

**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:** Ortega Corona, Alejandro, Manuel de Jesús Guerrero Herrera, Óscar Cota Agramont, Juan Manuel Hernández casillas y Luis Alberto Peinado Fuentes. 2013. Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México. Estado de Sonora. INIFAP. 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](http://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.



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

COMPONENTE 1: DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LOS MAÍCES NATIVOS EN SONORA

*INFORME FINAL DE ACTIVIDADES 2007-2008*

Preparado para la Comisión Nacional para el Conocimiento y  
Uso de la Biodiversidad (CONABIO)

y para el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

Participantes en la recolección, identificación, caracterización y documentación:

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias:

Alejandro Ortega Corona

Manuel de Jesús Guerrero Herrera

Oscar Cota Agramont

Juan Manuel Hernández Casillas

Luis Alberto Peinado Fuentes

Cd. Obregón, Sonora, Septiembre del 2008.

# COMPONENTE 1. DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LOS MAÍCES NATIVOS EN SONORA

## CONTENIDO

I.	Reconocimientos	2
II.	Resumen Ejecutivo	3
III.	Introducción	7
IV.	Antecedentes	11
V.	Justificación y objetivos	24
VI.	Material y Métodos	27
VII.	Resultados	31
VIII.	Discusión	44
IX.	Conclusiones y Recomendaciones	57
X.	Referencias bibliográficas	59
	Anexos	67

## I. RECONOCIMIENTOS

Se reconoce a las Etnias Mexicanas que habitaban hace varios de miles de años la Cuenca del Río Balsas, el haber generado al maíz del Teocintle y haber iniciado su domesticación. Dan a la Sociedad Mexicana e Internacional del presente, la responsabilidad de salvaguardar éste patrimonio de la humanidad para su mantenimiento dinámico y conservación *in situ*, principalmente por las Etnias y los grupos mestizos actuales, que continúan siendo los custodios de ésta valiosa diversidad y riqueza genética.

A Monsanto en el 2001 (Ortega C. *et al.*, 2002), al Sistema Nacional de Recursos Filogenéticos (SINAREFI) en el 2003 y 2004 (Guerrero *et al.*, 2007 y Ortega C. *et al.*, 2007), a la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) en el 2008, al Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola del Estado de Sonora (PIEAES), a la Fundación Produce Sonora (FPS), y al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), en su Campos Experimental del Valle del Yaqui (CEVY), del Centro de Investigación Regional del Noroeste (CIANO) por su continuo apoyo directo e indirecto, para realizar las actividades de exploración, colecta y conservación de los Maíces Nativos del Noroeste de México y en particular los del Estado de Sonora.

## II. RESUMEN EJECUTIVO

Surge a nivel mundial, un interés renovado por reconocer y aprovechar los Recursos Fitogenéticos, para promover la diversificación agrícola con un espíritu agroecológico sustentable, especialmente en regiones como México, que poseen una riqueza biológica excepcional. Para éste propósito y en congruencia con el Programa de Acción Mundial relacionado a los Recursos Fitogenéticos, la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) de México, a través de la Dirección General de Vinculación y Desarrollo Tecnológico (DGVDT), impulsa junto con la Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. (SOMEFI), y el Sistema Nacional de Recursos Filogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), los proyectos: Conservación y Mejoramiento *in situ*, Conservación *ex situ*, Utilización de los Recursos Fitogenéticos y establecimiento de Redes sobre los Recursos Fitogenéticos vinculando instituciones y promoviendo programas a nivel nacional e internacional. Proyectos complementarios de gran valor son los que convoca y apoya la CONABIO, patrocinadora de la actividad efectuada en el 2007/2008 y motivo de éste informe.

El valor del maíz en el noroeste de México, y en particular en Sonora, como en todo el país, mantiene su supremacía como alimento popular con una gran diversidad de productos y constante incremento en el uso pecuario. Únicamente para la cadena productiva maíz-nixtamal-masa (o harina)-tortilla, el noroeste con una población de 7.3 millones de habitantes (INEGI, 1999), demanda 1314 toneladas diarias y medio millón de toneladas anuales de grano blanco; mientras que la industria pecuaria podría llegar a absorber un millón de toneladas de grano amarillo. En Sonora se cultiva maíz bajo las modalidades de riego y de temporal. En ésta última, en condiciones muy limitantes por la escasa y errática precipitación pluvial, de la última década (1996-2007), es que se siembran los maíces nativos de Sonora, con un elevado nivel de siniestralidad.

Contribuyen estas condiciones a que el maíz sea substituido por sorgo, ajonjolí, cacahuete y pastos forrajeros, conjugándose ésta problemática a la baja rentabilidad del cultivo ya la competencia con la harina industrial prenextamalizada. En la modalidad de riego, se utilizan híbridos de maíz que comercializan las empresas privadas de semillas, y en la modalidad de temporal, aún prevalecen los maíces autóctonos y las variedades de polinización libre como V-424, V-455 y V-526 y generaciones avanzadas de híbridos de la serie 500 que fueron utilizados hasta la década de los ochenta. En las pequeñas áreas que cuentan con riego dentro de la zona de temporal, se utiliza semilla de los híbridos más populares en los distritos de riego, lo que favorece su infiltración genética en los maíces nativos.

La infiltración genética entre los diferentes materiales de maíz ha existido a lo largo del tiempo y se continúa presentando en la actualidad, existiendo un corredor genético entre los diferentes grupos raciales del maíz; condición que no ha impedido a los maíces nativos seguir cubriendo las necesidades y conveniencias de los grupos étnicos (ahora con un elevado mestizaje) que los utilizan, permitiendo así la conservación de sus atributos fenotípicos preferidos.

Los objetivos del presente proyecto son: conocer la distribución actual, coleccionar y conservar los maíces nativos de Sonora, para contribuir posteriormente al análisis de su variación genética y a la definición de las características de interés industrial; además de enriquecer su diversidad mediante cruzamientos dirigidos para la obtención de híbridos y/o variedades que confronten con éxito las vicisitudes del ambiente y reúnan las cualidades agronómicas y de calidad para la industria. De elevado interés sería la caracterización de los almidones, aceites, proteínas y pigmentos que poseen los maíces nativos de México y en particular la de Sonora. El determinar éstos constituyentes podría traducirse en un valor agregado hasta ahora desconocido, y por otra parte generar información científica sobre el efecto de su composición genética respecto a patógenos e insectos plaga.

Importante será también, enfatizar la caracterización de los componentes químicos con potencial nutricional e industrial de los Teocintles, para su desarrollo *per se*, o incorporación al maíz.

El recorrido de más de 3,000 kilómetros en la región serrana de temporal de Sonora, en el Invierno del 2007-2008, nos permitió coleccionar 87 muestras de las nueve razas (Blando de Sonora, Chapalote, Harinoso de Ocho, Onaveño, Reventador, Tabloncillo, Tabloncillo Perla, y Tuxpeño), descritas por Wellhausen, Roberts y Hernández X. en 1951.

Durante la colecta se elaboró la hoja pasaporte para cada accesión. Ésta información, junto con la obtenida en la caracterización de las mazorcas de cada una, se capturó en el Sistema Biótica 4.5, para crear la base de datos de maíces nativos de Sonora.

Las razas más frecuentes fueron Tabloncillo-Pinto Amarillo, Tabloncillo, Onaveño, Chapalote y las razas menos frecuentes fueron Dulcillo del Noroeste, Blando de Sonora, Reventador y Tabloncillo Perla. Muestras de la raza de maíz Gordo y Vandeno se obtuvieron por primera vez en Sonora. El Pinto Amarillo, maíz con fuerte introgresión de Tabloncillo y hasta con 80% de grano amarillo no había sido reportado en Sonora.

Los maíces nativos de Sonora, como los de cada Estado del país, tienen usos especiales que pudieran dar lugar, con el apoyo de incubadoras de empresas, al desarrollo y/o impulso de cadenas productivas, para influir positivamente en la calidad de vida de los custodios. En las vegas de los ríos de Sonora donde los agricultores siembran semilla de híbridos de maíz y de maíces nativos se da la oportunidad de introgresión entre ellos. Por esto para normar criterios será indispensable diseñar la investigación que contribuya a definir el impacto de transgenes en los maíces nativos y sus parientes silvestres. En los Valles del Yaqui y Mayo, no se han detectado parcelas sembradas con maíces nativos.

Impulsando el ejemplo de “Native Seeds” de Tucson, Arizona, la conservación *ex situ*, puede jugar un papel muy importante en apoyo a la conservación *in situ*, abasteciendo cuando las circunstancias lo demanden, semilla de los maíces nativos apropiados. El INIFAP podría por su cobertura nacional a través de sus Centros Regionales, explorar la posibilidad de desarrollar un proyecto con tales fines, y que fuera un complemento importante a los que ya se han implementado, con la participación de los custodios de los maíces nativos.

Será indispensable consolidar la infraestructura nacional de conservación, para impedir que la viabilidad de los recursos genéticos se degrade. Finalmente, se tratará de elaborar el Catálogo de los Maíces Nativos de Sonora.

### III. INTRODUCCIÓN

Para México y a nivel mundial, el maíz es el cereal más importante, desde el punto de vista alimenticio, económico, social e industrial. En 2006, la producción (711.8 millones de toneladas) rebasó en una menor superficie, a la del trigo (630.6 millones de toneladas), y a la de arroz (621.6 millones de toneladas). Estos tres cereales aportan el 89% al sostenimiento de la humanidad y la cebada, el sorgo, avena y centeno el 11% restante. En el caso de México el maíz contribuye con el 69% al sostenimiento alimenticio, el sorgo el 17%, el trigo el 10%, la cebada, el arroz y la avena con el 4% restante.

En ese contexto, los recursos genéticos de maíz y sus parientes silvestres adquieren una dimensión y valor superior, por la contribución que pudiera lograrse al efectuar la introgresión de genes intra e interespecífica, para la obtención de cultivares con valores agregados en resistencia a factores bióticos y abióticos, y de valor para las diversas industrias de la transformación (edulcorantes, cereales, botanas, adhesivos, fármacos, almidones, alimentos balanceados, etanol, etc.). El proceso incrementa su complejidad, cuando se hace necesario desarrollar estrategias para el ciclo de primavera-verano, época en la que se cultivan principalmente los maíces nativos, que permitan conservar *in situ*, la extraordinaria riqueza genética representada por éstos, con la posible utilización comercial, en zonas de bajo riesgo, de híbridos transgénicos de maíz.

La colección de maíz para mantener la diversidad genética en bancos de germoplasma, se inició desde 1940 por la Oficina de Estudios Especiales (OEE), (Wellhausen, *et al.*, 1951). A la fecha, en el Banco de Germoplasma de Maíz del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) se conservan alrededor de 11,000 accesiones (Sánchez, 1989), 2,500 en la UACH, 4,000 en el Colegio de Postgraduados (Ortega P., 2003), y existen muestras en otros lugares como la Universidad de Guadalajara y la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro de Saltillo. Otro fuerte impulso se tuvo en los setentas y

desde entonces no se había hecho un esfuerzo constante y continuo para actualizar la situación que guarda la diversidad genética de los maíces nativos en México, a pesar de las advertencias de Hernández (1970), quien sugiere que no se debe coleccionar una sola vez, sino que hay que regresar y volver a regresar una y otra vez por nuevas colectas, en función de nuevos conocimientos del material y las nuevas demandas genéticas del hombre, además de que las nuevas colecciones en una misma región, con diferencia de 20 años o más, la más reciente en promedio tiende a superar a las antiguas en rendimiento o en sus componentes. (Ortega P., 2003).

La exploración y recolección de maíces nativos de México se ha realizado con cierto dinamismo. A finales de los años cuarentas se realizó la primera colecta de aproximadamente 2,000 muestras, la cual ha estado bajo el resguardo del INIFAP (Wellhausen *et al.*, 1951); para 1954 ya contaba con 3,480 y en 1966 sólo se adicionaron 233 (Cárdenas y Hernández, 1988); en 1978 la colección estaba constituida por 8,176 (Ortega P. y Ángeles, 1978) y para principios de los noventa se contaba con cerca de 10,000 colectas (Ortega P. *et al.*, 1991).

