

Informe final* del Proyecto FZ002
Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México*

Responsable:	M. C. Manuel de Jesús Guerrero Herrera
Institución:	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
Correo electrónico:	guerrero.manuel@inifap.gob.mx
Fecha de inicio:	10 de septiembre de 2007
Fecha de término:	17 de diciembre de 2014
Principales resultados:	Informe final, Fotografías, Base de datos
Forma de citar** el informe final y otros resultados:	Rincón Sánchez, Froylán, César Julián Hernández Pardo, Francisco Zamora cansino, Juan Manuel Hernández casillas, Norma Angélica Ruiz Torres, Claudia Nallely Illescas Palma y Lidia Ramón Gayosso. 2013. Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México. Estado de Coahuila. INIFAP-UAAAN. Informe Final SNIB-CONABIO Proyecto No. FZ002. México, D. F.

Resumen:

Mesoamérica y en particular México, es considerada una región con mega-diversidad biológica y centro de origen del maíz, que en el transcurso de los siglos ha venido convirtiéndose en recursos genéticos esenciales, que contribuyen al sustento humano, pecuario e industrial y ahora energético de la humanidad. La evidencia biotecnológica de los lustros recientes, señalan al Teocintle anual *Zea mays ssp. parviglumis* L. y *Doebley*, como el progenitor del maíz moderno *Zea mays L. ssp. mays*, y a la cuenca del Río Balsas como la región donde han concurrido el Teocintle y el maíz moderno, manteniendo su intercambio genético, que con la selección por las etnias mexicanas han dado lugar a la extraordinaria diversidad que en condiciones precarias aún mantienen. En la actualidad los centros de diversidad biológica, como el del maíz, se ven amenazados con intensidad creciente, por factores socio-económicos, bióticos y abióticos. Este proyecto es parte del esfuerzo nacional para explorar y coleccionar nuevamente los maíces nativos y actualizar el conocimiento sobre su distribución y diversidad en los estados de México. Con este propósito, este proyecto pretende continuar y ampliar la recolección de los maíces nativos en el norte de México iniciada en años recientes con el apoyo del SINAREFI, realizando en esta ocasión la exploración en los estados de Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, y Nayarit, para obtener 1125 muestras de maíz y llevar a cabo su clasificación racial; depositar para su conservación ex situ, muestras representativas en los Bancos de germoplasma de los campos experimentales del INIFAP en cada estado, y en el Banco Central del INIFAP. La información será incorporada a la base de datos del Sistema Biótica, para disponibilidad de la comunidad científica y personas interesadas; así como los mapas de distribución actualizados. Es importante señalar que este es un esfuerzo inicial para conocer la distribución actual de los maíces nativos de los estados del norte de México, y se recomienda que se continúe por los próximos dos o tres años, dado que la aleatoriedad de la ocurrencia de factores bióticos y abióticos, influyen en el éxito de la obtención de muestras. La recolección y la conservación son componentes indisolubles que deben contemplarse íntegramente, para propósitos de conservación a mediano y largo plazo, por lo que deben de formularse estrategias para el desarrollo de instalaciones que lo permitan.

-
- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
 - ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los datos.



Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”

Departamento de Fitomejoramiento

*Buenavista, Saltillo, Coahuila CP 25315
Conmutador (844) 4110200; Tel. directo (844) 411 0220*

Proyecto

**Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus
parientes silvestres en México**

Informe final

Recolección y Descripción de los Maíces Criollos de Coahuila 2008

Froylán Rincón Sánchez

Coordinador y responsable técnico del proyecto

Colaboradores en el trabajo de recolección

Francisco Zamora Cansino

Cesar Julián Hernández Pardo

Juan Manuel Hernández Casillas, INIFAP.

Colaboradores en la descripción de poblaciones

Norma A. Ruiz Torres

Claudia Nallely Illescas Palma

Lidia Ramón Gayosso

Saltillo, Coah., a 16 de Marzo de 2009

RECOLECCIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS MAÍCES CRIOLLOS DE COAHUILA

INTRODUCCIÓN

El maíz es el cultivo agrícola más importante de México, desde el punto de vista alimentario, industrial, político y social. Este grano se produce en dos ciclos productivos: primavera-verano y otoño-invierno, bajo las más diversas condiciones agroclimáticas, de humedad (temporal y riego). A nivel nacional, la superficie sembrada promedio anual durante el periodo 1996-2006 fue de 8.4 millones de ha, de las cuales el 85.5 % se cultiva en superficie de temporal, proporción que representa 7.2 millones de ha promedio anual. El rendimiento promedio nacional es de 2.564 t ha⁻¹. En el Sureste del estado de Coahuila (Arteaga, General Cepeda, Parras de la Fuente, Ramos Arizpe y Saltillo) se siembran alrededor de 30,000 ha bajo condiciones de temporal, lo que representa el 83.5 % de la superficie sembrada en el estado (SAGARPA-SIAP, 2007). No obstante la importancia del Sureste de Coahuila en la Producción de maíz de grano, las siembras en el resto del estado bajo condiciones de temporal implica el uso de materiales genéticos adaptados a las condiciones de producción, lo que supone una amplia diversidad genética a lo largo del Estado de Coahuila. En más del 80 % de la superficie cultivada con maíz se siembran semillas criollas que los productores han conservado de sus cosechas por generaciones.

