



Ciencia Ergo Sum

ISSN: 1405-0269

ciencia.ergosum@yahoo.com.mx

Universidad Autónoma del Estado de México

México

Chávez-Servia, José Luis; Diego-Flores, Prisciliano; Carrillo-Rodríguez, José Cruz
Variación fenotípica de una muestra de maíces de la región de Chalcatongo de Hidalgo, Oaxaca

Ciencia Ergo Sum, vol. 19, núm. 3, noviembre-febrero, 2012, pp. 251-257

Universidad Autónoma del Estado de México
Toluca, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10423895006>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Variación fenotípica de una muestra de maíces de la región de Chalcatongo de Hidalgo, Oaxaca

José Luis Chávez-Servia*, Prisciliano Diego-Flores**, José Cruz Carrillo-Rodríguez**

Recepción: 16 de agosto de 2011

Aceptación: 28 de mayo de 2012

* Instituto Politécnico Nacional, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

** Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México.

Correos electrónicos: jchavezs@ipn.mx;
pdiegoflores@yahoo.com y
jcarrillo_rodriguez@hotmail.com

Agradecimientos:

Los autores expresan su agradecimiento al Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) de SNICS-SAGARPA, por el apoyo otorgado para realizar el trabajo de campo en la región de Tlaxiaco, Oaxaca.

Resumen. A fin de evaluar la variabilidad morfológica fenotípica de una muestra de maíces de la Mixteca oaxaqueña, se realizó una colecta de 50 muestras poblacionales en cinco municipios de la región de Chalcatongo, Oaxaca. El análisis detectó diferencias ($P < 0.05$) entre colectas para todas las variables excepto para longitud de la parte ramificada de la espiga, grosor de grano y rendimiento. En el análisis de componentes principales todas las variables morfológicas fueron relevantes para explicar la variabilidad morfológica de las muestras poblacionales. Se determinaron cinco grupos fenotípicos mediante el análisis de conglomerados, denominados como raza mixteco, chalqueño y tres complejos raciales con características de las razas chalqueño, cónico, mixteco y ancho.

Palabras clave: análisis de conglomerados, complejos raciales de maíz, Mixteca oaxaqueña.

Phenotypic Variation of a Maize Sample from Chalcatongo de Hidalgo, Oaxaca, Mexico

Abstract. In order to evaluate the phenotypic variability of a collection of maize samples from the Mixtec-Oaxaca region in Mexico, 50 sample populations were collected in five municipalities from the Chalcatongo region in Oaxaca. The collection was morphologically characterized under a randomized block design with four replications during the Spring-Summer crop cycle of 2008. Analysis of variance showed significant differences ($P < 0.05$) among accessions for all variables except for distance between tassel branches, kernel thickness and grain yield. Principal components analysis showed that all evaluated variables were relevant in explaining the morphological variability of the accessions. The 50 accessions were classified into five phenotypic groups by cluster analysis, and these groups were named as Mixteco race, Chalqueño race, and three racial complexes that showed combinations of the distinctive characteristics of the Chalqueño, Conico, Mixteco and Ancho races.

Key words: cluster analysis, Mixtec-Oaxaca, racial complexes of maize.

Introducción

El maíz es el cultivo más importante en México, desde el punto de vista social, cultural y económico, y particularmente en el estado de Oaxaca se siembran más de 500 mil hectáreas, de éstas anualmente alrededor de 123 mil se siembran en la Mixteca oaxaqueña con un rendimiento promedio de 1.07 t ha^{-1} (SEIDRUS, 2009).

Los habitantes de la Mixteca oaxaqueña obtienen de la milpa los principales alimentos que conforman su dieta:

maíz, frijol, calabaza, chilacayote y gran número de plantas nativas de recolección (Katz y Vargas, 1990). La milpa es el sistema prehispánico de cultivo donde el maíz ha desempeñado una función social y económica importante, se adaptó y continúa evolucionando bajo domesticación en condiciones de suelos de baja fertilidad, ligeros, erosionados y con bajo o nulo uso de insumos (Anderson y Finan, 1945). También en la milpa el agricultor conserva y mejora sus poblaciones de maíz (Piperino y Flannery, 2001; Benz, 2001); un ejemplo de ese hecho es la diversidad de razas

mexicanas de maíz (Wellhausen *et al.*, 1951). En las últimas décadas se sigue documentando que los agricultores realizan selección y conservación de sus variedades nativas (Louette *et al.*, 1997; Cleveland *et al.*, 2000) y además las evidencias indican que la diversidad de maíces mantienen cierta relación con los rasgos socioculturales de la comunidad (Perales *et al.*, 2005) y variaciones altitudinales de diversos micronichos (Mercer *et al.*, 2008).