Cabe señalar que las poblaciones de los maíces nativos en poder de los agricultores continúan evolucionando, mejorando su rendimiento y características agronómicas, ganando especificidad para sus nichos ecológicos con selección natural para usos especiales; sin embargo, también se está perdiendo la diversidad de los maíces nativos por erosión genética y cultural, el uso de semilla mejorada, la modernización del agro, cambio de cultivo, por la migración, y el apoyo a la industria de la harina, entre otras causas (Ortega P., 2003). Éstas razones sugieren que se conozca la situación actual de los maíces nativos, para proponer mecanismos de conservación y aprovechamiento, por que la revolución verde y después la biotecnología, que permite la recombinación de los patrimonios genéticos de diferentes especies, muy alejados de la evolución natural, podrían afectar seriamente su sobrevivencia (Aguilar, *et al.*, 2003).

Por otro lado, el incremento de las vías de comunicación, tanto terrestres como aéreas, ha permitido el acercamiento de las personas facilitado a la comercialización e intercambio de semillas a zonas siniestradas. El riesgo de pérdida de maíces nativos, que durante mucho tiempo fueron movilizados a la región serrana del noroeste, desde los sitios de domesticación del centro y sur de nuestro país, no tiene como responsable exclusiva la introducción de materiales mejorados a los valles de producción intensiva desde hace 50 años, sino que incluye a otros como son la incidencia de epifitas, la exposición a factores climáticos, la sustitución por cultivos como pastos forrajeros, cacahuate, ajonjolí y sorgo, además de factores demográficos como la migración de pobladores, situación que deriva en que la edad de los custodios de éste importante recurso filogenético sean personas de la tercera edad que en el mediano plazo, no tendrán a quien transferir las semillas y el conocimiento del cultivo del maíz.

Gran parte de los acervos de las diferentes colecciones han sido evaluados en diferentes ocasiones y ambientes (Velásquez *et al.*, 1994; Taba *et al.*, 1998; López *et al.*, 1998; Herrera *et al.*, 2002; Antonio *et al.*, 2004), principalmente desde el punto agronómico; sin embargo, no se dispone de catálogos descriptivos de las muestras individuales. En el mejor de los casos, a los datos de colecta se han agregado o cotejado los datos de color y textura de grano, así como su posible raza. Ésta última información es muy valiosa, ya que proporciona una idea global de las características de las muestras, y permite estudios filogenéticos y de regionalización de las áreas maiceras (Ortega P. *et al.*, 1991).

Es importante, por el extraordinario valor que ha tenido y tiene para México y la humanidad, la valiosa diversidad genética del maíz y sus parientes silvestres, Teocintle y *Tripsacum*, indagar la situación actual de dicha diversidad, afectada por la influencia de los cambios agroindustriales y socioeconómicos, ya citados y por los limitados a la actividad agrícola de subsistencia, escenario de las cinco a seis millones de hectáreas de los Maíces Nativos en México y al cambio climático que ha provocado intensas y prolongadas sequías y perturbaciones ciclónicas. Factor

adicional lo pudiera constituir, el probable despliegue a nivel comercial en México, de cultivares transgénicos de maíz. Esto ha dado lugar, fuera y dentro del país, a intensa polémica entre los grupos anti-transgénicos y pro-transgénicos, ya que el flujo genético, deseado o no, pudiera ocurrir entre aquellos y éstos (Doebley, 1990; Serratos *et al.*, 1995; Bellon y Berthaud, 2004; Kato, 2004; Berthaud y Gepts, 2004; Turrent y Serratos, 2004; Snow, 2002; Wise, 2007, Fernández y Fernández, 2004).

Concurren además, la aceptación por México en el año 2000, del Protocolo de Cartagena sobre seguridad en relación a la biotecnología, del convenio sobre la Diversidad Biológica, para evitar daños a la salud, al ambiente, fomentar el uso seguro de cultivos transgénicos y reconocer la importancia “crucial” de los Centros de Origen y de Diversidad Genética para la humanidad.

Para el 2005, se expide en México la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, el Reglamento a dicha Ley en el 2008, y está proceso la promulgación del Régimen Especial de Protección al Maíz (Nativo).

La Sociedad Mexicana tiene el dilema de armonizar la protección de los Maíces Nativos y sus parientes silvestres, y el uso de cultivares transgénicos de maíz, una vez que se determine su potencial contribución a la producción de éste cereal en el país.

Acompañan a éste entorno, los esfuerzos oficiales aún débiles, por brindar una vida digna y reconocer la suprema contribución que han hecho y continúan haciendo las Etnias Mexicanas, todavía en un ambiente de intensa marginación, al custodiar y mantener *in situ* a los Maíces Nativos de México.

#### IV. ANTECEDENTES

El maíz continuará siendo un cultivo estratégico a nivel internacional, nacional, estatal, particularmente para México, y en éste caso para la agro-economía del Estado de Sonora. Los rendimientos de grano del ciclo de otoño-invierno, bajo condiciones de riego y alta fertilidad, se aproximan a los de la faja maicera de los Estados Unidos y de otros países con elevados rendimientos. El valor del maíz en Sonora, como en todo el país, mantiene su supremacía como alimento popular con una gran diversidad de productos y constante incremento en el uso pecuario.

Son dos situaciones en las que se cultiva maíz en Sonora, en la modalidad de riego y en la de temporal. En ésta última bajo condiciones muy limitantes por la escasa y errática precipitación pluvial, es que se siembran los maíces nativos de Sonora, con un elevado nivel de siniestralidad. En Sonora, de 1980 a 2006 (26 años), en la modalidad de temporal, se han sembrado anualmente en promedio 4,474 hectáreas, se han cosechado 2,952 y se ha tenido un rendimiento promedio de 890 kg ha<sup>-1</sup> (SIAP-SAGARPA, 2007) En condiciones de riego, se utilizan híbridos de maíz que comercializan las empresas privadas de semillas, y en condiciones de temporal, los maíces nativos, en los que en ocasiones se observa la introgresión que ha ocurrido de variedades de polinización libre como V-424, V-455 y V-526 y generaciones avanzadas de los híbridos de la serie 500. En pequeñas áreas que cuentan con riego dentro de las zonas temporaleras, se llega a utilizar la semilla de los híbridos más populares, en los distritos de riego, lo que podría continuar favoreciendo la infiltración genética en los maíces nativos.

Hernández (1970) y Sánchez (1993), citan a Lumholtz (1902), Anderson y Cutler (1942) y Anderson (1946), como los que proporcionaron el conocimiento inicial de los maíces del noroeste de México, describiendo lo que actualmente se conoce como: Maíz Reventador, “Mountain Yellow” o Complejo Serrano de Jalisco, “Elote Varieties” o Elotes Occidentales, Maíz Dulce, Chapalote, “Mexican Narrow Ear” (Ocho Carreras) y los tipos Tabloncillo.

Después, en 1951, en su publicación sobre las “Razas de Maíz de México, su Origen, Características y Distribución”, Edwin J. Wellhausen *et al.*, describieron los grupos raciales del noroeste. Entre éstos incluyeron a los tipos Tabloncillo, Jala, Tuxpeño Norteño y al Chapalote, Harinoso de Ocho y Reventador, pertenecientes al grupo de razas indígenas antiguas o prehistóricas y anticiparon su parentesco con el Blandito de Sonora, Dulcillo de Sonora y Onaveño.

Veinte años después, en 1970, Efraín Hernández *et al.*, hacen referencia al “Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: Implicaciones Filogenéticas y Fitogeográficas”, a las que designa como Bofo, Tablilla de Ocho, Gordo, Azul y Apachito.

En 1981, Bárbara McClintock, Ángel Kato y Almiro Blumenheim, publicaron sus investigaciones sobre la constitución cromosómica de las razas de Maíz, su significado en la interpretación de relaciones entre las razas y variedades en América, indicando como lo señala Wellhausen *et al.* (1951), que en base al grupo I de nudos cromosómicos especiales, Harinoso de Ocho, Blandito de Sonora, Dulcillo de Sonora y Onaveño, están relacionados con Chapalote y Reventador.

Nuevamente, Efraín Hernández en 1985, en su artículo de Etnobotánica, “Maize and Man in the Greater Southets”, narra la simbiosis entre los grupos étnicos y los tipos autóctonos de maíz del suroeste de los Estados Unidos y del Noroeste de México, describiendo los usos de los tipos Tabloncillo, Bofo, Reventador, Dulcillo del Noroeste, Harinoso de Ocho, Tablilla de Ocho, Gordo y Azul; y Ortega Paczka (citado por Sánchez y Goodman, 1992) en 1985 describe a las razas de maíz Cristalino de Chihuahua, Onaveño, Palomero de Chihuahua, Ratón y Tuxpeño Norteño.

A partir de las publicaciones anteriores, se puede inferir sobre la existencia de un corredor genético entre los diferentes grupos raciales del maíz. Es decir, la infiltración genética entre los diferentes materiales de maíz ha existido a lo largo

del tiempo y se continúa presentando en la actualidad, condición que no impide a estos materiales seguir cubriendo las necesidades y conveniencias de los grupos étnicos (ahora con un elevado mestizaje) que los utilizan, permitiendo así la conservación de sus atributos fenotípicos.

Las investigaciones arqueológicas, citológicas y biotecnológicas modernas, continúan aportando información que contribuye a establecer que fue en la Cuenca del Río Balsas, en México, donde el maíz tuvo su origen y se inició la co-evolución con el hombre en el proceso de su domesticación, dispersión y diversificación (Mangelsdorf, *et al.*, 1964; Iltis, 1972 y 1980; Beadle, 1972; Galinat, 1977 y 1983; Wilkes 1979 y 1985; Smith y Lester, 1980, MacNeish y Eubanks, 2000; Ruiz, *et al.*, 2001; Benz, 2001; Matzouka, *et al.*, 2002; Tenaillon *et al.*, 2004; Doebley, 2004, Buckler *et al.*, 2005 y 2006; Slyter y Domínguez, 2006; Pohl *et al.*, 2007; Holts *et al.*, 2007).

Doebley y colaboradores (1985) y Doebley (1990), con la información molecular isoenzimática, del análisis de las poblaciones estudiadas de teocintle anual, y de 94 accesiones de maíz de todo México, ubicó al origen geográfico del maíz en la región central de la Cuenca del Río Balsas, donde concurren el norte del estado de Guerrero, el oriente del estado de Michoacán y el occidente del estado de México. También señaló a ésta zona como el centro de dispersión del teocintle y la que contiene a las poblaciones bioquímicamente más similares al maíz, por lo que el teocintle de ésta región es muy probablemente el ancestro del maíz, pero no necesariamente que ahí se inició su domesticación. Con base en lo anterior Doebley (1990), propone que el maíz sea considerado como una forma cultivada de la Raza Balsas de Teocintle (*Zea mays* spp *parviglumis* Iltis y Doebley).

Además la información molecular isoenzimática, que obtuvo no apoya la versión que ésta se llevó a cabo independientemente en varias ocasiones, sino que la domesticación ocurrió una sola vez. La información obtenida por Matzouka *et al.* (2002) apoya la versión de un solo evento de domesticación que ocurrió hace

9000 años, en los valles altos del sur de México; donde se inició la diversificación y dispersión hacia el norte y sur del Continente Americano.

La introgresión de maíz a teocintle y de teocintle a maíz (Doebley, 1990) es decir introgresión genética, no ha cesado (Wilkes, 1977; Eyre-Walker *et al.*, 1998; Milton y Gaut, 1998; Bennetzen *et al.*, 2000; Vigouroux *et al.*, 2002) y mantiene su extraordinario valor en el mejoramiento genético del maíz y en el que seguramente se presentará en el futuro para Teocintle. En éste intercambio genético entre el maíz y sus parientes silvestres, el impacto de transgenes tiene que ser considerado.

En cuanto a la clasificación racial del maíz, el análisis molecular isoenzimático conducido por Doebley y colaboradores (1985) en las razas de maíz de México, los lleva a identificar tres complejos raciales débilmente diferenciados: las Razas Cónicas de Valles Altos, las Razas del Norte y Noroeste de México y las Razas Dentadas y Harinosas de elevaciones bajas del Sur y Suroeste. Ésta clasificación (Benz, 1986), correlaciona bien con las características morfológicas y ecogeográficas, que sugieren un patrón independiente de diversificación racial dentro de diferentes regiones ecológicas y contrasta con la división (Wellhausen *et al.*, 1951) en Razas Indígenas Antiguas, Razas Exóticas Precolombianas, Razas Mestizas Prehistóricas, Razas Modernas Incipientes y Razas no bien definidas. La información isoenzimática no apoya las numerosas hipótesis de hibridación racial propuestas por Wellhausen y sus colaboradores (1951).