Es importante resaltar que la información que aquí se presenta proviene de la concentración de datos estadísticos, principalmente en el cultivo de maíz de grano. Sin embargo, es conocido que en los sistemas agrícolas tradicionales, principalmente aquellos que prevalecen bajo condiciones de temporal, los sistemas de producción son integrales, donde el cultivo de maíz juega un papel importante en la economía familiar de las comunidades. Es decir, el maíz es sólo uno de los factores del sistema agrícola y en muchos de los casos su producción es para el autoconsumo, para la producción de forraje y para la venta cuando hay excedentes.

La exploración y recolección de maíces criollos de México se ha realizado con cierto dinamismo. A finales de los años 40's se realizó la primera recolección de aproximadamente 2000 muestras, la cual ha estado bajo el resguardo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Wellhausen *et al.*, 1951); en 1978 la colección estaba constituida por 8,176 (Ortega y Ángeles, 1978) y para principios de los noventa se contaba con cerca de 10,000 colectas (Ortega *et al.*, 1991). Los trabajos de recolección, así como la información documentada indican que el estado de Coahuila, no es una región importante en la concentración de la diversidad genética de maíz ya que sólo se ha reportado a las razas Tuxpeño, Tuxpeño Norteño (Wellhausen *et al.*, 1951). Sin embargo, la importancia de las siembras de maíz (Cuadro 1), las condiciones de clima y precipitación, así como la geografía de la región como parte de la orografía de la sierra madre oriental, representan una gran diversidad de ambientes, y por consiguiente la potencial fuente de variación genética en maíz. La diversidad de los maíces criollos en el estado de Coahuila, de acuerdo a colectas realizadas en el pasado, es relativamente reducida, habiéndose reportado únicamente las razas: cónico norteño, tuxpeño, ratón y tuxpeño norteño (Ortega *et al.*, 1991). Por otro lado, las actividades de recolección realizadas han permitido concentrar la diversidad genética de la región en los centros de conservación de recursos genéticos tanto del INIFAP como del

COIMMYT con un total de muestras de 101 y 124, respectivamente. En 2003 con el apoyo del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), se realizó una colecta de maíces criollos en el Sureste de Coahuila, lográndose identificar a las razas: Ratón, Tuxpeño Norteño, Cónico Norteño, Olotillo y Elotes Cónicos (Datos no publicados).

La variabilidad del maíz en México ha sido el centro de atención de diversos estudios en un intento por describir la variación genética de poblaciones de maíz (Wellhausen *et al.*, 1951; Hernández y Alanís, 1970; Sánchez *et al.*, 2000). La presencia de la variación genética en los centros de diversidad, ha sido de fundamental importancia para conservar y mejorar la productividad de los cultivos agrícolas en los países en desarrollo caracterizados por agro-climas variados y ambientes heterogéneos (Altieri, 2003).

Objetivo general

Conocer la diversidad y distribución geográfica actual de los maíces criollos en el Estado de Coahuila.

Objetivos particulares

1. Recolectar los maíces criollos en el estado de Coahuila.
2. Describir e identificar a nivel de raza los maíces criollos de Coahuila.
3. Documentar en el Sistema Biótica la información sobre los maíces criollos recolectados.
4. Elaborar el mapa de distribución de la diversidad genética de maíz en Coahuila.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de maíces criollos

En un principio se planeó como meta obtener las muestras de los maíces criollos en las zonas productoras de maíz del estado de Coahuila, principalmente en las regiones Sureste – Suroeste. Posteriormente se solicitó ampliar los trabajos de colecta a todo el estado de Coahuila. Inicialmente se consideró que la actividad de recolección podría realizarse en dos años y de esta manera, poder realizar un muestreo más apropiado de la diversidad genética de los maíces en el estado de Coahuila. Se obtuvo la información de los materiales recolectados en trabajos anteriores, principalmente, la información proporcionada por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y el Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Se consideró además, la información proporcionada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Adicionalmente, se solicitó a la Procuraduría Agraria del Estado de Coahuila la información sobre el padrón de las comunidades y sus órganos de representación a nivel de comunidades ejidales para iniciar con el trabajo de planeación de la colecta.

Al realizar las colectas de los materiales se trató de evitar hasta donde fuera posible obtener duplicados de las muestras. Se consideró, obtener muestras diferentes en microambientes sistemas de producción, y con distancias de al menos 15 km entre una y otra. Asimismo, se trató que las

comunidades variaran en altitud de no menos de 200 msnm, e inclusive que las muestras se encontraran en zonas geográficas diferentes aunque no cumplieran con ninguno de los puntos antes mencionados, basándose en las condiciones climatológicas de ambos lugares, además se trato de obtener la muestra de los materiales que no estuviera mezclado con otros materiales. Para recabar la información de las poblaciones recolectadas, se uso la hoja de pasaporte aprobada para la ejecución del proyecto.

