesco con el Complejo Serrano de Jalisco a través del maíz uruapeño (Figura 2D), con Comiteco  
 8 debido a que posiblemente las tres razas tienen como progenitor común la raza Olotón y uno de los  
 9 progenitores de Motozinteco es el Mushito de Oaxaca, el cual está emparentado con el Mushito de  
 10 Michoacán (Wellhausen *et al.* (1951). Sobre la intervención de una raza de ocho hileras en la raza  
 11 Zamorano Amarillo podemos decir que en la formación de Celaya, Ancho, Complejo Serrano de  
 12 Jalisco participa la raza Tabloncillo y en Mushito de Michoacán, posiblemente la raza Tabloncillo  
 13 Perla, ambas de ocho hileras. La presencia de un alto número de razas que intervienen en la formación  
 14 de Zamorano Amarillo a dado origen a que ésta sea una de las razas Mexicanas con mayor presencia  
 15 de alelos (Sánchez *et al.* 2000).

16 En la Figura 1B de funciones discriminantes del análisis canónico se puede observar que Chalqueño  
 17 Colorado (G) se encuentra muy próximo con la raza Chalqueño (F), Tamaulipas (Y) con Tsiri  
 18 Charhápati (Z) y Maíz de Ecuaro (A) con Amarillo de Montaña (Q), mientras que Maizón de Chinicuila  
 19 (P), Huiramba Amarillo (O), Tamazula Amarillo (X), Amarillo de Tierra Caliente (D), P'urhépecha  
 20 (W) y Mushito (R) no se observa asociación con los otros maíces. Si se considera la distancia cuadrada  
 21 de Mahalanobis ( $D^2$ ), la cual mide el grado de divergencia genética se encontró que la raza Ancho (B)  
 22 presentó la mayor similitud ( $D^2=212$ ) con Elotes Occidentales (M), Zamorano Amarillo (4) con Celaya  
 23 (E), Dulce (K) con Chalqueño (F), Chalqueño Colorado (G) con Chalqueño (F), Huiramba Amarillo  
 24 (O) con Elotes Cónicos (L), P'urhépecha (W) con Cónico (H) y Elotes Cónicos (L), Tsiri Charhápati (2)

1 con Elotes Occidentales (M ) y Elotes Cónicos (L), mientras que Vandeño (3) con Tuxpeño (2) con  
 2 valores de 62, 225, 132, 352, 334 y 491, 337 y 547 y, 164, respectivamente.

3 De acuerdo a las pruebas multivariadas Lambda de Wilk's, Traza de Pillai's, Traza Hotellin-Lowley  
 4 y Raíz Máxima de Roy's las cuales tuvieron los valores respectivos aproximados de F de 6.09, 2.28,  
 5 11.55 y 618.08, indican que dichas pruebas fueron altamente significativas; sin embargo, los valores de  
 6  $D^2$  fueron los menores e indican la mayor similitud morfológica encontrada.



7

8 Figura 1. Dendrograma (1A) y Funciones discriminantes fd1 y fd2 (1B) para agrupar las razas y tipos  
 9 de maíz de Michoacán y áreas adyacentes de Jalisco.

10

11 Taxonómicamente, una raza se ubica entre la subespecie y la variedad (Font-Quer, 1979) y para  
 12 separar una de otra surge el problema para definir qué tanta diferenciación genética debe existir  
 13 (Stansfield, 1977). Una alternativa para solucionar éste problema en estudios de clasificación de nuevas  
 14 razas consiste en incluir sus razas progenitoras que tengan características morfológicas bien definidas.