Con la información que han generado diversos autores se elaboró el Cuadro 1, que incluye la agrupación de las Razas de Maíz de México. En éste se aprecia que existe un alto grado de congruencia, en particular para los maíces de altitudes bajas del sur y norte del país y de los valles altos de la República, entre los diferentes procedimientos que han incluido la altura sobre el nivel del mar, grado de parentesco genético, análisis cariotípico, isoenzimático, de marcadores moleculares y adaptación climática. Para los maíces nativos del

**CUADRO 1. AGRUPACIÓN RACIAL DE LOS MAÍCES NATIVOS DE MÉXICO**

No. RAZAS	MÉTODO	RAZAS				FUENTE
		Altitud Baja (0-1000 msnm)	Altitud Media (1001-1500 msnm)	Transición (1501-2000 msnm)	Valles Altos (2001-2800 msnm)	
25 (+7) = 32	Por ASN y Morfológica	BS-CHAP-CONE- DB-DULSON-ELOCC-HAROC-NAT-OLOTI-ONA-REV-TAB-TABP-TEH-TEP-TUX-VAN-ZCH-ZG	BOL- <u>CEL</u> -COM- <u>ELOCC</u> -JALA-MDUL-PEPI- <u>REV</u> -TAB-ZAM	ARRAM- <u>CEL</u> -CONOR- <u>SERJAL</u> -ZAM	CAC-CHAL-CONI ELOCO MUS-OLO-PALTOL- <u>SERJAL</u>	Wellhausen <i>et al.</i> , 1951
25	Análisis de aptitud combinatoria e interacción Genotipo por ambiente	APTITUD COMBINATORIA GENERAL				Cervantes <i>et al.</i> , 1978
		CHAP-HAROC-NAT-REV-TAB	COM-JALA- OLOTI-OLO-TEH-TEP-TUX-VAN	CEL-BOL-ZG-ZCH	ARRAM-CAC-CHAL-CONI-CONOR-MDUL-PALTOL-PEP	
		APTITUD COMBINATORIA ESPECÍFICA				
		CHAP-HAROC-NAT-REV-ZCH-ZG	COM-JALA-OLOTI-OLO-PEPI-TEP-TEH-TUX-VAN		3. ARRAM-BOL-CAC-CEL-CHAL-CONI-CONOR-MDUL-PALTOL-TAB	
INTERACCIÓN GENOTIPO-AMBIENTE						
		1. BOL-CHAP-CONOR- REV-TAB 2. HAROC-NAT-ZCH-ZG	3. OLOTI-TEP-TUX-VAN	4. PEPI-TEH 5. CEL-COM-JALA	6. ARRAM-CAC-CHAL-CONI-MDUL PALTOL 7. OLO	
34	Análisis Isoenzimático	Complejo Norte y Noroeste	Complejo Sur y Sureste (Dentado y Harinoso)		Complejo Cónico (Piramidal) de Valles Altos	Doebley <i>et al.</i> , 1985
31	Análisis Cariotípico	Grupo Reventador: BOL-HAROC-REV-TAB-TABP OTRAS: BS-DULSON(=DULNOR)-ZCH	Grupo Tuxpeño: CEL-TUX-VAN	Grupo Dzit Bacal: CHAP-DB-NAT-OLOTI-TEP-ZG OTRAS: COM-JALA-ELOCC-PEP-TEH	Grupo Cónico (Piramidal): CHAL-CONI CONOR-MAAN-PALTOL-PEPI OTRAS: ARRAM-CAC-MDUL	Bretting <i>et al.</i> , 1989
59	Clasificación por Taxonomía Numérica e Isoenzimática	Grupo Tropical Dentado: CEL-TUX-TUXNOR-VAN  Grupo Precoz del Pacífico Sur: CONE-NAT-RATON-TEP-ZCH-ZG  Grupo Ocho Carreras (Noroeste): BOFO- BOL-BS-ELOCC-HAROC- JALA-MAAN-ONA-REV-TAB- TABOCH-TABP-ZAM  Grupo Chapalote (Noroeste): CHAP-DULNOR-ELOSIN-REV	Grupo Tardío del Sur: COM-COSCO- DB- MOTO-NATA-OLOTI-OLO-PEPI-TEH		Grupo Cónico Mesa Central: <u>APA</u> -ARRAM-CHAL-CONI-CONOR-DULJAL-ELOCO-IBM-MIX-MUS-NEG-NEGCHI-PALCHI-PALJAL-PALTOL- <u>SERJAL</u> -URU  Grupo Cónico Sierra de Chihuahua: <u>APA</u> -AZ-CAC- <u>GORDO</u> -CRISCHI- <u>SERJAL</u>	Sánchez <i>et al.</i> , 1992 y Sánchez, 1993 y Sánchez <i>et al.</i> , 2000
25	Marcadores "SRSR"	CHAP-HAROC- MDUL-REV	BOL-CEL-COM- JALA-NAT- OLOTI-OLO-PEPI-TAB-TEH-TEP-TUX-ZCH-ZG		ARRAM-CAC-CHAL-CONI-PALTOL Intermedio entre los tres grupos: CONOR	Reif <i>et al.</i> , 2006
42	Adaptación Climática	Grupo 2. Semicálido a cálido (20-27°C): a) 500-870mm lluvia (=Gpo.Ocho Carreras) BOFO-BS-CHAP-DULNOR-ONA RATON-REV-TABP-( <u>BOL-CEL-JALA-ZAM</u> ) b) 450-620mm lluvia MDUL-TABOCH-TUXNOR c) 740-855mm lluvia ELOCC-PEPI-TAB	Grupo 3. Muy cálido (24.5-27.5°C): 990-1360mm lluvia DB-NAT-OLOTI-TEH-TEP-TUX-VAN-ZCH-ZG	Grupo 4. JALA <u>MAAN-JALA-ZAM</u>	Grupo 1. Templado a Semicálido (14-21°C): a) 540-640 mm de lluvia APA-AZ-CRISCHI-GOR b) > 650 mm de lluvia <u>BOL</u> -CAC-CHAL- <u>CEL</u> -CONI-CONOR-ELOCO-PALTOL c) > 1000 mm de lluvia ARRAM-COM-MUS-OLO	Ruiz <i>et al.</i> , 2008

1. ANCHO=ANCHO  
2. APA=APACHITO  
3. ARRAM=ARROCILLO AMARILLO  
4. AZ=AZUL  
5. BS=BLANDO DE SONORA  
6. BOFO=BOFO  
7. BOL=BOLITA  
8. CAC=CACAHUCINTLE  
9. CEL=CELAYA  
10. CHAL=CHALQUEÑO  
11. CHAP=CHAPALOTE  
12. CHAT=CHATINO

13. CHOA=CHOAPANECO  
14. COM=COMITECO  
15. CONE=CONEJO  
16. CONI=CÓNICO  
17. CONOR=CÓNICO NORTEÑO  
18. COSCO=COSCOMATEPEC  
19. CRISCHI=CRISTALINO DE CHIHUAHUA  
20. DULJAL=DULCE DE JALISCO  
21. DULNOR=DULCILLO DEL NOROESTE (=DULCILLO DE SONORA)  
22. DB=DZIT BACAL  
23. ELOSIN=ELOTERO DE SINALOA

24. ELOCO=ELOTES CÓNICOS  
25. ELOCC=ELOTES OCCIDENTALES  
26. GOR=GORDO  
27. HAROC=HARINOSO DE OCHO  
28. IMB=IMBRICADO  
29. JALA=JALA (XALA)  
30. MAAN=MAÍZ ANCHO  
31. MDUL=MAÍZ DULCE (=DULJAL?)  
32. MAI=MAIZÓN  
33. MIX=MIXTECO  
34. MOTO=MOTOCINTECO  
35. MUS=MUSHITO

36. NAT=NAL-TEL  
37. NATA=NAT-TEL DE ALTURA  
38. NEG=NEGRITO  
39. NEGCHI= NEGRITO DE CHIMALTEMANGO  
40. OLOTI=OLOTILLO  
41. OLO=OLOTÓN  
42. ONA=ONAVEÑO  
43. PALCHI=PALOMERO DE CHIHUAHUA  
44. PALJAL=PALOMERO DE JALISCO  
45. PALTOL=PALOMERO TOLUQUEÑO  
46. PEPI=PEPITILLA  
47. RATÓN=RATÓN

48. REV=REVENTADOR  
49. SERJAL=SERRANO DE JALISCO  
50. TABOCH=TABLILLA DE OCHO  
51. TAB=TABLONCILLO  
52. TABP=TABLONCILLO PERLA  
53. TEH=TEHUA  
54. TEP=TEPECINTLE  
55. TUX=TUXPEÑO  
56. TUX NOR=TUXPEÑO NORTEÑO  
57. URU=URUAPEÑO  
58. VAN=VANDEÑO  
59. ZAM=ZAMORANO AMARILLO  
60. ZCh=ZAPALOTE CHICO  
61. ZG=ZAPALOTE GRANDE

Noroeste, y en particular los del Estado de Sonora, los diferentes métodos los reúnen en el Grupo Chapalote y Grupo Ocho Carreras (Sánchez *et al.*, 2000). El grupo Ocho Carreras, ha sido propuesto como progenitor del “Corn Belt Dent”, que en la actualidad predomina en la zona maicera templada del mundo, junto con los tropicales dentados del Sur de México.

Las siguientes descripciones de los grupos raciales de Maíces Nativos en México, con pequeñas modificaciones, han sido tomadas de Sánchez y Goodman (1992) y Sánchez (1993).

- El Grupo Cónico de la Mesa Central de México tiene las mazorcas en forma de cono con 14 a 20 hileras de granos. Los granos de 4 a 8 mm de ancho tienen textura que varía de harinosa a cristalina reventadora. Las plantas tienen espigas con pocas ramificaciones, las hojas son laxas, la vaina de la hoja muy pubescente y moradas (Sánchez, *et al.*, 1993) y sistema radicular débil propenso al acame.

- El Grupo Cónico del Noroeste (Grupo Sierra de Chihuahua), predomina en los Valles Altos de Chihuahua, Sonora, Durango, Jalisco, arriba de los 2000 metros. Sus plantas tienen de 1.4 a 2.0 m de altura, 12 a 14 hojas, florecen a los 50 a 55 días (precoces), espigas con 4 a 9 ramificaciones, mazorcas de 14 a 20 cm delgadas con base angosta. Los granos son semiesféricos de 7 a 9 mm de largo y 4 a 6 mm de grueso y de textura cristalina y harinosa en las razas Azul, Bofo y Gordo.

- El Grupo Ocho Carreras se distribuye en las regiones de baja altura (0-1400 m) del noroccidente de México. Tiene plantas de 2.0 a 2.5 m de altura, espigas con 12 a 18 ramificaciones, 16 a 20 hojas, 70 a 80 días a floración, mazorcas con 8 a 12 carreras de 18 a 22 cm de largo (llegando a 30 cm o más en Jala y 14 cm en Bolita) y grano de 10 a 12 mm de ancho, de textura principalmente suave harinoso, y cristalino en Tabloncillo Perla, Onaveño y Reventador.

- El Grupo Tropical Dentado, incluye razas de gran valor en el mejoramiento genético, que en México se cultivan a altitudes bajas y medias. Las razas de éste grupo se caracterizan por tener plantas altas de 2.5 a 3.2 m con 20 a 25 hojas, espigas con muchas ramificaciones, 85 a 105 días a floración, mazorcas cilíndricas de 12 a 18 cm, con 12 a 16 carreras de granos de textura suave a semicristalina con indentación pronunciada.

- El Grupo Tardío (del Sur) también se distribuye en altitudes bajas y medias del Sur de México. Las plantas de éste grupo son altas con 3.2 a 3.8 m, tienen 24 a 28 hojas, la espiga muy ramificada con 20 a 40 ramificaciones, 95 a 115 días a floración, mazorcas largas de 18 a 22 cm con 10 a 14 hileras de granos, que tienen 8 a 11 mm de ancho y 9 a 13 mm de largo, de textura suave, semidentada a semicristalina.

- El Grupo Noroccidente incluye razas de altitudes medias y de transición entre Bajío 800 a 1500 m y Valles Altos 2000 a 2500 m, plantas de 1.9 a 3.5 m, espigas con 11 a 14 ramificaciones, mazorcas con 8 a 16 carreras de granos que varían según la raza de cristalinos, semicristalinos a suaves harinosos.

- El Grupo Precoz del Pacífico reúne a razas de porte bajo, distribuidas principalmente a alturas bajas desde Chiapas hasta Sonora, de granos cristalinos enjutos (Dulce), pigmentados como el Chapalote y Elotero de Sinaloa, éste último con pericarpio coraneo y enospermo harinoso y los tipos semidentados Conejo, Zapalote y Ratón.