La muestra de semilla obtenida varió de entre 20 y 40 mazorcas representativas. Cada una de las muestras fue trasladada a las instalaciones del Centro de Conservación de Semillas Ortodoxas, con sede en el *Campus Saltillo* de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Después del proceso de limpieza, éstas fueron depositadas temporalmente en el cuarto frio, para posteriormente iniciara con los trabajos de descripción morfológica

Durante las actividades de recolección, se obtuvieron fotografías de cada muestra, del sitio de colecta, la forma de almacén y en algunos casos del agricultor. Estas fotografías tuvieron la finalidad de documentar los detalles de las condiciones de manejo, conservación, así como las expresiones de orgullo y satisfacción que manifiesta el agricultor, al saber que se dará a conocer el arduo trabajo que han hecho sus ancestros para obtener el material que actualmente ellos están utilizando en sus siembras.

Caracterización de los maíces criollos de Coahuila

La caracterización de las 90 colectas de maíces criollos del estado de Coahuila, se llevó a cabo considerando la información disponible para la descripción de materiales genéticos como los descriptores para maíz (IBPGR, 1991) así como la Guía Técnica y Manual Grafico para la descripción Varietal (SNICS-CP; SNICS-SAGARPA), logrando así facilitar los estados (parámetros, calificaciones) de los descriptores de manera común y estandarizada para la descripción de las poblaciones recolectadas de maíz, así como para la captura eficiente de la información generada en un sistema de bases de datos. Una vez recibidas las muestras, estas fueron sometidas al proceso de limpieza con el fin de eliminar en lo posible daños y pérdidas de semilla, realizando el trabajo de manera manual. El tamaño de la muestra utilizado en la descripción de las colectas fue de 10 mazorcas representativas, de donde se determinaron las características cuantitativas y cualitativas de acuerdo a la guía práctica para la descripción preliminar de poblaciones de maíz (Documento Anexo), elaborado para tal propósito.

Características cuantitativas

Las características cuantitativas fueron obtenidas en cada una de las 10 mazorcas utilizadas para la descripción, y estas fueron determinadas de acuerdo a la característica en particular. De cuantificó el número de hileras de granos en la mazorca, el número de granos por hilera en la mazorca. Se determinó el peso de la mazorca y peso de la semilla (g) para obtener la proporción de semilla mazorca (porcentaje de desgrane), el diámetro de la mazorca y olote (cm), la longitud de la mazorca (cm), el contenido de humedad del grano utilizando el método de la estufa de acuerdo a la metodología del ISTA (ISTA, 2004). En la determinación del contenido de humedad se utilizaron dos repeticiones de

50 granos de cada una de las mazorcas utilizadas en la descripción. El peso seco fue utilizado para obtener el peso seco de 100 granos de maíz. El volumen de 100 granos (ml) fue obtenido con dos repeticiones de 100 granos de semilla, usando una probeta graduada y mediante observación directa se determinó el volumen. Se determinó las dimensiones medias del grano de maíz obtenidas con base en 10 granos consecutivos de una hilera en el punto medio de cada mazorca expresado en (cm). Con la ayuda de una regla se colocan los 10 granos seleccionados para determinar la longitud, grosor y ancho promedio del grano. El peso volumétrico promedio (kg hl^{-1}) expresado al 12 % de humedad fue determinado con la muestra de cada colecta utilizando una tolva de llenado de precisión, para después obtener el peso a través de la báscula de escalas de clasificación de grano.

Características cualitativas

Utilizando las 10 mazorcas anteriores, se determinó la disposición de las hileras en la mazorca, utilizando la clasificación propuesta en los descriptores para maíz (1=Regular, 2= Irregular, 3=Recta, 4=en Espiral), el tipo de grano (1 = Harinoso; 2 = Dentado; 3 = Semi-dentado; 4 = Semi-cristalino; 5 = Cristalino; 6 = Reventador; 7 = Dulce; 8 = Ceroso; 9 = Semi-harinoso). El color de grano se cuantificó de forma directa desgranando la mazorca y separando los granos por color de acuerdo a los siguientes niveles de clasificación (1 = Blanco, 2 = Blanco cremoso, 3 = Amarillo claro, 4 = Amarillo medio, 5 = Amarillo naranja, 6 = Naranja, 7 = Rojo naranja, 8 = Rojo, 9 = Rojo oscuro, 10 = Azul, 11 = Azul oscuro, 12 = Negro, 13 = Café), el cual fue expresado en porcentaje de color del grano en la muestra de 10 mazorcas. Se calificó la forma de la mazorca (1 = Cónica; 2 = Cónica-cilíndrica; 3 = Cilíndrica). Se obtuvo el color del olote mediante una observación directa de la intensidad de coloración de las glumas (1 = Blanco, 2 = Rojo tenue, 3 = Rojo claro, 4 = Rojo, 5 = Rojo obscuro, 6= Negro).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Recolección de maíces criollos

Las actividades de recolección de los maíces criollos en Coahuila fueron realizadas del 19 de Enero al 11 de Marzo de 2008, donde se logró recolectar un total de 90 poblaciones de maíz (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de poblaciones de maíz recolectadas en el Estado de Coahuila.

Raza Primaria	Número	%
CELAYA	1	1.1
CÓNICO NORTEÑO	19	21.1
ELOTES CÓNICOS	2	2.2
OLOTILLO	4	4.4
RATÓN	35	38.9
TUXPEÑO NORTEÑO	20	22.2
TUXPEÑO	9	10.0
Total	90	100.0

Se realizó la clasificación racial de las colectas (Cuadro 1) con base en las mazorcas recolectadas de cada muestra, actividad que fue realizada en dos etapas.