1 En el caso de la Figura 2A, la diferenciación racial para separar el maíz Tamaulipas de las razas  
2 Tuxpeño y Vandeño con las cuales puede estar emparentado se logró a aproximadamente a la distancia  
3 de 0.11 del método de Ward. En dicha Figura, las colectas de Amarillo de Tierra Caliente (Juvi, MaS y  
4 TC396) se agruparon con las de Tamaulipas (TC249, FZ152, TC294, FZ047, FZ049, FZ061 y TC246),  
5 ambas pertenecientes al grupo G2 y éstas se separaron de las colectas de las razas Tuxpeño y Vandeño  
6 (excepto de TC204 de Amarillo de Tierra Caliente que se agrupó con colectas de Tuxpeño y CN003 de  
7 Tuxpeño con las colectas TC249 de Tamaulipas y TC396 de Amarillo de Tierra Caliente) del grupo  
8 G1, en las cuales Tuxpeño es progenitor común de las razas Vandeño y Celaya (Wellhausen *et al.*  
9 1951). En el caso de la colecta TC204 de Amarillo de Tierra Caliente de Homero Ortega de Tavera,  
10 Turicato, Michoacán, el siembra sólo este tipo de maíz y en el caso de la colecta CN003 de la raza  
11 Tuxpeño de Antonio Rojas Alejo de Pómaro, Aquila, Michoacán él también siembra sólo Tuxpeño,  
12 por lo cual no existe flujo genético de otras razas. Según Ortega Paczka y Hernández Casillas  
13 (comunicación personal, 15/11/2011), los maíces tipo Tamaulipas y Amarillo de Tierra Caliente  
14 pudieran tener parentesco con la raza Ratón. Si esto es cierto, Ortega (1985) postula que los  
15 progenitores de Ratón son Nal-Tel y Tuxpeño, posiblemente por eso los nuevos tipos de maíz se  
16 intercalaron con Tuxpeño. Por otro lado, Cervantes y Hernández (1988) mencionan que la raza Ratón  
17 se agrupó con Zapalote Grande, Nal-Tel y Zapalote Chico. Para definir si el Tamaulipas pertenece a la  
18 raza Ratón, en estudios posteriores deben incluirse colectas típicas de la raza Ratón como las que se  
19 indican en Ortega *et al.* (1991).

20  
21 En la Figura 1A del grupo G2, el Maizón de Chinicuila (MAIZÓN) se agrupó con las razas Elotes  
22 Occidentales (EOCC) y Ancho (ANCH) por lo que en la Figura 2B se definirá si es diferente de la  
23 raza Ancho, con la cual según Carrera *et al.* (2011a) tiene parentesco y lo mismo se hará entre  
24 Tamazula Amarillo con Tuxpeño. Como se puede observar, Maizón de Chinicuila se asoció con la raza

1 Ancho (G4; sin embargo, formó un grupo genético diferente (G3) y en el caso de Tamazula Amarillo  
2 (G2) ocurrió lo mismo, formó un grupo genético diferente de la raza Tuxpeño (G1), por lo que  
3 pudieran constituirse como nuevas razas.

4 Por otra parte, en la misma Figura 1A del G3 se observa que los nuevos tipos de maíz Tsiri  
5 Charhápti y Chalqueño Colorado se agruparon en el mismo número de "cluster", y solo se les  
6 intercaló la colecta TC136 de Amarillo de Montaña de Paso Malo, Aguililla, Michoacán (Figura 2C).  
7 Por otra parte, el P'urhépecha, Maíz de Ecuaro y Huiramba Amarillo formaron grupo con Palomero  
8 Toluqueño, Cónico y Amarillo de Montaña. Como ya se indicó anteriormente, la distancia cuadrada de  
9 Mahalanobis ( $D^2$ ) se encontró que las razas Elotes Occidentales y Elotes Cónicos podrían ser los  
10 progenitores del Tsiri Charhápti, el Chalqueño de Chalqueño Colorado. En la Figura 2C se observa  
11 que las colectas (variedades) de Chalqueño Colorado se intercalaron con las de Tsiri Charhápti para  
12 ambas formar un grupo genético bien definido, lo cual confirma lo que indicó un agricultor de  
13 Tiríndaro, Zacapu quien mencionó que el Tsiri Charhápti fue traído de la rivera del Lago de Pátzcuaro  
14 a Tiríndaro donde ahí se cruzó con la raza Chalqueño para formar el Chalqueño Colorado. Esta  
15 relación de parentesco coincide con los resultados obtenidos por Carrera *et al.*, (2011).