Las poblaciones de maíz conservadas y utilizadas por pequeños agricultores son altamente dinámicas debido a diversos factores de manejo humano y del ambiente. Entre los primeros se destaca el intercambio de semillas o sistema informal de semillas (Badstue *et al.*, 2006) y la selección de caracteres fisiológicos, planta y mazorca (Soleri y Cleveland, 2001; Pressoir y Berthaud, 2004). Entre los segundos está la adaptación natural a micronichos agroecológicos y gradientes altitudinales (Muñoz *et al.*, 2002; Ruiz *et al.*, 2008; Mercer *et al.*, 2008). Todo esto influye en las expresiones fenotípicas de los caracteres en las poblaciones cultivadas, y en la Mixteca oaxaqueña no es la excepción, ya que ha generado adaptaciones específicas a condiciones de estrés hídrico como son los maíces de “cajete” (Muñoz *et al.*, 2002; Hayano *et al.*, 2009), poblaciones con caracteres morfológicos distintivos como la raza mixteca (Benz, 1997) y otros complejos raciales del tipo chalqueño y cónico

(Aragón *et al.*, 2006). Además, las poblaciones nativas de maíz mixteco siguen adaptándose a los cambios climáticos y presiones de selección del hombre. Todo esto hace pensar que, la variabilidad agromorfológica de las poblaciones cultivadas de maíz, en la Mixteca oaxaqueña, tiende a generar patrones fenotípicos diferenciados que necesitan documentarse, hacerse visibles y diseñar estrategias de aprovechamiento y conservación sostenible. El objetivo de este trabajo fue evaluar la variación morfológica fenotípica de una muestra de 50 poblaciones de maíz colectadas en cinco municipios de la región de Chalcatongo de Hidalgo, Oaxaca.

1. Materiales y métodos

1.1. Región de colecta de poblaciones de maíz

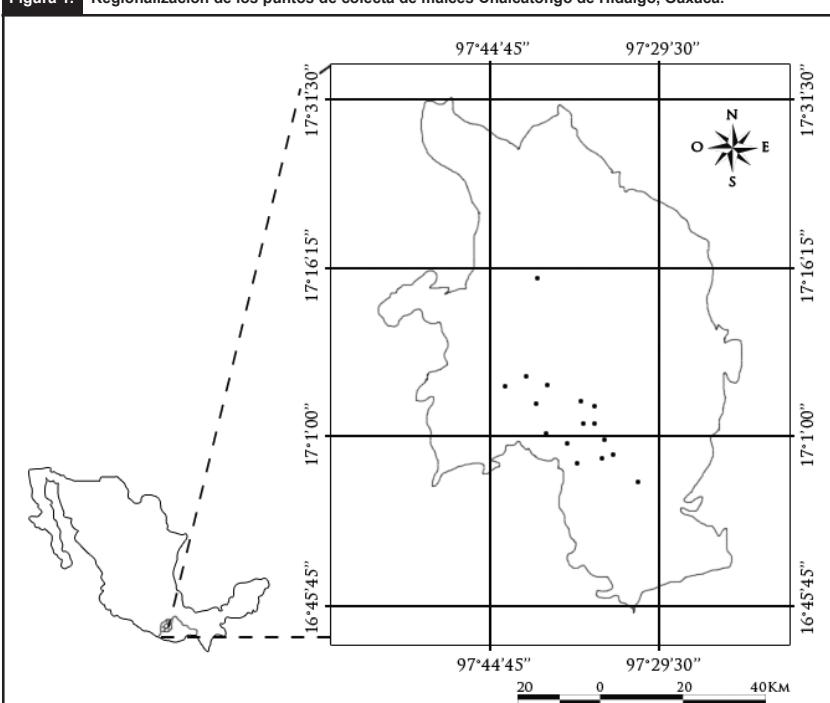
La región de colecta se ubicó en el distrito geopolítico de Tlaxiaco, al noroeste del estado de Oaxaca, entre las coordenadas $16^{\circ} 56' 43''$ a $17^{\circ} 3' 14''$ LN y $97^{\circ} 31' 36''$ a $97^{\circ} 43' 12''$ LO con una variación de altitud de 2 100 a 2 900 m, de 12 a 18 °C de temperatura media, y los meses más fríos y con alta probabilidad de heladas son noviembre, diciembre, enero y febrero, con variaciones de -3 a 18 °C, y la temperatura promedio del mes más calido es de 22 °C. Las lluvias también son altamente variables durante el verano y oscilan entre 800 y 1 200 mm de precipitación anual. El clima predominante es el templado subhúmedo -C(w2)- (García, 1988; Arellanes *et al.*, 2006).