En el ciclo de otoño-invierno del 2001-2002 se logró volver a examinar, después de 50 años, a los Maíces Nativos de Sonora y los colectados por Hernández X. y Alanís en 1970, sembrándose con la muestra proporcionada por el CIMMYT, dos hileras de cinco metros, en el Campo Experimental del Valle del Yaqui.

En el Cuadro 2, se presenta la información agronómica obtenida. Los elementos útiles para la identificación racial incluyen, días al 50% de floración, número de hileras de granos, forma de la mazorca, color y textura del grano. En ésta evaluación el grupo de Arrocillo Amarillo, Bofo, Blando de Sonora, Dulcillo del Noroeste, Jala, Tabloncillo y Tuxpeño Norteño requieren de 75 a 80 días para alcanzar el 50% de floración femenina; mientras que, Chapalote, Elotes Occidentales, Onaveño y Tablilla de Ocho registraron alrededor de 70 días; y Apachito, Azul, Gordo y Harinoso de Ocho de 55 a 60 días. Apachito, Bofo, Elotes Occidentales, Harinoso de Ocho, Jala, Onaveño y Tablilla de Ocho, mostraron frecuencia relativamente alta de mazorcas con ocho carreras. El Arrocillo Amarillo es la raza de mazorcas más pequeñas y 12 a 20 carreras de grano.

En base a las observaciones hechas en ésta evaluación y las proporcionadas por Wellhausen *et al.* (1951), se elaboró la siguiente descripción de las razas de maíz de Sonora.

El **Blando de Sonora** o Blandito de Sonora es tardío, tiene una altura intermedia (180 cm), es menos propenso al acame, muestra baja incidencia de pudrición de mazorca y es ligeramente menos resistente a la roya que los anteriores. Las mazorcas son semicilíndricas con 10 a 14 hileras de grano suave harinoso de color blanco. Se sugiere que éste maíz puede derivar de las interacciones del Reventador y Chapalote sobre el Harinoso de Ocho.

El **Chapalote**, maíz típico del noroeste de México, reventador y tunicado que tiene plantas de altura intermedia (180 cm) más precoz que el Bofo, con buena resistencia a la roya y pudriciones del grano por *Fusarium*. Las mazorcas son semicilíndricas, con 10 a 16 hileras de grano pequeño de color café claro a café muy oscuro, con una capa cristalina y endospermo blanco harinoso. Raza antigua de México, de la que posiblemente derivó el Reventador y emparentada con la raza primitiva Nal-Tel de Yucatán.

El **Harinoso de Ocho**, de la costa de Sonora es un maíz precoz de porte bajo a intermedio, con tolerancia al acame, resistente a la roya y tolerante a la pudrición de mazorca. Las mazorcas son largas semicónicas con 8 a 10 hileras de grano blanco, con cubierta delgada cristalina y endospermo harinoso. La mayor afinidad de éste maíz es con el Harinoso prehistórico introducido de América del Sur, considerando su parecido con los maíces de los Guaraní del Paraguay y con el Blanco Amazónico y Karapampa de Bolivia.

El **Onaveño**, nativo de Ónavas, Sonora, es un maíz semitardío de porte intermedio (175 cm), susceptible al acame, aceptable resistencia a la pudrición de grano por *Fusarium* y a la roya. Las mazorcas son semicilíndricas con 8 a 14 hileras de grano blanco cristalino aperlado. Se considera que éste maíz pudo haber derivado del Blando de Sonora, con genes para endospermo cristalino o de la infiltración genética del Reventador en el Maíz Blando.

El **Tabloncillo**, es también un maíz de altura media (180 cm), semitardío, susceptible al acame, con buena sanidad de grano y resistente a la roya. Las mazorcas son semicónicas, con 8 a 10 hileras de granos blancos recubiertos por una capa cristalina delgada y endospermo blanco harinoso. Se considera a Nayarit como el Centro de Distribución de éste maíz, que posiblemente derivó de cruzamientos entre Harinoso de Ocho y Reventador.

El **Tabloncillo Perla**, es un maíz de altura intermedia (175 cm), de ciclo semitardío, tolerante al acame, buena sanidad de grano y resistente a la roya. Las mazorcas son semicilíndricas con 8 a 10 hileras de grano blanco cristalino. En éste maíz se expresa con intensidad la influencia del Reventador sobre Tabloncillo.

El **Tuxpeño Norteño**, es un maíz semitardío, de porte medio (190 cm), resistente al acame, excelente sanidad de grano y resistencia a la roya. Las mazorcas son

semicónicas con 10 a 14 hileras de grano blanco dentado, ocasionalmente rojizo. Deriva de la raza Tuxpeño del Golfo de México.

El **Reventador**, es un maíz de porte bajo, tolerante a la roya, de mazorcas semicónicas con 12 hileras de grano blanco o rojo cristalino. Se ha propuesto que el Reventador derivó de una cruce entre Chapalote y Teocintle.

Sánchez y Colaboradores (2000), concluyen que la mayor diversidad genética, estimada mediante el estudio bioquímico de isoenzimas, continúa existiendo en Mesoamérica y particularmente en México.

Una de las finalidades para tratar de estimar la prevaencia de los maíces nativos en la República Mexicana, y en particular en el norte semiárido, en la que ahora predomina la modalidad de agricultura bajo riego, es considerar áreas que pudieran elegirse para la posible investigación sobre la potencial contribución de híbridos transgénicos de maíz a la producción nacional. Por eso es importante definir cual es su distribución actual para evitar la introgresión de transgenes en el germoplasma nativo de maíz, hasta que se genere la información sobre sus impacto en éste y sus parientes silvestres.

Para los propósitos de conservación, del germoplasma colectado, el CIMMYT (1986), ha desarrollado en base a experiencia propia y de otras instituciones, tecnología para la conservación de semilla en condiciones controladas. El procedimiento que utilizan considera un “Banco Básico”, el cual se usa para reabastecer el banco activo. Las características de almacenamiento son: 3.5 kg por colecta, temperatura de -15°C, humedad de 6 a 8% y envases metálicos herméticos. El tiempo estimado de duración de la semilla es de 60 a 100 años. En éste mismo se incluyen seis sobres laminados (aluminio, plástico, papel), con 512 semillas cada uno para la regeneración de cada colecta en las mismas condiciones de almacenamiento descritas. Un “Banco Activo” para surtir pedidos, en éste conservan 1.5 kg por colecta y las características de almacenamiento son:

temperatura de 1 a 3°C, humedad de 6 a 8%, y envase metálico hermético, el tiempo estimado de duración es de 20 a 25 años. El “Banco de Respaldo”, ubicado en el Laboratorio Nacional de Almacenamiento de Semillas (NSSL) del USDA, en Bauder, Colorado conserva 0.5 kg de semilla de cada accesión. En éste esquema, la necesidad de regenerar constantemente las colectas disminuye (cada 10 años) y en consecuencia se evita la erosión y/o cambios genéticos en las colectas.

**CUADRO 2. RAZAS DE MAÍZ DEL NOROESTE DE MÉXICO, PROPORCIONADAS POR EL BANCO DE GERMOLASMA DEL CIMMYT Y EVALUADAS EN EL CEVY-CIRNO-INIFAP. CICLO OTOÑO-INVIERNO 2001-2002.**

Ent.	Raza	Kg/Ha grano 14% Humedad	Estado origen	Plantas por Ha	Maz. por Pl.	% humedad grano cosecha	Días a floración		IPE**	Altura en cm		Calificación plantas acamadas (1-9)	Maz. pod. (%)	Calif. Roya (1-9)	Hileras de granos Maz.	Aspecto Maz. (1-9)	(% Maz. mal cubiertas)	Color y textura grano
							Mas-culina	Feme-nina		Planta	Maz.							
1	Apachito	882	Chih.	45139	0.6	9	53	56	3	95	40	3	12	-	10	7	0	RoBAC
2	Apachito	671	Chih.	34722	0.6	11	56	56	0	105	40	3	11	-	8-10	7	0	BroAZC
3	Apachito	1007	Chih.	40509	0.6	15	64	66	2	100	40	3	10	-	8-10	7	5	ABCAZ
4	Arrocillo Amarillo	1019	Ver.	41667	0.9	14	85	88	3	195	150	3	6	9	14-16	7	0	AZBSC
5	Arrocillo Amarillo	1204	Ver.	41667	1.1	14	80	87	7	190	110	3	0	9	16-20	7	0	AZBASC
6	Arrocillo Amarillo	535	Pue.	16204	0.6	29	80	85	5	185	85	3	0	9	12-14	8	0	AZBASC
7	Azul	980	Chih.	25463	0.6	9	56	59	3	115	40	3	15	9	12	8	0	AZNEC
8	Azul	1421	Chih.	28935	1	12	56	58	2	160	90	5	17	9	10-14	8	4	AZNEC
9	Azul	678	Chih.	39352	0.4	10	57	62	5	135	75	6	13	9	10-12	7	0	AZNEC
10	Blando de Sonora	3714	Son.	48611	0.9	25	75	87	12	180	80	8	3	7	12-14	8	0	BH
11	Blando de Sonora	3230	Son.	40309	0	25	67	71	4	175	85	8	0	9	12-14	8	6	BH
12	Blando de Sonora	2119	Son.	33565	0.7	18	67	70	3	185	95	8	5	7	10-12	8	10	BH
13	Bofo	1680	Nay.	70602	0.5	48	84	877	3	180	75	8	0	9	8-10	8	6	BRAZH
14	Bofo	3359	Nay.	65972	0.6	42	68	75	7	175	115	8	0	9	8	8	6	AZNEH
15	Bofo 9	1511	Dgo.	41667	0.6	39	72	82	10	175	110	9	0	8	10-12	8	10	BAZH
16	Chapalote	1696	Sin.	60185	0.6	25	67	70	3	185	105	9	6	9	10-16	7	0	CAFCLC
17	Chapalote	3846	Sin.	71759	0.9	24	62	68	6	170	90	9	0	8	12-16	8	0	CAFOBC
18	Chapalote	2382	Sin.	60185	0.7	21	63	69	6	190	95	9	3	8	10-14	8	0	CAFRC
19	Dulcillo del Noroeste*	1054	Sin.	49769	0.7	11	79	83	4	140	65	8	0	5	12-14	8	0	AAZRC
20	Dulcillo del Noroeste*	581	Sin.	49769	0.4	10	79	83	4	120	60	6	0	7	10-12	7	0	ARC
21	Dulcillo del Noroeste	1696	Son.	59028	1.1	37	69	75	7	140	85	6	0	3	10	8	0	BC
22	Elotes Occidentales	2436	Nay.	60185	0.6	27	66	71	5	160	90	7	3	9	8-12	9	0	RBH
23	Elotes Occidentales	2315	Nay.	57870	0.8	14	59	66	7	160	95	7	2	9	10	8	0	AZNEH
24	Elotes Occidentales	278	Jal.	38194	0.3	14	63	68	5	165	80	8	0	9	---	3	0	---

MANEJO AGRONÓMICO

1. Fecha de siembra: 27 de septiembre de 2001
2. Fecha de cosecha: 5 de marzo de 2002 y 22 de abril de 2002 (\*)
3. Días de la siembra a cosecha: 159 y 207
4. Fertilización: 300-52-00 (NPK) todo a la siembra
5. Herbicida: Dimetanamida 900 gr/lit, 2.0 lit/ha en pre-emergente

6. Riegos de auxilio: Germinación y cinco auxilios: 6/nov/2001, 14/dic/2001, 31/dic/2001, 30/ene/2002, 7/mar/2002.
7. Insecticidas: Clorpirifos 1.0 l/ha; 15 de octubre y 5 de noviembre de 2001.
8. Parcelas de dos surcos de 5.4 m de largo, separados a 80 cm (0.864 m<sup>2</sup>).
9. Distancia entre plantas: 20 cm
10. Población nominal de plantas por parcela: 52, que equivale a 62625 plantas por hectárea.

Escala de apreciación visual 1-9: 1=Lo peor, 9=Lo mejor. \*\*IPE= Intervalo en días entre polen y estigmas al 50% de floración.  
 B=Blanco; A=Amarillo; C=Cristalino; D=Dentado; S=Semi; AZ=Azul; R=Rojo; Ro=Rosa; NE=Negro; H=Harinoso; CAFOB=Café Oscuro; CAFCL=Café Claro.