16 Respecto a Mushito de Michoacán Sánchez y Goodman (1992) y Sánchez *et al.*, (2000) quienes  
17 indican que ésta raza tiene parentesco con Chalqueño, y se adaptó a las condiciones de baja nubosidad  
18 de la Meseta Purépecha, en este estudio, Mushito de Michoacán no se asoció con Chalqueño como lo  
19 sugieren los autores antes mencionados y solo lo hizo con las colectas CN143, CN111, CN129 y  
20 CN107 identificadas como Huiramba Amarillo, las cuales posiblemente pertenecen a Mushito de  
21 Michoacán; sin embargo, formó parte del grupo donde se ubica P'urhépecha, sin ser parte de ella. Este  
22 resultado confirma lo encontrado por Mijanjos (2005), quien sugiere que el maíz P'urhépecha debe  
23 formar una nueva raza de maíz. Las colectas de Huiramba Amarillo (HuA) y las de Maíz de Ecuaro



1 (ME) no formaron grupos genéticos bien definidos, debido posiblemente a que sus características aún  
2 no están bien definidas.

3 Para conocer si entre los maíces de las regiones Meseta Purépecha y Costa (Montaña) de Michoacán  
4 existe alguna relación de parentesco con los de las partes montañosas de las regiones sur y sureste de  
5 Jalisco, en la Figura 2D se observa que las colectas TC134, TC226 y TC135 de la raza Olotón de la  
6 Costa de Michoacán se agruparon con la colecta CN177 de La Cofradía, Mazamitla, Jalisco, las cuales  
7 a su vez se agruparon con colectas del Complejo Serrano de Jalisco e indica que entre ellos exista  
8 alguna relación de parentesco. También, se puede observar que en la formación del Complejo Serrano  
9 de Jalisco participan el maíz Olotón (Olt) de la Costa de Michoacán, Tabloncillo (CTb), Palomero  
10 Toluqueño (CPT), Amarillo de Montaña (CAM) y Mushito de Michoacán (CMU) a través del  
11 uruapeño. Respecto a la raza Palomero Toluqueño se observa que las colectas de Pátzcuaro (CN126,  
12 CN160 y CN149) y Juanacatlán, Tapalpa, Jalisco (CN284) se agruparon con las colectas de Ocampo,  
13 Zitácuaro y Aporo de la región Oriente en Michoacán, por lo que todos éstos maíces forman una misma  
14 raza. Sánchez *et al.* (2000) y Ron *et al.* (2006) indican que en México existen 59 razas de maíz, dentro  
15 de las cuales postulan como raza a Palomero de Jalisco. En éste estudio, dicha raza se agrupó con  
16 Palomero Toluqueño, por lo que ahora solo deben ser reconocidas 58 razas. Existen otros maíces como  
17 Negrito y Negro de Chimaltenango propuestos como nuevas razas; sin embargo, no se ha demostrado  
18 que forman grupos genéticos diferentes y no se han hecho sus respectivas descripciones morfológicas,  
19 por lo que a la fecha solo deben reconocerse 56 razas.