La clasificación racial se llevó a cabo con la colaboración del Dr. Juan Manuel Hernández Casillas, Coordinador del Programa de Recursos Fitogenéticos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). El Dr. Hernández participó además, en las actividades de recolección en su visita a Coahuila por un período de cuatro días. De las siete razas encontradas como clasificación primaria, las razas Celaya y Olotillo no fueron encontradas en su versión pura, es decir, sólo se manifiesta estas razas en combinación con otras. Tal es el caso de la Raza Celaya que se encontró en combinación con Tuxpeño y viceversa, en algunas colectas de la raza Tuxpeño se encontró la infiltración de Celaya. La raza Olotillo se encontró en combinación con la raza Ratón, a su vez, la raza Olotillo se encontró en combinación racial secundaria con Ratón y Tuxpeño Norteño.

En el recorrido de campo se visitó la mayoría de los municipios del estado, sin embargo, sólo en 23 de ellos se logró obtener poblaciones de maíz (Cuadro 2). En los 23 municipios se obtuvo muestras de maíz en 68 localidades, proporcionadas por 75 diferentes agricultores. El germoplasma recolectado fue obtenido en una amplitud de altitudes que van de los 248 a los 2557 msnm. Las condiciones climáticas (Cuadro A1) que prevalecen en el estado, aunado a los sistemas de manejo de los cultivos justifican la variación encontrada en los maíces de Coahuila. En el recorrido de colecta se evidenció que los agricultores que están usando y manteniendo las poblaciones de maíz son personas mayores, y el análisis de los datos indica que estas personas cuentan con una edad promedio de 59 años. Esto es importante dado que en contadas excepciones, las personas que están laborando en el campo son jóvenes.

Del total de las poblaciones de maíz, el 55.6% corresponde a los municipios del Sureste de Coahuila (Arteaga, General Cepeda, Parras de la Fuente, Ramos Arizpe y Saltillo). Del material recolectado, el 100 % se utiliza para autoconsumo, principalmente para la elaboración de tortillas, producción de grano para los animales y forraje. Sólo en el 20 % de los casos el excedente es utilizado para venta de producto.

Es importante señalar que debido al retraso en la firma del Convenio UAAAN-INIFAP, se realizó la asignación de recursos correspondiente a la primera ministración el 17 de abril 2008, después de haber concluido el trabajo de campo. Asimismo, y debido al proceso administrativo, no se recibió a tiempo el GPS y el equipo de cómputo, por lo que en la recolección se utilizó un GPS diferente al aprobado por la CONABIO. El GPS y equipo de cómputo fueron entregados el pasado 4 de marzo.

Cuadro 2. Número de poblaciones recolectadas por municipio en Coahuila.

MUNICIPIOS	Número	%
ABASOLO	1	1.1
ARTEAGA	12	13.3
CANDELA	2	2.2
CASTAÑOS	5	5.6
CUATRO CIENAGAS	5	5.6
FRONTERA	1	1.1
GENERAL CEPEDA	10	11.1
JIMENEZ	2	2.2
JUAREZ	1	1.1
LAMADRID	1	1.1
MONCLOVA	1	1.1
NADADORES	1	1.1
OCAMPO	1	1.1
PARRAS	8	8.9
RAMOS ARIZPE	6	6.7
SACRAMENTO	1	1.1
SALTILLO	14	15.6
SAN PEDRO	6	6.7
SANBUENAVENTURA	3	3.3
TORREÓN	3	3.3
VIESCA	2	2.2
VILLA UNION	2	2.2
ZARAGOZA	2	2.2
Total	90	100

El 70.0 % de los maíces recolectados se siembran bajo condiciones de temporal, en tanto que en el 11.1 % se utiliza un riego suplementario y el resto (18.9 %) se establece bajo condiciones de riego, principalmente hacia el Norte del Estado.

La clasificación racial de las colectas permitió elaborar el mapa de distribución de los maíces criollos del estado de Coahuila (Figura 1).