**CUADRO 2. RAZAS DE MAÍZ DEL NOROESTE DE MÉXICO, PROPORCIONADAS POR EL BANCO DE GERMOLASMA DEL CIMMYT Y EVALUADAS EN EL CEVY-CIRNO-INIFAP. CICLO OTOÑO-INVIERNO 2001-2002.**

Ent.	Raza	Kg/Ha grano 14% humedad	Estado origen	Plantas por Ha	Maz. por Pl.	% hum. grano cosecha	Días a Floración		IPE**	Altura en cm		Calificación Plantas acamadas (1-9)	Maz. pod. (%)	Calif. Roya (1-9)	Hileras de granos Maz.	Aspecto de Maz. (1-9)	(% ) Maz. mal cubiertas	Color y textura grano
							Mascu- lina	Feme- nina		Planta	Maz.							
25	Gordo	1137	Chih.	49769	0.5	12	53	54	1	150	65	7	24	9	10-12	6	19	BH
26	Gordo	686	Chih.	38194	0.7	9	53	54	1	125	45	7	23	9	10-12	6	18	BRH
27	Gordo	671	Dgo.	40509	0.9	11	54	56	2	140	65	5	9	9	12-14	6	15	BH
28	Harinoso de Ocho	3256	Son.	47454	0.6	16	56	59	3	160	80	7	13	8	8-10	8	17	BSCH
29	Harinoso de Ocho	2837	Son.	60185	0.5	15	55	58	3	160	95	7	4	8	10	8	0	BH
30	Harinoso de Ocho	2560	Jal.	46296	0.7	18	57	64	7	170	110	8	0	9	10	8	0	ABSCH
31	Jala 8*	872	Nay.	37037	0.5	10	80	83	3	230	175	1	0	9	12-14	5	0	ABH
32	Jala 8*	281	Nay.	33565	0.2	13	81	84	3	220	165	2	0	9	14	5	0	ABH
33	Jala 8	1378	Jal.	55556	0.4	36	65	72	8	195	115	8	6	9	8-10	7	0	CAFH
34	Onaveño	4280	Son.	62500	0.6	25	67	71	4	160	85	6	0	9	8-14	8	0	BC+BD
35	Onaveño	2894	Son.	60185	0.7	16	69	73	4	180	110	5	5	9	12-14	7	0	BC
36	Onaveño	2126	Qro.	62500	0.6	21	60	70	10	170	85	4	7	9	8-14	6	7	BSCH
37	Tablilla de Ocho	2311	Nay.	55556	0.7	26	63	71	8	180	90	6	6	9	8	7	3	BARH
38	Tablilla de Ocho	1729	Nay.	46296	0.7	27	68	72	4	190	115	7	4	9	8-12	7	4	BAH
39	Tablilla de Ocho	2279	Nay.	16296	0.7	27	60	69	9	190	115	7	0	8	8	7	4	BARoH
40	Tabloncillo*	1066	Jal.	34722	0.9	10	68	75	7	180	95	7	7	9	14-20	8	0	BAZSC
41	Tabloncillo*	859	Jal.	41667	0.6	11	71	75	4	175	95	5	0	8	8	7	0	BH
42	Tabloncillo*	568	Jal.	17361	1.1	12	84	88	4	195	115	3	0	8	10	7	0	BH
43	Tabloncillo Perla	2502	Nay.	61343	0.5	17	59	64	5	175	95	6	0	9	8-10	8	10	BC
44	Tabloncillo Perla	1956	Nay.	46296	0.7	21	63	71	8	165	90	6	0	9	8	8	11	BC+SC
45	Tabloncillo Perla	2046	Nay.	57870	0.7	24	63	70	7	185	90	7	0	9	8-10	8	0	BC
46	Tuxpeño Norteño	3565	Chih.	49769	0.9	23	67	77	10	190	115	7	0	9	10-14	8	0	BSD
47	Tuxpeño Norteño	3984	Chih.	54398	0.8	26	60	62	2	190	115	8	0	8	10-14	8	0	BSD
48	Tuxpeño Norteño	2529	Coah.	42824	0.7	13	77	85	8	190	110	6	0	9	12-14	8	0	BSD
49	TOLIMAN	2502	Qro.	40509	0.7	17	77	85	8	200	135	6	0	9	16-26	8	0	BD
		1840		47143	0.7	19.6	66	72	5	168	93	6	4	9	9	7	3	

## MANEJO AGRONÓMICO

1. Fecha de siembra: 27 de septiembre de 2001
2. Fecha de cosecha: 5 de marzo de 2002 y 22 de abril de 2002 (\*)
3. Días de la siembra a cosecha: 159 y 207
4. Fertilización: 300-52-00 (NPK) todo a la siembra
5. Herbicida: Dimetanamida 900 gr/l, 2.0 l/ha pre-emergente

6. Riegos: Germinación y cinco auxilios: 6/nov/2001, 14/dic/2001, 31/dic/2001, 30/ene/2001, 7/mar/2001.
7. Insecticidas: Clorpirifos 1.0 l/ha; 15 de octubre y 5 de noviembre de 2001
8. Parcelas de dos surcos de 5.4 m de largo, separados a 80 cm (0.864 m<sup>2</sup>).
9. Distancia entre plantas: 20 cm
10. Población nominal de plantas por parcela: 52, que equivale a 62625 plantas por ha.

Escala de apreciación visual 1-9: 1=Lo peor, 9=Lo mejor.      \*\*IPE= Intervalo en días entre polen y estigmas al 50% de floración.  
 B=Blanco; A=Amarillo; C=Cristalino; D=Dentado; S=Semi; AZ=Azul; R=Rojo; Ro=Rosa; NE=Negro; H=Harinoso; CAFOB=Café Oscuro; CAFCL=Café Claro.

## V. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El incremento en las vías de comunicación, ha permitido el acercamiento de las personas y facilitado la comercialización e intercambio de semillas de zonas cercanas y alejadas. Éste flujo de semillas hacia y entre las comunidades serranas no es la excepción, y como resultado se puede observar la infiltración de híbridos y variedades a los maíces nativos. El riesgo de pérdida de los maíces nativos de Sonora, que a través del tiempo fueron desplazados a la región serrana, no tiene como responsable exclusivo, la introducción desde hace 50 años de cultivares mejorados a los valles de producción intensiva, sino que incluye a otros como son la exposición a factores climáticos, la substitución por cultivos como cacahuete, ajonjolí, sorgo y pastos forrajeros; además de demográficos como la migración de pobladores jóvenes, la avanzada edad de los custodios y de éste importante recurso fitogenético, que en el mediano plazo no tendrán a quien transferir los materiales y el conocimiento del cultivo del maíz. Los maíces nativos, además de sus cualidades de adaptación que hacen que sean producibles en situaciones precarias de las áreas de temporal, algunas representan características potenciales de interés industrial, como los pigmentos de los maíces Rojo, Azul y Chapalote. Otros son los tipos de almidón que se encuentran en los maíces Blando, Harinoso de Ocho, Reventador y Dulce. Esta variabilidad genética puede ser utilizada para producir materiales de maíz con características para los diferentes tipos de industrias. El contenido y calidad del aceite, de la proteína, podrían también proporcionar valor agregado.

La evolución dinámica de la sociedad, acompañada en la actualidad por una intensa corriente de innovaciones tecnológicas y biológicas, hacia una diferente calidad de vida, ha provocado y continua ejerciendo cambios socio-económicos, que impactan al agroecosistema, modificando los valores, usos y costumbres de los sistemas tradicionales y de los que ahora se perciben como modernos, perturbando el entorno local, regional, nacional e internacional.

Las regiones mega diversas que albergan a los centros de origen y a la excepcional riqueza biológica, como México, se ven negativamente impactadas por tales procesos y por el cambio climático, que alteran la distribución y abundancia relativa de los maíces nativos, de sus parientes silvestres y de otros organismos.

Un ingrediente positivo para paliar esta situación de deterioro generalizado de la biodiversidad, es el interés renovado de varias instancias nacionales e internacionales por crear conciencia ecológica, proteger la biosfera y aprovechar con un espíritu conservacionista los recursos fitogenéticos. Dentro de éstos los maíces nativos que han sido cimiento de los imperios Olmeca, Azteca, Maya e Inca y en la actualidad el de los Estados Unidos de América, incrementa constantemente su valor estratégico a nivel regional, nacional e internacional.

A propósito de la reciente crisis de la tortilla iniciada en febrero de 2007, promovida por el alza de los precios del grano de maíz a nivel internacional, por su desvío para producir combustible en los Estados Unidos de América, ésta trascendió a toda la cadena alimentaria, de todos los países. Para México, versa el título de un libro reciente: ¡Sin Maíz No Hay País! (Esteva y Marielle, 2003)

Lo anterior justifica plenamente las acciones destinadas a estimar cual es la situación presente de los maíces nativos, en éste caso, del Estado de Sonora. El objetivo general es continuar su recolección en el 2008, a los 60 años que se hizo la primera colecta.

Después de establecidos los distritos de riego, los maíces nativos, fueron desplazados a la región serrana y substituidos por otros cultivares (trigo, soya, algodonoero e híbridos y variedades modernas de maíz, con variación genética disminuida). En la actualidad también están siendo desplazados en la región de temporal, por su baja rentabilidad, mayor requerimiento de agua, que pastos, sorgo, ajonjolí y cacahuete y por el acceso a harinas prenixtamalizadas.

Considerando lo anterior los objetivos son los siguientes:

### **Objetivo General**

Conocer la diversidad y distribución geográfica actual de los Maíces Nativos de Sonora.

### **Objetivos particulares**

1. Recolectar los maíces del estado de Sonora.
2. Caracterizar e identificar a nivel de raza los maíces nativos de Sonora.
3. Digitalizar la información de las hojas pasaporte para crear la base de datos de los maíces nativos de Sonora en el sistema Biótica 4.5 desarrollado por la CONABIO.
4. CONABIO contribuirá a la elaboración de mapas de distribución de las colectas obtenidas utilizando el sistema Biótica.
5. Contribuir a la conservación *ex situ*, depositando por lo menos el 50% de la semilla proveniente, en la mayoría de los casos, de 50 mazorcas en el Banco Central de Recursos Genéticos del INIFAP y el remanente en el Campo Experimental Valle del Yaqui.
6. Elaborar el Catálogo de los Maíces Nativos de Sonora.

## VI. MATERIALES Y MÉTODOS

**1. Determinación de sitios de exploración y colecta.** Para determinar los sitios de exploración, se consideraron las zonas de temporal, que es donde se siembran los maíces nativos. La selección de los lugares para realizar la exploración en busca de maíces nativos, se basó en la experiencia de las colectas realizadas anteriormente y en las estadísticas de la SAGARPA, considerando los municipios donde se sembró maíz en la modalidad de temporal en el ciclo primavera-verano en los años recientes (Cuadro 3).

CUADRO 3. Superficie sembrada (ha) con maíz en condiciones de temporal en distritos de desarrollo rural y municipios del estado de Sonora. 2002-2005

DDR	Municipio	Media	DDR	Municipio	Media
149. Navojoa	Álamos	2,575	146. Sahuaripa	Yécora	255
143. Moctezuma	Bacerac	76		Sahuaripa	159
	Nácori Chico	62		Arivechi	40
	Cumpas	61		Bacanora	25
	Moctezuma	48	148. Cajeme	Rosario	86
	Bavispe	21		Quiriego	28
	Huásabas	16	140. Magdalena	Cucurpe	8
	Huachinera	11		Ímuris	6
	Divisaderos	9		Santa Ana	3
Bacadéhuachi	7	Magdalena		2	
147. Guaymas	Guaymas	4		Nogales	1
SIAP, SAGARPA			Total		3,400

Para ubicar las localidades donde se realizarían las colectas, en un principio se consideró utilizar la información de los Distritos de Desarrollo Rural a través del padrón de productores de maíz, pero no se obtuvo respuesta a la solicitud planteada a la Delegación Estatal de la SAGARPA. En cambio, al acudir directamente a los Centros de Apoyo (CADER), como el de Álamos y Rosario Tesopaco, se nos proporcionaron valiosa ayuda.