Entre enero y abril de 2008, se colectaron 50 muestras poblacionales de maíz en diferentes comunidades de los municipios de San Esteban Atlatlahuca (14), San Miguel El Grande (11), Chalcatongo de Hidalgo (23), Santa Catarina Yosonotú (1) y Tlaxiaco (1), (ver figura 1). Después de la colecta, y con base en la apariencia fenotípica de mazorca, cada muestra se preclasiificó dentro de una raza, con base en las descripciones previas de Wellhausen *et al.* (1951), Benz (1986; 1997), Herrera *et al.* (2000) y Aragón *et al.* (2006).

1.2. Siembra y caracterización morfológica

Durante el ciclo primavera-verano de 2008, una vez que inició el periodo de lluvias, se sembró el experimento el 28 de mayo en la parcela de un

Figura 1. Regionalización de los puntos de colecta de maíces Chalcatongo de Hidalgo, Oaxaca.



Fuente: INEGI.

agricultor de Chalcatongo de Hidalgo, Oaxaca, a 2 450 msnm. Las 50 colectas fueron distribuidas en campo bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La descripción morfológica se realizó con base en 18 caracteres morfológicos elegidos a partir del trabajo de Herrera *et al.* (2000), que hace referencia a la caracterización de poblaciones de maíz de la raza Chalqueño, y la evaluación se hizo mediante los descriptores propuestos por el IBPGR (1991). Adicionalmente, se evaluó el rendimiento por parcela.

1.3. Análisis estadísticos

Se hizo un análisis de varianza mediante el modelo lineal de bloques completos al azar. Posteriormente, a los promedios de las variables morfológicas, se aplicó el análisis de componentes principales para describir la variabilidad agromorfológica evaluada. Dada las tendencias de variación, se realizó un análisis de correlación simple de Pearson entre la altura de planta y mazorca, y los días a floración masculina y femenina. Complementariamente se realizó una clasificación fenotípica, con base en las variables morfológicas estandarizadas, mediante un análisis de conglomerados de agrupamiento jerárquico por el método de Ward. El punto de corte se basó en el estadístico de *t* ($P \leq 0.05$). Todo con ayuda de los programas estadísticos SAS (SAS, 1999) y Clustan Graphics (Clustan®; Clustan Graphics Version 5.22, Dec. 2001. Clustan Ltd Edinburgh, Scotland).

2. Resultados y discusión

En la región de Chalcatongo de Hidalgo, Oaxaca, el clima es templado subhúmedo y se reflejó en la evaluación realizada. Un 3% de las poblaciones evaluadas no completaron su ciclo debido a que ocurrió una helada en octubre cuando estaba en curso el proceso de maduración fisiológica del grano. Las colectas dañadas correspondieron a las variantes denominadas tardías o de “cajete”, las que se siembran en marzo o principios de abril (Muñoz *et al.*, 2002) y para la evaluación aquí reportada se sembró en mayo, casi dos meses después. En el análisis de varianza se determinaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre colectas para todas las variables evaluadas, excepto para longitud de la parte ramificada de la espiga, grosor del grano y rendimiento de grano (ver cuadro 1). Se presentó una alta variación en altura de planta y mazorca, la que se correlacionó de manera positiva ($r > 0.66$) con la variación de días a floración masculina y femenina; esto fue, a menor altura mayor precocidad a la floración y viceversa. La menor variación entre los caracteres evaluados, se presentó en días a floración masculina y femenina con coeficientes de variación menor al 3%, y entre los altamente variables se destacaron rendimiento de grano, longitud de la parte ramificada de la espiga, altura de la mazorca y diámetro de mazorca con coeficientes de variación superiores al 20%.