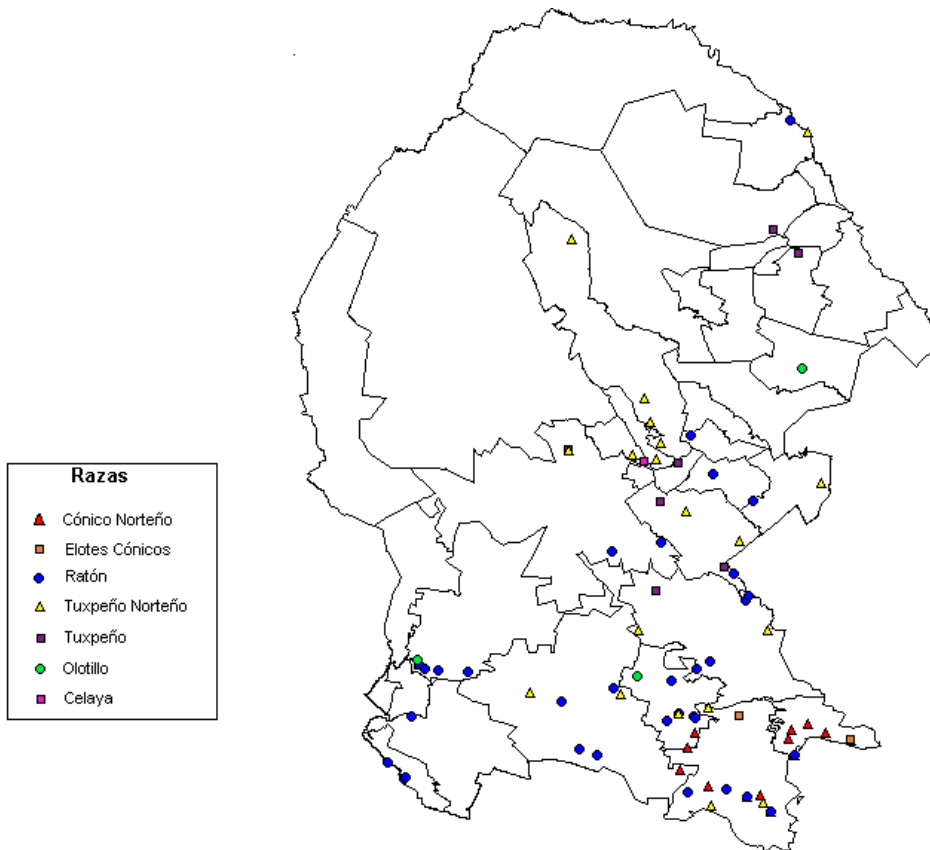


Figura 1. Distribución de las poblaciones de maíz recolectadas con base en su clasificación racial.

De acuerdo a las estadísticas de producción, las zonas productoras de maíz se localizan en el Sureste del estado, en los municipios de Arteaga, General Cepeda, Ramos Arizpe, Parras de la Fuente y Saltillo. Las principales razas que se localizan en esta área son Cónico Norteño, Tuxpeño Norteño y Ratón, con presencia de Elotes Cónicos en las partes altas.

Los sistemas de producción indican que en general al cultivo del maíz no se le aplica fertilización, ni se realiza el control de plagas y enfermedades. En la mayoría de las localidades donde se obtuvo muestras de maíz, la producción se cosecha y encostala, para posteriormente ser llevados a lugares acondicionados como bodega para su almacén. Aunque, la generalidad es que se corte la planta completa, incluso antes de maduración, la cual es amontonada en el campo formando “monos”. Esta es una de las formas comunes de secado y conservación de la semilla para la siguiente siembra, además, es la fuente para el consumo humano y animal.

Caracterización de los maíces criollos de Coahuila

La información obtenida de las características cuantitativas y cualitativas de las mazorcas representativas de las colectas fue documentada e incorporada en el Sistema Biótica 4.5 de CONABIO.

A la fecha se ha concluido con las observaciones de la segunda revisión de los datos y se hace llegar la base de datos actualizada.

Catálogo de maíces criollos de Coahuila

A partir de los datos de pasaporte de las colectas, así como la información obtenida en la descripción de las mismas en características cuantitativa y cualitativas, se procedió a realizar un resumen de la información más importante con el propósito de presentar avances en la elaboración de un catálogo de los maíces criollos en Coahuila, como resultado de la recolección realizada en 2008. De esta manera, en archivo electrónico por separado se incluye en hoja individual, la información anterior acompañada de la foto de la colecta obtenida con cuatro mazorcas representativas.

La información se presenta en orden alfabético de acuerdo a la clasificación racial. En las características cualitativas, se presenta la información de acuerdo a la descripción de la colecta en particular, expresando los estados de los descriptores en proporción a la unidad. Sólo el color del grano se expresó en porcentaje de acuerdo al contenido de la muestra. El propósito de esta descripción es con el fin de observar en cada muestra la variación en las formas de la mazorca y tipos y formas del grano.

CONCLUSIONES

Se logró recolectar y describir las poblaciones criollas de maíz en el Estado de Coahuila encontrándose la presencia de siete razas: Celaya, Cónico Norteño, Elotes Cónicos, Olotillo, Ratón, Tuxpeño Norteño y Tuxpeño. En base a la frecuencia obtenida en el muestreo de la diversidad genética, las razas más importantes en el Estado son: Cónico Norteño (21.1 %), Ratón (38.9 %) y Tuxpeño Norteño (22.2 %). Las siembras de los maíces en Coahuila se realizan principalmente bajo condiciones de temporal (70.0 %), el resto se siembra bajo condiciones de riego o riego suplementario, inclusive se encontró la presencia de maíces criollos en áreas cercanas a los distritos de riego como en el caso de la Región Lagunera. La variación y distribución de los tipos raciales de maíces en Coahuila asociado con los diversos usos demuestra la importancia del cultivo en el desarrollo agrícola bajo un esquema de sustentabilidad. Las combinaciones raciales y la dispersión de las mismas indican el nivel de intercambio de materiales genéticos entre agricultores lo cual se evidencia en las características descriptivas de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

- Altieri, M.A. 2003. Aspectos Socioculturales de la Diversidad del Maíz Nativo. Disponible en línea <http://www.agroeco.org/doc/alt.contam-maiz.pdf> (Verificado 13 Nov. 2008).
- 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* 1:3-30.
- IBPGR. 1991. Descriptores para maíz. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) / International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR), Roma, Italia. 88 p.