**2. Exploración y Recolectas.** Se formó un equipo de trabajo para la colecta constituido por el Dr. Alejandro Ortega Corona y el M. C. Manuel de Jesús Guerrero Herrera. Se consideraron los siguientes aspectos para el trabajo de campo y la recolecta de maíz:

- a. La cantidad de colectas por sitio de muestreo se determinó de acuerdo a la diversidad del germoplasma sembrado: variación inter-racial, usos, tiempo de sembrado por el agricultor y a la variación en el ambiente en que se siembra.
- b. En cada colecta se obtuvieron de 20 a 50 mazorcas, y en algunos casos semilla, representativas de la diversidad genética de cada maíz nativo existente en la comunidad. Se pagó por las muestras a \$2.00 por mazorca, y se obtuvo un recibo firmado para comprobar el gasto.
- c. Se recabó información sobre el manejo, uso y preferencias de los agricultores en las hojas de pasaporte.

Tomando en cuenta las condiciones geográficas, se decidió realizar tres recorridos: el primero en la región de Álamos, el segundo en el trayecto de El Quiriego-Rosario-Yécora y el tercero, que fue el más extenso, se dividió en el recorrido que incluyó localidades de los Municipios de Cajeme, Suaqui Grande, Ónavas, Arivechi, Sahuaripa, Tepache, Huachinera, Moctezuma, Huásabas, Nácori Chico, Divisaderos, Bacerac, Bavispe; la ruta del Río Sonora que comprendió los municipios de Banámichi, Aconchi, Arizpe; después la ruta – Cucurpe-Magdalena y finalmente Hermosillo-Bacanora.

El área geográfica considerada en este estudio abarcó 28 municipios y 62 localidades (Cuadro 4 y Apéndice 1). La siembra y desarrollo del maíz del ciclo primavera-verano en la modalidad de temporal, ocurren de mayo a noviembre en el área de estudio, por lo que se programaron las colectas en noviembre, diciembre y enero.

CUADRO 4. Municipios y localidades explorados en Sonora, 2007-2008.

Municipio	Localidad	Municipio	Localidad
Álamos	Álamos	Moctezuma	San Patricio de la Mesa
	Cochibampo		Moctezuma
	La Labor de Santa Lucía	Huásabas	Huásabas
	La Isleta	Huachinera	Huachinera
	Munihuasa		Aribabi
Quiriego	Quiriego	Bacerac	Bacerac
Rosario Tesopaco	Rosario Tesopaco		Tamichopa
	La Estrella	Bavispe	Bavispe
	Nuri	Nácori Chico	Mesa de Tres Ríos
Yécora	Yécora	Baviácora	El Molinote
	Los Vallecitos		La Capilla
	Rancho Huahuasari		Las Tortugas
	Rancho Rincón		Baviácora
	Agua Blanca	Aconchi	La Estancia
	La Mesa del Campanero		Aconchi
Cajeme	Los Hornos	Huépac	Huépac
	Cumuripa	Banámichi	Banámichi
Suaqui Grande	Suaqui Grande	Arizpe	Sinoquipe
Ónavas	Ónavas		Arizpe
Sahuaripa	Sahuaripa		Tahuichopa
	La Mesita del Cuajari		Bacanuchi
	Valle de Tacupeto	Cucurpe	Cucurpe
	Cajón de Onapa	Magdalena	Magdalena
	El Trigo de Corodepe	Ures	Rancho Viejo
	Huisamopa		El Seguro
Arivechi	Arivechi	Mazatán	Mazatán
	Bámori	Soyopa	El Novillo
	Karachi		Rebeiquito
Tepache	Tepache	Bacanora	Bacanora
Divisaderos	Divisaderos		

**3. Caracterización de las colectas.** Cuando fue posible visitar los lotes de producción, se tomaron datos de planta considerados en la hoja de pasaporte. Las características cualitativas y cuantitativas de mazorca y grano, se midieron en gabinete con el apoyo de un ayudante y de un auxiliar, y se capturaron en tablas anexas al Sistema Biótica 4.5. Para este caso se midieron 10 mazorcas y 10 semillas por mazorca. Las características medidas fueron: longitud de mazorca, diámetro de mazorca, diámetro de olote, cantidad hileras por mazorca, cantidad de grano por hilera, longitud de grano, grosor del grano, anchura del grano, volumen de 100 granos, peso seco de 100 granos, diámetro/longitud de la mazorca,

anchura/longitud del grano, grosor/anchura del grano, color del grano, textura del grano, forma de la mazorca y color del olote.

**4. Identificación.** La clasificación racial se realizó con el apoyo del Dr. Juan Manuel Hernández Casillas, investigador en el área de recursos genéticos y responsable del Banco de Germoplasma de Maíz del INIFAP. Esta se hizo en base a la experiencia de los investigadores participantes con el auxilio de las publicaciones correspondientes como:

Wellhausen, E. J., L. M. Roberts, E. Hernández X., and P. C. Mangesdorf. 1951. Razas de maíz en México: Su origen, características y distribución. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Oficina de Estudios Especiales, Folleto Técnico No. 5. México. 237p.

Hernández X., E. y G. Alanís F. 1970. Estudio morfológico de cinco nuevas razas de maíz de la Sierra Madre Occidental de México: Implicaciones filogenéticas y fitogeográficas. *Agrociencia* 5: 3-30.

**5. Bases de Datos.** La información de la hoja de pasaporte se incorporó al Sistema Biótica 4.5, en una base de datos de colectas de maíces nativos del estado de Sonora, que incluyó una sección de Access, fotografías de cada muestra y un mapa generado en el SIG del mismo sistema, con la distribución de las muestras colectadas en el estado.

**6. Conservación *ex situ*.** Las colectas se depositaron en el Campo Experimental Valle del Yaqui del INIFAP y un duplicado representativo se depositó en el Banco Central de Germoplasma de Maíz del INIFAP.

## VII. RESULTADOS

### **Exploración y colecta en el Municipio de Álamos, Sonora. 13 a 15 de noviembre de 2007.**

Se acudió con el Ing. Francisco Javier Salido Ochoa, Jefe del CADER Álamos de la SAGARPA [Teléfono (647) 428-71-04, correo electrónico (franciscojaviersalido@yahoo.com.mx) y (javiersalido@hotmail.com)]. Presentó una mazorca de maíz Yacoremeño, de 10 carreras y grano cristalino color crema.

El CADER Álamos comprende el municipio de Álamos y la región de la etnia Guarijíos que corresponde al municipio de Quiriego. El grupo del CADER Álamos, al observar que cada vez menos agricultores sembraban los maíces “tradicionales”, hace dos años iniciaron un programa para promover la siembra de maíces nativos para su rescate y conservación *in situ* en la región, recolectando semilla y entregándola a algunos agricultores reconocidos por su constancia y cuidado. Los maíces son: Maíz Blando, Pirineo, San Juan y Mayobachi.

Además, el año anterior tuvieron la visita de un grupo de estadounidenses representados por Suzanne Nelson (snelson@nativeseeds.org), quienes proporcionando semilla de maíces nativos Chapalote y Reventador a los agricultores para su preservación. Los acompañó Alder Keleman (alder.keleman@yale.edu), de nacionalidad canadiense que efectúa estudios de maestría en México.

En el ciclo Primavera-Verano 2007 se sembraron entre 1200 y 1500 ha de maíz en condiciones de temporal para autoconsumo, en pequeñas áreas dispersas abiertas al cultivo y sembradas alternando un año de descanso. Es común la siembra de variedades mejoradas proporcionadas por programas gubernamentales (probablemente V-424 y V-526), que han venido sustituyendo a los maíces tradicionales, como ha sucedido con la Etnia Guarijíos, que siembran en la modalidad de “roza”.

No todos los agricultores reciben apoyo de PROCAMPO, y de los que lo reciben, aproximadamente 2300 no necesitan inscribirse, y reciben pago anticipado para sembrar maíz, cacahuate, ajonjolí o sorgo. Los que se inscriben son entre 600 a 700 productores (proporcionó la relación de 143 agricultores inscritos que solicitaron para sembrar maíz en el ciclo primavera-verano 2007).

Durante nuestra estancia visitaron la oficina del CADER Antonio Grijalva Rodríguez, Guarijío de Los Estrados, Álamos, Sonora. Manifestó que siembra maíz San Juan, Azul y Chapalote; y Ángela, Guarijío de La Mesa Colorada, que siembra Maíz Blando. La Etnia Guarijío están organizados en tres ejidos: Burapaco, Guajaray y Los Conejos.

El Ing. Víctor Manuel Ocaño Fontes, técnico del CADER nos acompañó a las comunidades donde se siembran y están participando en el programa de rescate de maíces nativos, estas son Cochibampo, Munihuasa, La Labor de Santa Lucía y La Isleta. Estas localidades están entre 204 y 482 m sobre el nivel del mar. Los Maíces sembrados son:

#### 1. Variedades del agricultor.

- a) Pirineo (Onaveño): se siembra hace 40 años. Es de grano cristalino color crema amarillento, lo usa para elote. Es el más precoz, se siembra hasta el final del periodo, si se siembra antes se “colorea”.
- b) Maíz Blanco (Vandeño): grano blanco semicristalino con algunos granos morados.
- c) Pinto Morado/Blanco (Vandeño/Elotero de Sinaloa): grano semicristalino-harinoso, el agricultor sembró granos morados en su Maíz Blanco.
- d) San Juan (Vandeño): grano blanco semicristalino color blanco, olote blanco. Sembrado desde hace 20 años desde que lo entregó “el Banco (Rural)”. El primer año creció poco.

2. Variedades entregadas por el CADER Álamos.
  - a) Mayobachi (Vandeño): grano blanco semidentado color blanco, olote blanco.
  - b) Mayobachi olote colorado (Vandeño): más precoz que Mayobachi, grano blanco.
  - c) Maíz Blando (Blando de Sonora): grano blanco harinoso, para coricos.
  - d) Pinto Amarillo (Onaveño y Tabloncillo): grano amarillo-blanco cristalino.
3. Variedades entregadas por Suzanne Meyer (Native Seeds).
  - a) Chapalote: mazorca delgada, grano pequeño cristalino color café.
  - b) Reventador: mazorca delgada, grano pequeño cristalino color blanco.
  - c) Maíz Morado. No produjo por daño de chapulín.
4. Variedades introducidas.
  - a) Maíz Azul: Este año lo sembró Rosario Mares, lo trajo de la sierra en Urique, Chihuahua (Basadota) pero no se dio (entregó 4 mazorcas).
  - b) Maíz Rojo: Este año lo sembró Salvador Coronado, lo consiguió en la misma localidad.
  - c) Ocho Carreras (Tabloncillo): grano semicristalino-harinoso color blanco. Hace 15 años el agricultor perdió la semilla, este año consiguió en El Carrizo, Sinaloa, semilla producida en Durango.

Siembran en terrenos desmontados, relativamente planos, en hileras hechas con arado de tracción animal, separadas aproximadamente 70 a 80 cm; siembran manualmente a piqueta cada 50 a 100 cm entre plantas, mateado de dos a cuatro semillas por punto. Comparten el lote con sorgo dulce, ajonjolí, calabazas “arota” y “cehualca” y frijol “yorimuni”, y aparte sorgo forrajero y cacahuate. Native Seeds proporcionó pluviómetro y libreta para registrar la precipitación ocurrida en el ciclo.

Se obtuvieron tres muestras de **Blando de Sonora**, tres de **Chapalote**, dos de **Onaveño**, tres de **Reventador** y cinco de **Vandeno**, dos de las cuales están cruzadas con **Elotero de Sinaloa**.

**Exploración y colecta en los municipios de El Quiriego, Rosario Tesopaco y Yécora, Sonora. 26 a 28 de diciembre de 2007.**

En el tramo El Quiriego a Rosario Tesopaco, el maíz ha sido substituido principalmente por sorgo y pastos forrajeros y por ajonjolí. No se obtuvieron muestras de maíz nativo. El Quiriego es un territorio eminentemente pecuario en el que aun persisten las Etnias Yaqui y Mayo.

En Rosario Tesopaco se visitó a Marta Soto, quien se iniciaba como responsable del CADER para esta zona. Menciono que las condiciones durante los últimos años han sido muy poco propicias para el cultivo del maíz, el cual también ha sido substituido por sorgo y pastos forrajeros. En este municipio la principal actividad es también la ganadería.

El maíz se consume en elote, nixtamal-tortillas y como forraje. También se mencionó la producción de Maíz Blando, que usan para producir harina para elaborar “Coricos” (Rosquilla de harina de maíz), pero no se obtuvo muestra. En Nuri recuerdan que anteriormente se sembró H-412 y H-419.

Las condiciones en que se siembra en esta región son similares a las de Álamos; en las localidades en que se colectó, la altura fue de entre 375 y 586 m sobre el nivel del mar.

Se logro obtener cinco muestras de **Tabloncillo**, dos de las cuales presentan características de **Onaveño**.