En el análisis de componentes principales (CP), se determinó que al cuarto componente principal se explicó el 84.1% de la

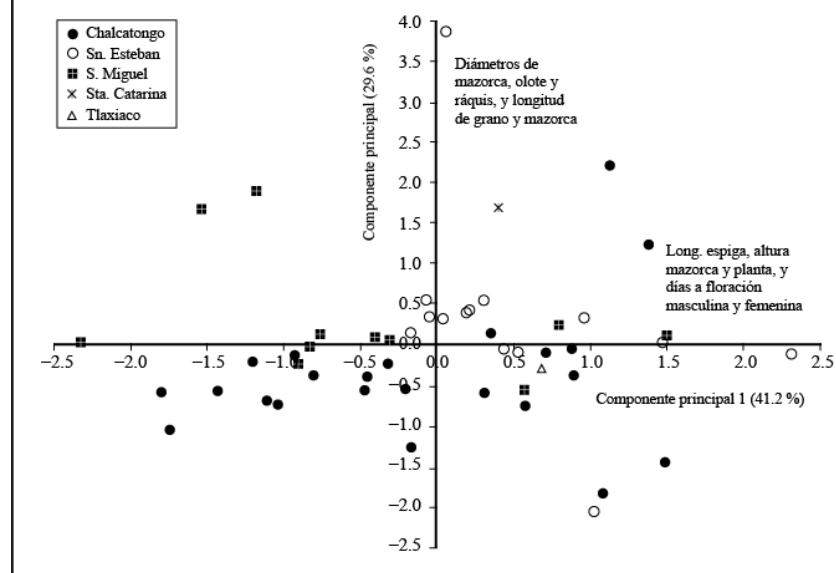
Cuadro 1. Descripción general de la variabilidad fenotípica evaluada en 50 colectas de maíz en Chalcatongo de Hidalgo, Oax. Primavera-verano 2008.

Variables	Mínimo	Máximo	Media	CV (%)	Cuadrado Medio
Altura de planta (cm)	109.7	183.0	153.0	16.9	1264.37**
Altura de mazorca (cm)	58.3	115.1	88.4	24.4	829.61**
Longitud de la parte ramificada de la espiga (cm)	1.8	8.4	4.1	27.9	0.34NS
Número de ramas primarias en la espiga	2.1	7.2	3.5	18.3	0.24**
Número de ramas secundarias en la espiga	0.0	1.6	0.7	18.9	0.08*
Longitud del pedúnculo de la espiga (cm)	22.6	40.3	28.6	13.6	29.28**
Longitud de espiga (cm)	23.3	48.2	36.6	15.9	132.16**
Longitud total de la espiga (cm)	45.2	79.6	64.4	9.4	232.70**
Días a floración masculina	95.0	113.0	103.8	1.8	94.73**
Días a floración femenina	95.8	112.8	103.0	2.5	100.46**
Longitud de mazorca (cm)	4.7	19.9	12.1	7.9	29.98**
Diámetro de mazorca (cm)	2.6	6.9	3.9	22.5	1.85**
Número de hileras en la mazorca	9.4	14.7	12.0	11.7	3.75**
Diámetro del oloote (mm)	1.44	5.75	2.22	10.4	0.10**
Diámetro del ráquis (mm)	0.49	4.84	1.08	15.3	0.13**
Longitud del grano (mm)	8.80	12.15	10.67	7.4	1.55**
Ancho de grano (mm)	6.83	9.25	8.19	8.8	0.91**
Grosor del grano (mm)	3.78	4.60	4.18	8.6	0.11NS
Rendimiento de grano (ton/ha)	0.50	3.86	1.67	38.3	0.22NS

NS No significativo ($P > 0.05$); *significativo a $P < 0.05$; **significativo a $P < 0.01$

variabilidad morfológica evaluada. El primer componente principal (CP1) estuvo determinado esencialmente por las variables altura de planta y mazorca, características de la espiga, y días a floración masculina y femenina. Contrariamente el CP2 se asoció con las características de mazorca y grano (ver cuadro 2). El patrón de asociación encontrado, entre los dos primeros componentes principales y cierto grupo de variables, sugiere que la variación fenotípica para la región de Chalcatongo sigue un continuo y da cuenta de un micronicho donde convergen diversas poblaciones de las razas chalqueño, cónico y mixteco, tal como fue reportado previamente por Aragón *et al.* (2006).