- ISTA. 2004. International Rules for Seed Testing. Edition 2004. International Seed Testing Association (ISTA). Bassersdorf, CH-Switzerland.
- 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. *In*: Ortega P., R. A., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. (eds.). Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México. SOMEFI. Chapingo, México. pp: 161-185.
- Ortega P., R. y H. H. Ángeles A. 1978. Maíz. *In*: Cervantes S., T. (ed.). Recursos genéticos disponibles a México. SOMEFI. Chapingo, México. pp. 75-84.
- 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.* 54:43-59.
- SNICS-CP. Manual Gráfico para la Descripción Varietal de Maíz (*Zea mays* L.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) / Colegio de Postgraduados (CP). SAGARPA. 118 p.
- SNICS-SAGARPA. Guía Técnica para la Descripción Varietal. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). SAGARPA. 32 p.
- SAGARPA-SIAP. 2007. Situación Actual y Perspectivas del Maíz en México 1996-2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México, D. F.
- Wellhausen, E. J., L. M. Roberts y E. Hernández X. En colaboración con P. C. Mangelsdorf. 1951. Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. Folleto Técnico N° 5. Oficina de estudios especiales. Secretaria de Agricultura y Ganadería. México. 237 pp.

Cuadro A1. Características de localización y clima de los municipios en el Estado de Coahuila.

MUNICIPIO	LOCALIZACIÓN	CLIMA	TEMP. °C	PRECIPITACIÓN	TIPO DE SUELO
ABASOLO	Se localiza en el centro-este del estado de Coahuila en las coordenadas 101° 25'31" longitud oeste y 27° 10'56" latitud norte, a una altura de 430 metros sobre el nivel del mar.	Subtipos secos, muy cálidos y cálidos.	20 a 22°C	De 44 a los 300 milímetros con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, noviembre, diciembre y enero.	Xerosol, Regosol, Litosol.
ACUÑA	Se localiza en el norte del estado de Coahuila, en las coordenadas 102°54'00" longitud oeste y 28°58'00" de latitud norte, a una altura de 280 metros sobre el nivel del mar, con una superficie de 11,487.70 kilómetros cuadrados.	Subtipos secos, muy cálidos, al noreste subtipos muy secos y muy cálidos.	20-22° C	De 400 y 440 a 500 Milímetros, con régimen de lluvia en los meses de mayo, junio, julio, noviembre, diciembre y enero.	Xerosol, Regosol, Litosol, Castañosen, Rendzina.
ALLENDE	Se localiza al norte del estado de Coahuila, en las coordenadas 100° 50' 2", longitud oeste y 28° 20'30" latitud norte, a una altura de 374 m sobre el nivel del mar.	Clima extremoso	En primavera-verano llega hasta los 40°C, otoño-invierno baja de 0° C hasta -5°C.	De 200 - 300 mm. Con escasas lluvias durante la mayor parte del año.	Xerosol, Rendzina,
ARTEAGA	Se localiza al sureste del estado de Coahuila, en las coordenadas 101° 50'24" longitud oeste y 25° 25'58" latitud norte, a una altura de 1,660 metros sobre el nivel del mar.	Es de tipo semiseco - semicálido, con ligeras variaciones según la altitud, el noreste y sureste se encuentra dentro del subgrupo de climas semi – fríos.	12°C a 16°C	De 400 a 500 milímetros con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, noviembre y enero.	Feozem, Xerosol
CANDELA	Se localiza en el centro de este estado, en las coordenadas 100° 39'43" longitud oeste y 26° 50'25" latitud norte, a una altura de 420 metros sobre el nivel del mar.	Al norte del municipio se registran climas de los subtipos semisecos templados y al noreste subtipos secos muy cálidos y cálidos.	20 a 22°C.	De 400 a 500 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, noviembre, diciembre y enero.	Xerosol, Regosol, Rendzina.
CASTAÑOS	Se localiza en el centro este del estado de Coahuila, en las coordenadas 101° 25' 58" longitud oeste y 26° 47'3" latitud norte, a una altura de 750 metros sobre el nivel del mar.	Subtipos secos semicálidos.	20 a 22°C.	De 300 a 400 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, noviembre, diciembre y enero.	Xerosol, Litosol, Yermosol.