En la localidad de Yécora, con el apoyo del Sr. Arcadio Valenzuela (Dueño del Restaurante y Hotel El Dorado), se consiguió que el Sr. Jesús Valenzuela Peña nos apoyara como guía para recorrer la región. El temporal en la región es bueno y se registran precipitaciones anuales promedio de 1,000 milímetros. Yécora es cuna de la Etnia Pima y la Mesa del Campanero es Reserva Ecológica. Es común la siembra de maíz para elote con semilla mejorada traída de Cuauthemoc,

Chihuahua, el granizo puede ser problema; la región es ganadera y se siembra sorgo.

Se obtuvieron muestras en Los Vallecitos (Agua Zarca), Rancho Huahuasari, El Trigo de Corodepe (aunque está en el recorrido, corresponde al municipio de Sahuaripa), Rancho Rincón del Cajón Colorado, Agua Blanca y Yécora. Estas localidades están ubicadas entre 1380 y 1570 m snm. Se obtuvieron seis muestras de **Tabloncillo** (una de estas fue traída de El Pilar, Moris, Chihuahua); una muestra de un híbrido de grano blanco traído de Cuauhtemoc Chihuahua con características de **Tuxpeño**; una de **Dulcillo** y una de **Gordo** con características de Blando de Sonora.

En esta región, barbechan y surcan el terreno plano con tracción animal. Siembran a 70 y 80 cm entre hileras, y 50 a 70 cm entre matas. Algunos fertilizan con 100 a 150 Kg de urea cuando “da tierra”. Siembran a fines de mayo y junio y cosechan en noviembre y diciembre. Hizo referencia a la incidencia de pudriciones de mazorca (grano) y de gorgojos que dañan al grano.

Usan el maíz para consumo humano (nixtamal-tortilla, elote, pozole, tamales) y pecuario (molido para vacuno, lechero y porcino), elotes a los 60 días, el maíz blando para “coricos”. Se presenta daño por granizo, pudriciones de grano y daño de gusano elotero.

La Mesa del Campanero ó la Mesa de los Fraijo, es un lugar especial en esta región por su mayor altitud, ya que está ubicado a 2100 m snm. Siembran Maíz Olote delgado de grano cristalino, pesado (**Tabloncillo/Onaveño**), Pinto Amarillo (**Tabloncillo**), y Maíz Blando (**Gordo/Tabloncillo**), de cada uno de los cuales se obtuvo una muestra.

Usan tracción animal para la preparación del terreno que inicia en diciembre y enero, para “cosechar agua” de lluvias y de nevadas (equipatas). Siembran en

abril “a busca jugo” a una profundidad de 20 a 25 cm y cosechan en noviembre. Fertilizan con triple 17 (NPK). Surcos a 80 cm y 70 cm entre semillas. Usan el maíz para consumo humano y lo proporciona molido al ganado vacuno y lechero. También siembran maíz híbrido como P-30G56 para elote, comprado en Cd. Obregón, Sonora, pero no produce bien.

**Exploración y colecta en los municipios de Cajeme, Suaqui Grande y Ónavas, Sonora. 21 de enero de 2007.**

**Los Hornos, Municipio de Cajeme:** Entrevistamos a Jesús Vega, agricultor que siembra híbridos con riego (100 ha), se mostró interesado en sembrar maíces nativos si se le proporciona semilla.

**Cumuripa, Municipio de Cajeme:** Poca actividad agrícola, se siembra principalmente forraje para ganado. La mayoría de los terrenos agrícolas se encuentran enmontados por causa es la sequía de los últimos años y falta de apoyos gubernamentales.

**Suaqui Grande, Municipio de Suaqui Grande:** Se encontró un agricultor que sembró maíz híbrido, manifestó que en la región se dejó de sembrar maíz por la sequía.

**Ónavas, Municipio de Ónavas:** Siembran maíz híbrido para elote. Hace 15 años que no se siembra maíz nativo Pinto Amarillo (**Tabloncillo**), pero se encontró a un agricultor que tiene dos años sembrándolo y se obtuvo una muestra. En general recuerdan los maíces nativos Blando, Pinto Amarillo, Dulce y Chapalote, pero manifestaron que la semilla se perdió al dejar de sembrar por la sequía.

**Exploración en los Municipio de Sahuaripa y Arivechi (Ruta del Río Sahuaripa). 22 y miércoles 23 de enero de 2008**

En esta región se exploraron dos estratos de altitud; una de 444 a 708 m snm en la que los terrenos sembrados en la vega del río Sahuaripa fueron arrasados por

la creciente en el verano de 2007. Se siembran híbridos de maíz para elote en terrenos con riego complementario por bombeo. Realizan la preparación del terreno con tractor y siembran y cultivan con tracción animal. Presentan problemas de chapulines, gusano cogollero, gusano elotero, pulgón y hoja colorada. Se obtuvieron una muestra de **Blando de Sonora**, dos muestras de **Dulcillo**, cinco de **Tabloncillo** (una de las cuales está cruzada con Vandeño); una de **Vandeño** cruzado con Onaveño y tres de **Onaveño** (uno cruzado con Tabloncillo y otro cruzado con Vandeño).

El otro estrato que se exploró fue en el Trigo de Corodepe y Tarachi, entre 1180 y 1505 m snm. En esta se obtuvieron: una muestra de **Tabloncillo Perla**, una de **Gordo**, una de **Dulcillo**, dos de **Onaveño** y dos de **Tabloncillo** (una de las cuales está cruzada con Blando de Sonora).

**Exploración en los Municipios de Tepache, Divisaderos, Moctezuma, Huásabas, Huachinera, Bacerac, Bavispe y Nácori Chico: Mesa de Tres Ríos. 24 y 25 de enero de 2008.**

En Tepache y Divisaderos se siembra poco maíz, y el 2007 fue el primer año que se presentó una desecación prematura de la planta, iniciando desde abajo, que provocó que no llegara a producir grano en muchos casos. Se obtuvieron dos muestras, una de **Onaveño** y una de **Vandeño**.

En Moctezuma y Huásabas se mantiene la producción de Chapalote para elaborar pinole para su comercialización; también se siembra Maizón (Vandeño) y Perla (Tabloncillo). Algunos agricultores en Moctezuma, Huásabas y Bacerac cuentan con riego por bombeo complementario, fertilizan con urea y siembran híbridos. Realizan la preparación del terreno con tractor y siembran y cultivan con tracción animal. Se presentan problemas de gusano cogollero, maleza, secadera y chicharrita. Las localidades vistas están entre 537 y 626 m snm. Se obtuvieron cuatro muestras de **Onaveño**, siete de **Chapalote**, una de **Reventador** y una de **Vandeño**.

En localidades arriba de los 1000 n snm, en Bacerac y Bavispe no se encontró maíz. En Aribabi, municipio de Huachinera (1380 m snm) se obtuvieron una muestra de **Tabloncillo** y una de **Gordo** con Apachito. En La mesa de Tres Ríos, municipio de Nácori Chico (1880m snm) se obtuvieron dos muestras de **Gordo**.

**Exploración y colecta en los Municipios de Baviácora, Aconchi, Huépac, Banámichi y Arizpe (Ruta del Río Sonora), Cucurpe y Magdalena. 26 a 28 de enero de 2008.**

La exploración inició en el municipio de Baviácora, aproximadamente a 500 m snm, y se fue ascendiendo hasta los 800 m en Arizpe. En esta región la superficie agrícola es de riego en la orilla del río y de temporal en el resto, la primera se siembra con cacahuete, chile, ajo, forraje y maíz híbrido para elote; la preparación del terreno se hace de manera mecanizada y se siembra y cultiva con tracción animal. El último año la planta de maíz se secó prematuramente, fenómeno que se relacionó con altas temperaturas que ocurrieron en el ciclo. En Aconchi y La Estancia siembran Reventador para hacer pinole. En Arizpe contamos con el apoyo del M.V.Z. Rafael Armando Alvarado Bojórquez como guía. Se obtuvieron muestras en Aconchi y Arizpe: cinco de **Vandeño**, dos de **Reventador**, cuatro de **Onaveño** y una de **Blando de Sonora**.

Merece mención especial Bacanuchi, municipio de Arizpe, por ser una localidad aislada a 1046 m de altitud, en el camino viejo de Arizpe a Cananea, tiene terrenos de riego, y se encontró una excelente muestra de Maizón (**Vandeño**) y de **Onaveño**. En Cucurpe y Magdalena, no se siembra maíz, los terrenos de riego los usan para sembrar cebada y hortalizas.

**Exploración y colecta en los Municipios de Ures, Mazatán, Soyopa y Bacanora. 29 de enero de 2008.**

En esta región los agricultores manifestaron la poca siembra de maíz, utilizando híbrido para elote, en los terrenos donde se riega por bombeo. La siembra de

temporal ya no se realiza y la semilla de maíces nativos como Chapalote se perdió. No se obtuvieron muestras.

Se colectaron en Sonora un total de 87 muestras correspondientes a 13 municipios (Anexo 1). Se encontraron 10 razas de maíz nativo, de las cuales la mayor parte fueron de Tabloncillo (26 muestras), Onaveño (14), Vandeño (13) y Chapalote (10). Se colectó una muestra de maíz híbrido tipo Tuxpeño. Las razas mayormente distribuidas fueron Onaveño, Vandeño y Tabloncillo, los dos primeros a lo largo del recorrido y coincidiendo en los municipios; y Tabloncillo se concentró en la parte centro sur del estado (Cuadro 4). Estas tres razas fueron también las que presentaron influencia entre ellas, principalmente Vandeño y Tabloncillo en Onaveño, y Onaveño en Vandeño y Tabloncillo. También se observó influencia de Chapalote en Reventador y Blando de Sonora en Tabloncillo y en Gordo. Es digno de mencionar en una muestra del sur del estado, la influencia de Elotero de Sinaloa, considerando que, aparte de Chapalote fue la muestra que presentó antocianinas, y por la cercanía de Choix, Sinaloa, donde se ha colectado Elotero de Sinaloa; también hay que tomar en cuenta la introducción de Maíz Azul de Chihuahua, como sucedió este año en la misma localidad.

Los municipios donde se obtuvieron mayor cantidad de muestras fueron Álamos (19), Sahuaripa (14) y Yécora (13), esto coincide con que estos son los municipios que en los años más recientes han dedicado la mayor superficie la siembra de maíz de temporal en el estado (Cuadro 5). Estos municipios también presentaron la mayor diversidad de razas, con la salvedad de que en Álamos tres de ellas fueron reintroducidas este año mientras que Sahuaripa, de las 10 razas colectadas, no están representadas Chapalote y Reventador, las cuales se circunscriben a Moctezuma, Huásabas y Aconchi.

CUADRO 5. Tipos de maíz nativo colectados en Sonora. 2007-2008

Raza de Maíz Nativo	Ála	Ros	Óna	Yéc	Sah	Arv	Tep	Moc	Hus	Huá	Nac	Aco	Ari	Tot
1. Blando de Sonora	3				1							1		5
2. Chapalote	3							3	4					10
3. Dulcillo				1	3									4
4. Gordo				3	1					1	2			7
5. Onaveño	2				1	2	1	3	1			1	3	14
6. Reventador	3							1				2		6
7. Tabloncillo	3	5	1	8	6	2				1				26
8. Tabloncillo Perla					1									1
9. Vandeño	5				1		1		1			2	3	13
10. Tuxpeño				1										1
Total	19	5	1	13	14	4	2	7	6	2	2	6	6	87

Ála: Álamos, Ros: Rosario Tesopaco, Óna: Ónavas, Sah: Sahuaripa, Arv: Arivechi, Tep: Tepache, Moc: Moctezuma, Huá: Huásabas, Nac: Nácori Chico, Aco: Aconchi, Ari: Arizpe, Tot: Total

### 3. IDENTIFICACIÓN RACIAL

Con el apoyo del Dr. Juan Manuel Hernández Casillas, se realizó la identificación racial, de las 87 muestras obtenidas en Sonora, que corresponden a 40 realizadas en 2007 y 47 en 2008. Se identificaron nueve razas, en algunas muestras con evidente cruzamiento entre algunas de ellas. (Cuadro 6).