Figura 2. Dispersión de 50 poblaciones de maíz por municipio de origen, con base en el plano formado por los dos primeros componentes principales.



En la figura 2 se presentan la dispersión de las colectas por municipio de origen, en función de los dos primeros componentes principales. Las colectas del municipio de Chalcatongo, San Miguel y San Esteban, se distribuyeron a lo largo del plano formado por el CP1, y sólo algunas colectas se mantuvieron independientes. Este patrón indica que las variables fisiológicas (días a floración masculina y femenina) y las características de planta ayudan a describir con mayor precisión las diferencias entre las poblaciones de maíz que se siembran en la región de estudio, y tienen menor peso los caracteres de mazorca y grano.

Durante la clasificación de las muestras colectadas, se observaron mazorcas que fenotípicamente correspondían a las razas chalqueño, cónico, mixteco, ancho, bolita y serrano mixe. Este patrón de clasificación también lo observaron previamente Aragón *et al.* (2006) en la Mixteca oaxaqueña. Posteriormente, entre las 50 colectas caracterizadas se determinaron cinco grupos fenotípicos significativamente diferentes ($t = 10.46$, $gl = 48$, $P < 0.05$) mediante el análisis de conglomerados; un grupo correspondió a la raza mixteca, otro a la raza chalqueña y tres grupos denominados como complejos raciales integrados por las combinaciones más frecuentes de las razas chalqueño, cónico, mixteco y

Cuadro 2. Vectores y valores propios del análisis de componentes principales (CP) con las variables de mayor valor descriptivo.

Variables de mayor valor descriptivo	CP1	CP2	CP3	CP4
Altura de planta (cm)	0.372	-0.034	-0.010	-0.078
Altura de mazorca (cm)	0.347	0.007	-0.085	-0.015
Longitud de la parte ramificada de la espiga (cm)	0.304	-0.097	0.482	-0.002
Número de ramas primarias de la espiga	0.221	-0.115	0.685	0.064
Longitud del pedúnculo de la espiga (cm)	0.259	0.039	-0.441	0.119
Longitud de espiga (cm)	0.374	0.015	-0.129	0.070
Longitud total de la espiga (cm)	0.373	0.027	-0.135	-0.020
Días a floración masculina	0.365	0.075	-0.124	0.050
Días a floración femenina	0.342	0.063	-0.022	-0.027
Longitud de mazorca (cm)	0.012	0.385	0.061	0.321
Diámetro de mazorca (cm)	-0.005	0.457	0.078	-0.203
Número de hileras en la mazorca	-0.011	0.335	0.174	0.427
Diámetro del olate (mm)	0.013	0.438	0.054	-0.393
Diámetro del ráquis (mm)	0.011	0.428	0.059	-0.444
Longitud del grano (mm)	-0.053	0.346	-0.021	0.537
Valor propio	6.186	4.443	1.149	0.839
Proporción de la varianza explicada	0.412	0.296	0.077	0.056
Proporción de la varianza explicada acumulada	0.412	0.709	0.785	0.841