20  
21  
22  
23  
24  
25

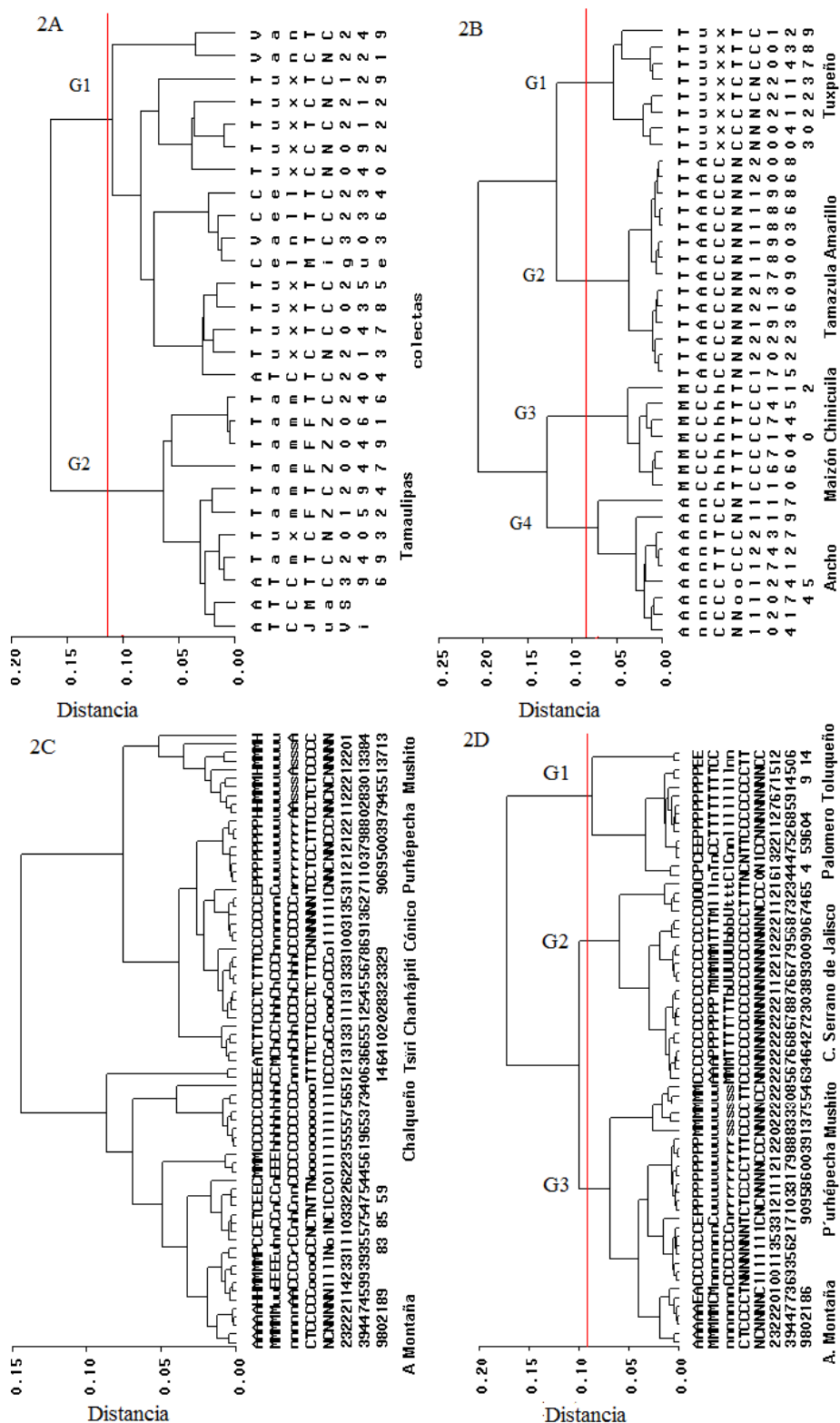


Figura 2. Dendogramas que muestran las nuevas razas de maíz: Tamaulipas (2A), Maizón de Chinicuila y Tamazula Amarillo (2B), Tsiri Charhápti y P'urhépecha (2C) y relaciones de parentesco entre los maíces de las partes altas de Michoacán con los de Jalisco (2D).