CUATROCIENEGAS	Se localiza en el centro del estado, en las coordenadas 102° 03'59" longitud oeste y 26° 59'10" latitud norte, a una altura de 740 metros sobre el nivel del mar.	Subtipos secos semicálidos	18 a 22°C	De 100 a 200 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, noviembre, diciembre y enero	Xerosol, Regosol, Litosol, Yermosol, Solonchak, Vertisol
ESCOBEDO	Se localiza en el centro - este del estado de Coahuila, en las coordenadas 101° 24'44" longitud oeste y 27° 14'6" latitud norte, a una altura de 450 metros sobre el nivel del mar.	Subtipo seco semicálido.	20 a 22°C.	De 300 a 400 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, noviembre, diciembre y enero.	Xerosol, Litosol, Rendizina.
FRONTERA	Se localiza en el centro del estado de Coahuila, en las coordenadas 101°27'9" longitud oeste y 26°55'36" latitud norte, a una altura de 590 metros sobre el nivel del mar.	Subtipos secos semicálidos.	20 a 22°C.	De 300 a 400 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, noviembre, diciembre y enero.	Xerosol, Litosol.
GENERAL CEPEDA	Se localiza en el sureste del estado de Coahuila, en las coordenadas 101°28'30" longitud oeste y 25° 22'41" latitud norte, a una altura de 1,460 metros sobre el nivel del mar.	En el noroeste del municipio es de subtipos secos templados y al noreste y sur prevalecen los tipos secos semicálidos.	18 a 20°C.	De 300 a 400 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, noviembre, diciembre y enero.	Xerosol, Litosol, Luvisol.
JIMENEZ	Se localiza en el norte del estado de Coahuila, en las coordenadas 100°40'29" longitud oeste y 29°4'11" latitud norte, a una altura de 250 metros sobre el nivel del mar.	Al noreste y suroeste se registran subtipos de clima seco, muy cálido y cálido, y en el centro y sur subtipos secos semicálidos.	20 a 22°C.	De 300 a 400 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y noviembre.	Xerosol, Rendizina
JUAREZ	Se localiza en el noreste del estado de Coahuila, en las coordenadas 100°43'34" longitud oeste y 27°36'25" latitud norte, a una altura de 270 metros sobre el nivel del mar.	Al norte, sur y este del municipio se registran tipos de climas secos y subtipos secos muy cálidos y cálidos; al sur y noreste se registran subtipos de climas secos semicálidos.	De 20 a 22°C en el noreste y en la parte norte, en el sur y oeste de 22° a 24°C.	De 500 a 600 milímetros en la parte norte - sur y oeste; y en la franja este es de 300 a 400 milímetros.	Xerosol, Regosol, Vertisol,
LAMADRID	Se localiza en el centro del estado de Coahuila, en las coordenadas 101°47'41" longitud oeste y 27°2'59" latitud norte, a una altura de 640 metros sobre el nivel del mar	Al noroeste del municipio se registran subtipos de climas muy secos, muy cálidos y cálidos; al sureste subtipos de clima secos semicálidos; y al sur y norte subtipos de clima secos templado.	14 a 16°C al noroeste, y en el norte, centro y sur del municipio es de 20 a 22°C.	De 300 a 400 milímetros.	Xerosol, Regosol, Litosol

MONCLOVA	Se localiza en el centro este del estado de Coahuila, en las coordenadas 101°25'20" longitud oeste y 26°54'37" latitud norte, a una altura de 600 metros sobre el nivel del mar.	Al centro, oeste, este y norte del municipio se registran climas de subtipos secos semicálidos, y en la parte sur se registran subtipos de climas muy secos semicálidos.	20 a 22°C.	De 300 a 400 milímetros; en el noroeste y en el norte, sur y este del municipio, es del rango de los 400 a 500 milímetros con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre.	Xerosol, Regosol
NADADORES	Se localiza en el centro del estado de Coahuila, en las coordenadas 101°35'37" longitud oeste y 27°3'48" latitud norte, a una altura de 520 metros sobre el nivel del mar.	Subtipos secos semicálidos.	20 a 22°C.	De 300 a 400 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre y diciembre.	Xerosol, Rendzina, Litosol
OCAMPO	Se localiza en el noroeste del estado de Coahuila, en las coordenadas 102°23'47" longitud oeste y 27°18'50" latitud norte, a una altura de 1,100 metros sobre el nivel del mar.	En su parte noreste-oeste y sureste se registran subtipos de clima muy seco, muy cálido y cálido; en la parte norte-este y sureste, subtipos muy secos y semicálidos.	20 a 22°C.	De 100 a 300 milímetros en la parte norte del municipio y de 300 a 400 en la parte sureste y centro, con régimen de lluvias en los meses de enero, febrero, marzo, abril y regulares en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre.	Xerosol, Regosol, Rendzina, Litosol, Yermosol, Vertisol.
PARRAS	Se localiza en la parte central del sur del estado de Coahuila, en las coordenadas 102°11'10" longitud oeste y 25°26'27" latitud norte, a una altura de 1,520 metros sobre el nivel del mar.	El clima en el sureste, sur y suroeste del municipio es de subtipos semisecos templados; y al noroeste-norte y noreste, de subtipos secos semicálidos.	14 a 18°C.	De 200 a 400 milímetros en la parte norte del municipio y el centro de 400 a 500 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, y escasas en noviembre, diciembre, enero y febrero.	Xerosol, Regosol, Litosol, Yermosol, Solonchak
PIEDRAS NEGRAS	Se localiza al noreste del estado de Coahuila, en las coordenadas 100°34'5" longitud oeste y 28°43'20" latitud norte, a una altura de 250 metros sobre el nivel del mar.	En la parte noroeste, oeste y suroeste se registran subtipos de climas secos-cálidos, y en la parte norte-sur y este existen subtipos de climas semi-secos templados.	20 a 22°C.	De 500 a 600 milímetros y en la parte noroeste y suroeste es 400 a 500 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre y diciembre.	Xerosol, Rendzina
PROGRESO	Se localiza en el centro este del estado de Coahuila, en las coordenadas 100°59'14" longitud oeste y 27°25'42" latitud norte, a	El clima en el municipio es de subtipos secos muy cálidos y cálidos.	22 a 24°C.	De 300 a 400 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, agosto,	Xerosol, Regosol, Feozem, Rendzina. Vertisol.