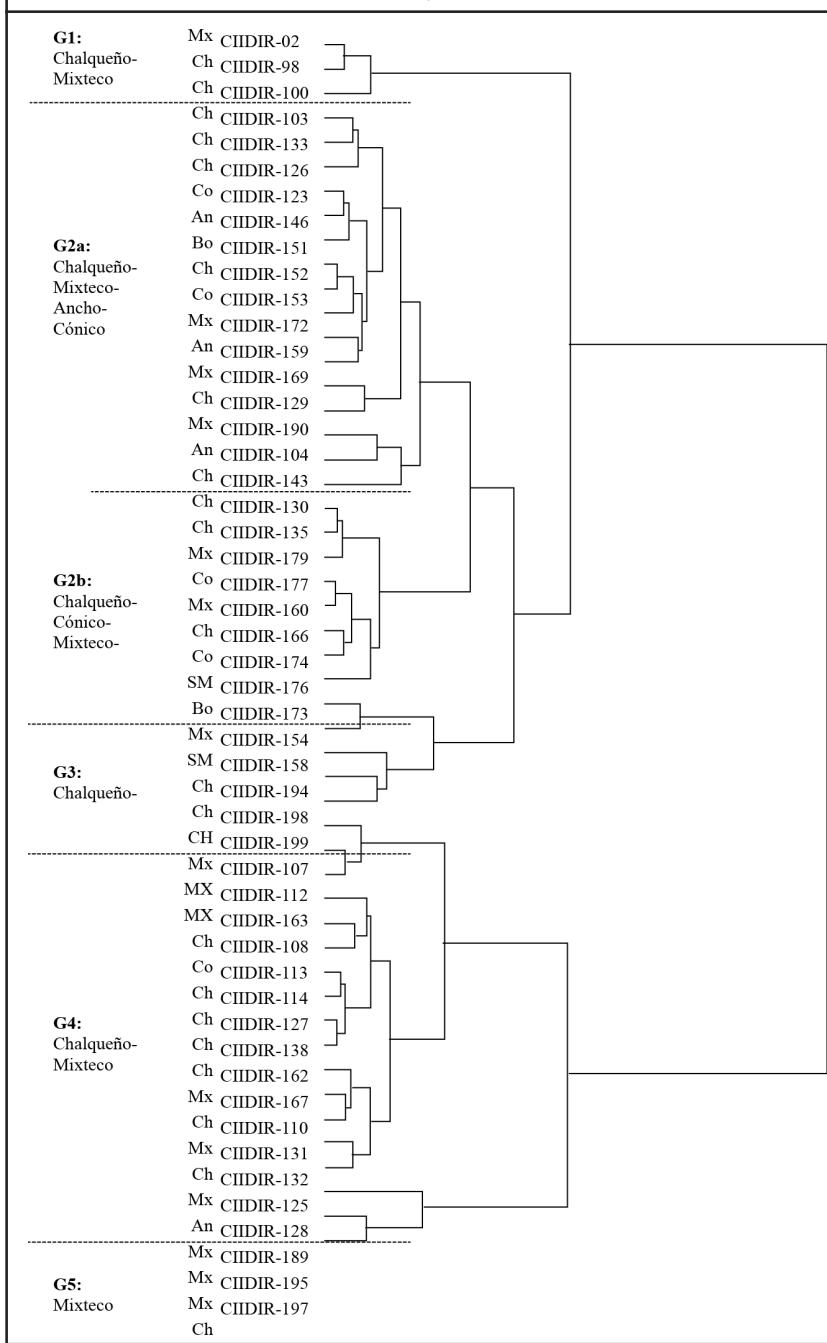
ancho (ver figura 3). La alta frecuencia de complejos raciales sugiere que las poblaciones cultivadas de maíz no son puras en términos de pertenecer a una sola raza; por el contrario, muestran combinaciones de características morfológicas de dos o más razas. Probablemente, es el producto de la recombinación genética que se lleva a cabo mediante el flujo de polen entre poblaciones vecinas y el movimiento de semilla que hacen los agricultores mediante el intercambio, ya sea entre vecinos o con otros agricultores de región muy apartada, como lo reportaron Louette *et al.* (1997) en Jalisco. Por ejemplo, con los agricultores de los valles centrales de Oaxaca en donde es más frecuente la raza bolita.

Las evidencias de variabilidad y clasificación fenotípica encontradas sugieren también la presencia de metapoblaciones como lo proponen Van-Heerwaarden *et al.* (2010) para explicar la subdivisión de poblaciones y posterior recolonización ante eventuales pérdidas de cosecha como sucede en la mixteca por escasez de lluvia. En el estudio, se determinaron diferentes complejos raciales donde intervienen, con mayor frecuencia, las razas chalqueño, cónico y mixteco, un indicio de que varias de las poblaciones evaluadas han sido generadas a partir de la selección artificial o reintroducción de regiones cercanas. Además, tanto la raza chalqueño y cónico, prefieren las regiones templadas con altitudes superiores a 2 000 m y en la región de estudio es un ambiente propicio para su desarrollo.