1 Sobre la postulación de Tamaulipas (Figura 3A,B), Maizón de Chinicuila (Figura 3C), Tamazula  
 2 Amarillo (Figura 3D), Tsiri Charhápiti (Figura 3E) y P´urhépecha (Figura 3F) como nuevas razas  
 3 podemos decir que cumplen con los tres requisitos propuestos por Benson (1962), que son: distinguirse  
 4 genéticamente, tener una área geográfica y ecológica de distribución. La raza Tamaulipas se  
 5 distribuye en la región de Tierra Caliente a una altitud de 220 a 1847 msnm, en climas A ( $w_0$ ) (w) y  
 6  $BS_1$  ( $h'$ ) w (w) tropicales con precipitación pluvial de 747 y 1397 mm y, vegetación de selva baja  
 7 caducifolia (Carrera *et al.* 2011b). Maizón de Chinicuila se distribuye en la parte montañosa de la  
 8 región Costa a una altitud de 1140 a 1614 msnm, clima C ( $w_2$ ) (w) templado subhúmedo, el más  
 9 húmedo y, vegetación de selva baja perennifolia y bosque de pino. Tamazula Amarilla se distribuye en  
 10 la región sureste a una altitud de 1155 a 2127 msnm en climas  $Aw_1$  ( $w_0$ ) (w) a (e) y  $C(w''_1)$  (w) b (e) g  
 11 y, vegetación de selva baja caducifolia y bosque. Tsiri Charhápiti se distribuye principalmente en la  
 12 rivera del Lago de Pátzcuaro de la región Pátzcuaro-Zirahuen a una altitud de 2040 2400 msnm, clima  
 13 C templado donde hubo vegetación de pino. P´urhépecha se distribuye en la región Meseta P´urhépecha  
 14 a una altitud de 2040 a 2350 msnm, clima C ( $w_2$ ) (w) ( $b'$ ) i templado y vegetación de pino.



15

1 Figura 3. Nuevas razas de maíz: Tamaulipas (AyB), Maizón de Chinicuila (C), Tamazula Amarillo (D),  
2 Tsiri Charhápti (E y F) y P'urhépecha (G).

### 5 CONCLUSIONES

6 Al Occidente de México se introdujeron razas de maíz del Noroeste de México, Mesa Central,  
7 Noreste y, sur y Golfo de México, los cuales se cruzaron entre sí y dieron origen a nuevas razas.  
8 Debido a la alta diversidad étnica que habita o habitó y de maíces encontrada en el Occidente de  
9 México se postula como subregiones de diversificación los alrededores de las zonas  
10 arqueológicas de Cuitzeo, Tzintzuntzán y Tingambato en Michoacán, así como los de la Laguna  
11 de Zacoalco en Jalisco. De acuerdo a los análisis de taxonomía numérica se postulan como  
12 nuevas razas los maíz a Tamaulipas, Maizón de Chinicuila, Tamazula Amarillo, Tsiri Charhápti y  
13 P'urhépecha. En la formación del Complejo Serrano de Jalisco participan las razas Palomero  
14 Toluqueño, Tabloncillo, Amarillo de Montaña, Mushito de Michoacán y Olotón.. El Complejo  
15 Serrano de Jalisco tiene relaciones de parentesco con las razas Mushito de Michoacán, Olotón y  
16 Palomero Toluqueño de las partes altas de Michoacán.

### 17 BIBLIOGRAFIA

- 18 **Anderson y Cutler (1942)** Races of *Zea mays*. I. Their recognition and classification. Ann. Mo.  
19 Bot. Gard. 29:69-89
- 20 **Anderson E (1946)** Maize in Mexico. A Preliminary survey. Ann. Mo. Bot. Garden 33:147-247.
- 21 **Beadle G W (1939)** Teocintle and the origin of maize. J. Heredity 30:245-247.
- 22 **Bellon M R, S B Brush (1994)** Keepers of maize in Chiapas, México. Econ. Bot. 48:196-209.
- 23 **Benson L (1962)** Plant Taxonomy. Methods and Principles. The Royal Press Co. New York, U.S.A.  
24 494 p.
- 25 **Benz B F (1986)** Taxonomy and evolution of Mexican maize. Unpublished Ph D Dissertation.  
26 University of Wisconsin. 433 p.
- 27 **Carrera V J A, J Ron P, A A Jiménez C, M M Morales R, F Márquez S, L Sahagún C., J J**  
28 **Sesmas G, M Sitt M (2011a)** Razas de maíz de Michoacán de Ocampo. Su origen, relaciones