	una altura de 300 metros sobre el nivel del mar.			septiembre, octubre y escasas en noviembre y diciembre.	
RAMOS ARIZPE	Se localiza en el sureste del estado de Coahuila, en las coordenadas 100°57'2" longitud oeste y 25°32'26" latitud norte, a una altura de 1,380 metros sobre el nivel del mar.	Al norte del municipio se registran subtipos secos semicálidos; al oeste subtipos de climas secos templados y al este se registran subgrupos de climas semifríos.	14 a 18°C.	De 300 a 400 milímetros, y en la parte norte, este y oeste de 400 a 500 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre y diciembre.	Xerosol, Regosol, Feozem, Litosol, Yermosol.
SACRAMENTO	Se localiza en el centro del estado de Coahuila, en las coordenadas 101°43'29" longitud oeste y 27°00'13" latitud norte, a una altura de 580 metros sobre el nivel del mar.	El clima en el municipio es de subtipos secos semicálidos.	20 a 22°C	De 300 a 400 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y escasas en noviembre y diciembre.	Xerosol, Regosol, Litosol.
SALTILLO	Se localiza en el sureste del estado de Coahuila, en las coordenadas 101°59'17" longitud oeste y 25°23'59" latitud norte, a una altura de 1,600 metros sobre el nivel del mar.	El clima en el municipio es de subtipos secos semicálidos; al suroeste subtipos semisecos templados y grupos de climas secos B y semifríos, en la parte sureste y noreste.	14 a 18°C.	De 300 a 400 milímetros con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo.	Xerosol, Regosol, Feozem, Rendzina. Litosol.
SAN BUENAVENTURA	Se localiza en el centro del estado de Coahuila, en las coordenadas 101°32'48" longitud oeste y 27°03'45" latitud norte, a una altura de 490 metros sobre el nivel del mar.	En el noreste del municipio se registran subtipos de climas semisecos-semicálidos; al sur y surestes subtipos de clima secos muy cálidos.	20 a 22°C.	De 300 a 400 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo.	Xerosol, Regosol, Rendzina, Litosol, Vertisol.
SAN PEDRO	Se localiza en el suroeste del estado de Coahuila, en las coordenadas 102°58'58" longitud oeste y 25°45'32" latitud norte, a una altura de 1,090 metros sobre el nivel del mar.	El clima en el municipio es de subtipos secos semicálidos.	16 a 18°C en la parte norte-centro; en la parte sur-sureste de 20° a 22°.	De 200 a 300 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre.	Xerosol, Regosol, Litosol, Yermoso, Solonchak
TORREON	Se localiza en la parte oeste del sur del estado de Coahuila, en las coordenadas 103°26'33" longitud oeste y 25°32'40" latitud norte, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar.	El clima en el municipio es de subtipos secos semicálidos.	20 a 22°C.	De 100 a 200 milímetros en la parte noreste, este y suroeste, y de 200 a 300 en la parte centro-norte y noroeste, con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo.	Xerosol, Litosol, Fluvisol
VIESCA	Se localiza en el suroeste del estado de Coahuila, en las coordenadas 102°48'16"	El clima en el municipio es de subtipos secos semicálidos.	De 20 a 22°C, a excepción	De 200 a 300 milímetros, con régimen de lluvias en los meses	Xerosol, Regosol,

	longitud oeste y 25°20'28" latitud norte, a una altura de 1,100 metros sobre el nivel del mar.		del centro del municipio donde registra de 18° a 20° C.	de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y escasas en el resto del año.	Litosol, Yermosol, Vertisol
VILLA UNION	Se localiza en el noreste del estado de Coahuila, en las coordenadas 100° 43' 28" longitud oeste y 28°13'13" latitud norte, a una altura de 380 metros sobre el nivel del mar.	El clima en la parte noreste, norte y oeste del municipio es de subtipos secos semicálidos, en la parte sureste subtipos de climas semisecos templados, y en la parte sur subtipos secos templados.	De 20 a 22°C y en la cabecera municipal se registran temperaturas de 22 a 24° C.	De 300 a 400 milímetros, en la parte suroeste del municipio y en el resto son del rango de los 400 a 500 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas el resto del año.	Xerosol, Regosol, Rendzina
ZARAGOZA	Se localiza en el centro de la región norte del estado de Coahuila, en las coordenadas 100°55'10" longitud oeste y 28°28'31" latitud norte, a una altura de 360 metros sobre el nivel del mar.	Al este, sureste y noreste se registran climas de subtipos secos semicálidos.	22 a 24°C.	De 300 a 400 milímetros en el centro del municipio y en su parte este y oeste precipitaciones del rango de los 400 a 500 milímetros anuales, con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre y escasas el resto del año.	Xerosol, Rendzina, Litosol, Yermosol.