La raza mixteca fue descrita por Benz (1986) y posteriormente también fue colectada por Aragón *et al.* (2006) en la región mixteca. Estos últimos propusieron que se declare a la región de Chalcatongo de Hidalgo como la zona donde se implemente una estrategia de conservación *in situ* para la raza debido a la alta variabilidad que ellos encontraron. Las evidencias aquí documentadas corroboran esos hallazgos previos. Complementariamente, se propone formular y ejecutar una estrategia de mejoramiento colaborativo *in situ* que aproveche la variabilidad local y mejore

el rendimiento y otros caracteres agronómicos y de uso para satisfacer la demanda tanto de los agricultores y consumidores de productos locales como son: totopos mixtecos, pinole, tortillas de 40 cm de diámetro (tlayudas) y elotes de grano azul y rojo, entre otras formas de consumo local. Todo esto no se puede lograr si no se conoce y tampoco se hace visible la variabilidad de formas y características de mazorca y grano de los maíces locales para los usuarios y sociedad en general.

Figura 3. Dendrograma de 50 muestras poblacionales de maíz, con base en 18 caracteres morfológicos.
Pre-clasificación racial: An, Ancho; Bo, Bolita; Ch, Chalqueño; Co, Cónico; Mx, Mixteco; SM, Serrano Mixe.



Además, la diversidad de variedad autóctonas está en riesgo permanente y se perderá si no se implementan estrategias de conservación y aprovechamiento.

La recombinación genética es evidente en las expresiones fenotípicas, las formas cónicas de las mazorcas con cierto adelgazamiento de la base al ápice, frecuentemente de granos azules, sugieren que se está recombinando con las razas cónico y chalqueño, pero no se descarta que se haya generado por selección y aislamiento de esas razas. En este sentido, con base en los análisis de las frecuencias alélicas isoenzimáticas Sánchez *et al.* (2000) ubican a la raza mixteca dentro del grupo de cónicos.

Conclusiones

Se determinó una alta variación morfológica y diferencias significativas entre las poblaciones evaluadas, no así en rendimiento de grano. Entre las 50 colectas se determinaron cinco grupos fenotípicos diferentes ($P < 0.05$) mediante el análisis de conglomerados denominados como raza mixteca, raza chalqueña, dos complejos raciales de chalqueño-mixteco y un complejo racial dividido en dos subgrupos que agruparon a la raza chalqueño, mixteco, cónico y ancho. También se observaron poblaciones con características de mazorca semejantes a las descritas para las razas bolita y serrano mixe.