- 1 fitogeográficas y filogenéticas. COECYT-Michoacán. CROMOGRAFF. Morelia, Michoacán.  
2 150 p.
- 3 **Carrera V J A, J Ron P, A A Jiménez C, M M Morales R, F Márquez S, L Sahagún C., J J**  
4 **Sesmas G, M Sitt M (2011b)** Integración del conocimiento tradicional en el mejoramiento de  
5 los maíces criollos de Michoacán. COECYT-Michoacán. Editoeial Morevallado, Morelia  
6 Michoacán. 102 p.
- 7 **Cervantes S T, J M Hernández C (1988)** Clasificación de las razas mexicanas de maíz por  
8 características químicas del grano. *Agrociencia*. 74:169-183.
- 9 **Enciclopedia de los Municipios de Jalisco, México.** ([http://www.e-](http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/jalisco/)  
10 [local.gob.mx/work/templates/enciclo/jalisco/](http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/jalisco/) (consultado 18/11/2010).
- 11 **Font-Quer P (1979)** Diccionario de Botánica. Labor, S. A., México. 1244 p.
- 12 **García E (1981)** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. México, D.F. 252 p.
- 13 **García H A (2004)** Matlatzincas. Pueblos indígenas del México contemporáneo. CDI-PNUD. México.  
14 31 p.
- 15 **Goodman M M (1972)** Distance analysis in biology. *Systematic Zoology* 21:174-186.
- 16 **Guzmán A J N (2002)** Las disputas por las aguas del río Angulo en Zacapu, 1890-1926. En: Ávila G P  
17 (ed.) Agua, Cultura y Sociedad en México. El Colegio de Michoacán-Instituto de Tecnología del  
18 Agua. Zamora, Mich. pp:137-148.
- 19 **Hernández X.E (1972)** Exploración etnobotánica de maíz. *Fitotecnia Latinoamericana* 8(2):46-51.
- 20 **Hernández X E (1985)** Maize and man in the Greater Southwest. *Econ. Bot.* 39(4): 416-430.
- 21 **Hernández X E, G Alanís F (1970)** Estudios morfológicos de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra  
22 Madre Occidental de México. Implicaciones filogenéticas y fitogeográficas. *Agrociencia* 5:3-30.
- 23 **Kato Y T A (1984)** Chromosome morphology and the origin of the maize and its races. *Evolutionary*  
24 *Biology* 17:219-253.
- 25 **Kato Y T A, C Mapes S, L M Mera O, J A Serratos H, R A Bye B (2009)** Origen y diversificación  
26 del maíz. Una revisión analítica. UNAM-CONABIO. México, D.F. 116 p.
- 27 **McClintock B (1978)** Significance of chromosome constituions in tracing the origin and migration of  
28 races of maize in the Americas. *In:* Walden D (ed.) *Maize breeding and genetics*. John Wiley &  
29 Sons. NY, USA. pp: 159- 184.