Bibliografía

- Anderson, E. and J. J. Finan. (1945). "Maize in the Yahnuitlán codex", *Ann. Mo. Bot. Gard.* Vol. 32: 361-368.
- Aragón, C. F.; S. Taba; J. M. Hernández; J. D. Figueroa, V. Serrano y F. H. Castro (2006). *Catálogo de maíces de Oaxaca*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico No. 6. Oaxaca, México.
- Arellanes, M. A.; V. de la Cruz; M. A. Romero; C. Sánchez; F. J. Ruiz; V. R. Martínez y E. López (2006). *Historia y geografía de Oaxaca*. Carteles Editores, Oaxaca, México.
- Badstue, L. B.; M. R. Bellon; J. Berthaud; X. Juárez; I. M. Rosas; A. M. Solano and A. Ramírez (2006). "Examining the Role of Collective Action in an Informal Seed System: a Case Study from the Central Valleys of Oaxaca, Mexico", *Hum. Ecol.* Vol. 34: 249-273.
- Benz, B. F. (1997). "Diversidad y distribución prehispánica del maíz mexicano", *Arqueología Mexicana*. Vol. 5: 16-23.
- Benz, B. F. (1986). *Taxonomy and Evolution of Mexican Maize*. Ph.D. Dissertation, University of Wisconsin.
- Benz, B. F. (2001). "Archeological Evidence of Teosinte Domestication from Guilá Naquitz, Oaxaca", *Proc. Nat. Acad. Sci.* Vol. 98: 2104-2106.
- Cleveland, D. A., D. Soleri and S. E. Smith (2000). "A Biological Framework for Understanding Farmers' Plant Breeding", *Econ. Bot.* Vol. 54: 377-394.
- García, de M. E. (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F.
- Hayano, K. C.; C. Calderón; E. Ibarra; L. Herrera and J. Simpson (2009). "Analysis of Gene Expression and Physiological Responses in Three Mexican Maize Landraces Under Drought Stress and Recovery Irrigation", *PLoS ONE* 4: e7531. doi:10.1371/journal.pone.0007531.
- Herrera, B. E.; F. Castillo; J. J. Sánchez; R. Ortega y M. M. Goodman (2000). "Caracteres morfológicos para valorar la diversidad entre poblaciones nativas de maíz en una región: caso de la raza Chalqueño", *Rev. Fitotec. Méx.* Vol. 23: 335-354.
- International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR) (1991). *Descriptors for Maize. International Maize and Wheat Improvement Center, Mexico City*/ International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy.
- Katz, E. y L. Vargas (1990). "Cambio y continuidad en la alimentación de los Mixtecos", *An. Antrop.* Vol. 27: 15-51.
- Louette, D.; A. Charrier and J. Berthaud (1997). "In Situ Conservation of Maize in Mexico: Genetic Diversity and Maize Seed Management in a Traditional Community", *Econ. Bot.* Vol. 51: 20-38.
- Mercer, K.; A. Martínez and H. R. Perales (2008). "Asymmetrical Local Adaptation of Maize Landraces Along an Altitudinal Gradient", *Evol. Appl.* Vol. 1: 489-500.
- Muñoz, O. A.; G. Pérez; P. A. López y R. J. Salvador (2002). "Maíz de cajete: agrosistema y resistencia a sequía", en J. Palerm V. (ed.). *Antología sobre pequeño riego*, Vol. III *Sistemas de riego no convencionales*. Colegio de Postgraduados, Texcoco, México.
- Perales, H. R.; B. F. Benz and S. B. Brush (2005). "Maize Diversity and Ethnolinguistic diversity in Chiapas, Mexico", *Proc. Nat. Acad. Sci.* Vol. 102: 949-954.
- Piperino, D. R. and K. V. Flannery (2001). "The Earliest Archeological Maize (*Zea mays* L.) from Highland Mexico: New Accelerator Mass Spectrometry Dates and Their Implications", *Proc. Nat. Acad. Sci.* Vol. 98: 2101-2103.
- Pressoir, G. and J. Berthaud. (2004). "Population structure and strong divergent selection shape phenotypic diversification in maize landraces", *Heredity*. Vol. 92: 95-101.

- Ruiz C., J. A.; N. Duran; J. J. Sánchez G.; J. Ron P.; D. R. González E.; J. B. Holland and G. Medina (2008). "Climatic Adaptation and Ecological Descriptors of 42 Mexican Maize Races", *Crop Sci.* Vol. 48: 1502-1512.
- Sanchez, J. J.; M. M. Goodman and C. W. Stuber (2000). "Isozymatic and Morphological Diversity in the Races of Maize of Mexico", *Econ. Bot.* Vol. 54: 43-59.
- System Analysis Statistical (SAS) (1999). *SAS® Procedures Guide*, ver. 8. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA.
- Sistema Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable (SEIDRUS) (2009). *Anuario estadístico de la producción agrícola en el distrito Huajuapan de León, Oaxaca, año agrícola 2008*. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de Oaxaca. <http://www.oeidrus-portal.gob.mx/oeidrus_oax/> (27 de julio de 2010).
- Soleri, D. and D. A. Cleveland. (2001). "Farmers" Genetic Perception Regarding their Crop Populations: an Example with Maize in the Central Valleys of Oaxaca, Mexico", *Econ. Bot.* Vol. 55: 106-128.
- Van Heerwaarden, J.; F. A. van Eeuwijk and J. Roos-Ibarra (2010). "Genetic Diversity in a Crop Metapopulations", *Heredity*. Vol. 104: 28-39.
- Wellhausen, E. J.; L. M. Roberts; E. Hernández y P. C. Mangelsdorf (1951). *Razas de maíz de México. Su origen, características y distribución*. Folleto Técnico Núm. 5. Oficina de Estudios Especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México D. F.

Bosques y retratos escondidos

Leptophis mexicanus

Bubo virginianus

Peromyscus sp

Craugastor occidentalis

Yersinia mexicana

"Si supiera que el mundo se acaba mañana, hoy todavía plantaría un árbol"
Martin Luther King