- 1 **Mijangos C J O (2005)** Estudio de la diversidad genética y relaciones filogenéticas en poblaciones de  
 2 maíz de la Sierra Tarasca de Michoacán. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Posgraduados.  
 3 Montecillo, Edo. de México. México. 168 p.
- 4 **Miranda C S (2003)** El origen genético y geográfico del maíz (*Zea mays* L.). *En:* Muñoz O A (ed.)  
 5 Centli-Maíz. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Edo. de México. México. pp: 147-159.
- 6 **Monzoy G S (2006)** Nahuas de la Costa-Sierra de Michoacán. CDI-PNUD. Impresora y  
 7 Encuadernadora S.A. de C.V. México, D.F. 47 p.
- 8 **Muñoz O A (2006)** Centli-Maíz. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Edo. de México. México 211  
 9 p.
- 10 **Muñoz O A (2003)** Descifrando la diversidad del maíz de los nichos ecológicos de México. *En:*  
 11 Muñoz O A (ed.) Centli-Maíz. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. pp: 133-  
 12 143
- 13 **Ortega P R (1979)** Reestudio de las razas Mexicanas de maíz. Informe Anual. Campo Agrícola  
 14 Experimental de la Mesa Central. INIA, Chapingo, Edo. de México. México.
- 15 **Ortega P R (1985).** Variedades y razas mexicanas de maíz y su evaluación en cruzamientos con líneas  
 16 de clima templado como material de partida para fitomejoramiento. Traducción abreviada al  
 17 español. Ph. D. Thesis. N. I. Vavilov National Institute of plants. Leningrad, U.R.S.S. 22 p.
- 18 **Ortega P R, J J Sánchez G, F Castillo G, J M Hernández C (1991)** Estado actual de los maíces  
 19 sobre maíces nativos de México. *En:* Ortega P R, G Palomino H, F Castillo G, V A  
 20 González H y M Livera M (eds.) Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos de  
 21 México. SOMEFI. Chapingo, edo. de México. pp: 161-185-
- 22 **Ortega P R (UACH), J M Casillas H (INIFAP)** (comunicación personal. 15/11/2011)
- 23 **Roberts L M, U J Grant, R Ramirez E, W H Hathaway, D L Smith, P C Mangelsdorf (1957)**  
 24 Races of maize in Colombia. Nat. Acad. Sci. Natl. Res. Council Publication No. 510.  
 25 Washington, D. C. 153 p.
- 26 **Ron P J, J J Sánchez G, A A Jiménez C, J A Carrera V, J G Martín L, M Morales R, L de la**  
 27 **Cruz L, J G Rodríguez F, S A Hurtado de la P, S Mena M (2006)** Maíces nativos del  
 28 Occidente de México I. Colectas 2004. Scientia-CUCBA 8(1):1-143
- 29 **Sánchez G J J, M M Goodman (1992)** Relationships among the Mexican races of maize. *Econ. Bot.*  
 30 46 (1):72-85.

- 1 **Sánchez G J J, M M Goodman, J O Rawlings (1993)** Appropriate characters for racial classification  
2 in maize. *Econ. Bot.* 47:44-59
- 3 **Sánchez G J J, M M Goodman, C W Stuber (2000)** Isozymatic and morphological diversity in the  
4 races of maize of México. *Econ. Bot.* 54(1):43-59.
- 5 **SAS Institute Inc (1993)** SAS/STAT Software: Syntax Versión 6. First edition. Cary, N.C., U.S.A.  
6 151 p.
- 7 **Sauer C O (1932)** The Road to Cibola. Ibero-Americana. Vol. 3. Berkeley, Ca. USA p.
- 8 **Stakman E C, R Brandfield, P. C. Mangelsdorf (1969)** Campañas contra el hambre. UTEHA.  
9 México. 343 p.
- 10 **Stansfield W D (1977)** The science of evolution. McMillan Publishing Co, Inc. New York USA 614 p.
- 11 **Wellhausen E J, L M Roberts, E Hernández X, en colaboración con P C Mangelsdorf (1951)**  
12 Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. Folleto Técnico No. 5.  
13 Oficina de Estudios Especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. 236 p.
- 14 **[www.wikipedia.com.regiones.htm](http://www.wikipedia.com.regiones.htm)**  
15