**CUADRO 6. RELACIÓN DE MUESTRAS GEOREFERENCIADAS, DE MAÍCES NATIVOS DEL ESTADO DE SONORA**

No.	RAZA	NOMBRE COMÚN	FECHA DE COLECTA	No. DE MAZORCAS	AGRICULTOR	LOCALIDAD	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ALTURA mSNM
2007-01	Blando de Sonora	Maíz Blando	13-Nov-07	50	Rosario Mares Gutiérrez	Cochibampo, Mpio. de Álamos, Son.	27° 10.377'	108° 49.446'	461
2007-10	Blando de Sonora	Maíz Blando	14-Nov-07	25	Martín Rojo Escalante	La Isleta, Mpio. de Álamos, Son.	26° 50' 37.0"	108° 54' 43.0"	204
2007-14	Blando de Sonora	Maíz Blando	15-Nov-07	50	Juana Moroyoqui Gutiérrez	Munihuasa, Mpio. de Álamos, Son.	27° 08' 51.5"	108° 48' 14.4"	482
2008-50	Blando de Sonora	Maíz Blando	22-Ene-08	50	Francisco López Jiménez	Huisamopa, Mpio. de Sahuaripa, Son.	28° 36' 46.8"	109° 06' 21.6"	708
2008-74	Blando de Sonora	Maíz Blando	26-Ene-08	7	Juan Miguel Lugo Vindiola	Aconchi, Mpio. de Aconchi, Son.	29° 49' 25.0"	110° 13' 33.9"	618
2007-02	Chapalote	Chapalote	13-Nov-07	50	Rosario Mares Gutiérrez	Cochibampo, Mpio. de Álamos, Son.	27° 10.377'	108° 49.446'	461
2007-11	Chapalote	Chapalote	14-Nov-07	18	Martín Rojo Escalante	La Isleta, Mpio. de Álamos, Son.	26° 50' 37.0"	108° 54' 43.0"	204
2007-18	Chapalote	Chapalote	15-Nov-07	25	Salvador Coronado Palomares	Cochibampo, Mpio. de Álamos, Son.	27° 10' 15.9"	108° 49' 37.5"	463
2008-57	Chapalote	Reventador	24-Ene-08	100	Leobardo Sagasta Montaño	La Mesa, Mpio. de Moctezuma, Son.	29° 47' 15.3"	109° 40' 48.2"	619
2008-59	Chapalote	Reventador	24-Ene-08	50	José Urquijo Madrid	Huásabas, Mpio. de Huásabas, Son.	29° 54' 14.7"	109° 17' 57.3"	537
2008-60	Chapalote	Reventador	24-Ene-08	50	Luis Alfonso Leyva Valdés	Huásabas, Mpio. de Huásabas, Son.	29° 54' 23.4"	109° 18' 05.3"	545
2008-64	Chapalote	Reventador	25-Ene-08	50	Francisco Moroyoqui Durazo	Huásabas, Mpio. de Huásabas, Son.	29° 54' 25.6"	109° 18' 04.2"	542
2008-65	Chapalote	Reventador	25-Ene-08	50	Gloria Leyva Moroyoqui	Huásabas, Mpio. de Huásabas, Son.	29° 54' 15.9"	109° 17' 58.8"	537
2008-67	Chapalote	Reventador oscuro	26-Ene-08	50	Sigifredo Chua Gámez	Moctezuma, Mpio. de Moctezuma, Son.	29° 48' 19.4"	109° 40' 27.4"	596
2008-68	Chapalote	Reventador X varios	26-Ene-08	25	Sigifredo Chua Gámez	Moctezuma, Mpio. de Moctezuma, Son.	29° 48' 19.4"	109° 40' 27.4"	596
2007-28	Dulcillo	Maíz Dulce	27-Dic-07	2 kg	Gildardo López Acuña	El Trigo de Corodepe, Mpio. de Yécora, Son.	28° 37' 29.2"	108° 56' 50.6"	1380
2007-33	Dulcillo	Maíz Dulce	27-Dic-07	50	Isidro López Jiménez	Agua Blanca, Mpio. de Yécora, Son.	28° 32' 13.3"	108° 55' 28.8"	1435
2008-49	Dulcillo	Maíz Dulce	22-Ene-08	50	Francisco López Jiménez	Huisamopa, Mpio. de Sahuaripa, Son.	28° 36' 46.8"	109° 06' 21.6"	708
2008-87	Dulcillo	Maíz Dulce	22-Ene-08	6	Guadalupe Valencia Salazar	La Mesita del Cuajari, Mpio. de Sahuaripa, Son.	29° 00' 19.32	109° 12' 47.52	455
2007-27	Gordo	Maíz Blando	27-Dic-07	50	Gildardo López Acuña	El Trigo de Corodepe, Mpio. de Yécora, Son.	28° 37' 29.2"	108° 56' 50.6"	1380
2007-37	Gordo	Maíz Blando	28-Dic-07	100	Esperanza Grijalva Campos	Yécora, Mpio. de Yécora, Son.	28° 22' 03.6"	108° 55' 14.9"	1527
2008-84	Gordo	Maíz Blando	05-Feb-08	50	Pedro Cárdenas Dórame	Mesa de Tres Ríos, Mpio. De Nácori Chico, Son.	29° 50' 25"	108° 42' 35"	1880
2008-85	Gordo	Maíz Blando	05-Feb-08	52	Isidro Cárdenas Dórame	Mesa de Tres Ríos, Mpio. De Nácori Chico, Son.	29° 50' 25"	108° 42' 35"	1880
2008-63	Gordo (Apachito)	Maíz Blando	25-Ene-08	25	Oscar Ramos Noriega	Aribabai, Mpio. De Huachinera, Son.	30° 04' 12.4"	109° 05' 20.8"	1438
2007-31	Gordo (Blando de Sonora)	Maíz Blando	27-Dic-07	50	Rosario García Rascón	Aqua Blanca, Mpio. de Yécora, Son.	28° 32' 13.3"	108° 55' 28.8"	1435
2007-39	Gordo (Tabloncillo)	Maíz Blando	28-Dic-07	50	Jesús Rodríguez Demoss	La Mesa, Mpio. de Yécora, Son.	28° 19' 48.8"	109° 00' 42.3"	2099
2007-03	Onaveño	Pirineo	13-Nov-07	50	Rosario Mares Gutiérrez	Cochibampo, Mpio. de Álamos, Son.	27° 10.377'	108° 49.446'	461
2008-48	Onaveño	Maíz	22-Ene-08	50	Daniel Villareal López	Tarachi, Mpio. de Arivechi, Son.	28° 48' 34.8"	108° 56' 22.2"	1180
2008-53	Onaveño	Pinto Amarillo	23-Ene-08	50	Ángel Montaño Ocejó	Tepache, Mpio. de Tepache, Son.	29° 32' 08.4"	109° 31' 49.3"	586
2008-56	Onaveño	Pinto Amarillo	24-Ene-08	50	Leobardo Sagasta Montaño	La Mesa, Mpio. de Moctezuma, Son.	29° 47' 15.3"	109° 40' 48.2"	619
2008-58	Onaveño	Maíz Blanco	24-Ene-08	50	Manuel Mendoza Moreno	Moctezuma, Mpio. de Moctezuma, Son.	29° 48' 32.2"	109° 40' 48.0"	626
2008-75	Onaveño	Aperlado	26-Ene-08	8	Juan Miguel Lugo Vindiola	Aconchi, Mpio. de Aconchi, Son.	29° 49' 25.0"	110° 13' 33.9"	618
2007-04	Onaveño	Pinto Amarillo	14-Nov-07	50	Jorge Saucedo Rodríguez	La Labor de Santa Lucía, Mpio. de Álamos, Son.	26° 55' 12.2"	108° 55' 19.8"	281
2008-47	Onaveño (Tabloncillo)	Maíz	22-Ene-08	15	Margarita Villareal López	Tarachi, Mpio. de Arivechi, Son.	28° 48' 34.2"	108° 56' 15.8"	1176

No.	RAZA	NOMBRE COMÚN	FECHA DE COLECTA	No. DE MAZORCAS	AGRICULTOR	LOCALIDAD	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ALTURA mSNM
2008-79	Onaveño (Tabloncillo)	Pinto Amarillo	27-Ene-08	80	Jesús María Montoya Borbón	Arizpe, Mpio. de Arizpe, Son.	30° 20' 00.1"	110° 10' 03.8"	825
2008-52	Onaveño (Vandeño)	Pinto Amarillo	23-Ene-08	50	Jacobo Quintana Quintana	Tacupeto, Mpio. de Sahuaripa, Son.	28° 45' 24.2"	109° 08' 12.9"	584
2008-55	Onaveño (Vandeño)	Maíz Blanco	24-Ene-08	50	Leobardo Sagasta Montaño	La Mesa, Mpio. de Moctezuma, Son.	29° 47' 15.3"	109° 40' 48.2"	619
2008-61	Onaveño (Vandeño)	Maízón	24-Ene-08	50	Luis Alfonso Leyva Valdés	Huásabas, Mpio. de Huásabas, Son.	29° 54' 23.4"	109° 18' 05.3"	545
2008-77	Onaveño (Vandeño)	Onaveño	27-Ene-08	50	Manuel Ceceña Parada	Arizpe, Mpio. de Arizpe, Son.	30° 19' 57.0"	110° 10' 09.5"	848
2008-81	Onaveño (Vandeño)	Onaveño	28-Ene-08	25	Ofelio Vázquez Rivera	Bacanuchi, Mpio. de Arizpe, Son.	30° 36' 26.7"	110° 14' 05.5"	1046
2007-09	Reventador	Reventador	14-Nov-07	28	Martín Rojo Escalante	La Isleta, Mpio. de Álamos, Son.	26° 50' 37.0"	108° 54' 43.0"	204
2007-15	Reventador	Reventador	15-Nov-07	50	Juana Moroyoqui Gutiérrez	Munihuasa, Mpio. de Álamos, Son.	27° 08' 51.5"	108° 48' 14.4"	482
2007-17	Reventador	Reventador	15-Nov-07	50	Salvador Coronado Palomares	Cochibampo, Mpio. de Álamos, Son.	27° 10' 15.9"	108° 49' 37.5"	463
2008-69	Reventador	Reventador Blanco	26-Ene-08	10	Sigifredo Chua Gámez	Moctezuma, Mpio. de Moctezuma, Son.	29° 48' 19.4"	109° 40' 27.4"	596
2008-72	Reventador	Reventador	26-Ene-08	10	Francisco García Romo	La Estancia, Mpio. de Aconchi, Son.	29° 47' 36.8"	110° 12' 36.4"	598
2008-73	Reventador (Chapalote)	Reventador	26-Ene-08	35	Juan Miguel Lugo Vindiola	Aconchi, Mpio. de Aconchi, Son.	29° 49' 25.0"	110° 13' 33.9"	618
2007-05	Tabloncillo	Ocho Carreras	14-Nov-07	50	Jorge Saucedo Rodríguez	La Labor de Santa Lucía, Mpio. de Álamos, Son.	26° 55' 12.2"	108° 55' 19.8"	281
2007-12	Tabloncillo	Pinto Amarillo	14-Nov-07	14	Martín Rojo Escalante	La Isleta, Mpio. de Álamos, Son.	26° 50' 37.0"	108° 54' 43.0"	204
2007-16	Tabloncillo	Pinto Amarillo	15-Nov-07	50	Juana Moroyoqui Gutiérrez	Munihuasa, Mpio. de Álamos, Son.	27° 08' 51.5"	108° 48' 14.4"	482
2007-22	Tabloncillo	Pinto Amarillo	27-Dic-07	54	Hélfido Valenzuela Holguín	Los Vallecitos, Mpio. De Yécora, Son.	28° 24' 38.3"	108° 55' 31.9"	1570
2007-23	Tabloncillo	Pinto Amarillo elotero	27-Dic-07	50	Hélfido Valenzuela Holguín	Los Vallecitos, Mpio. De Yécora, Son.	28° 24' 38.3"	108° 55' 31.9"	1570
2007-24	Tabloncillo	Pinto Amarillo	27-Dic-07	50	Josefina López Jiménez	R. Huahuasari, Mpio. de Yécora, Son.	28° 30' 28.2"	108° 55' 28.1"	1440
2007-29	Tabloncillo	Maíz Blanco	27-Dic-07	52	Horacio Ochoa Acuña	El Trigo de Corodepe, Mpio. de Yécora, Son.	28° 35' 28.9"	108° 55' 05.5"	1505
2007-32	Tabloncillo	Maíz Amarillo	27-Dic-07	50	Rosario García Razcón	Agua Blanca, Mpio. de Yécora, Son.	28° 32' 13.3"	108° 55' 28.8"	1435
2007-35	Tabloncillo	Pinto Amarillo	28-Dic-07	50	Omar Fraijo Acedo	La Mesa, Mpio. de Yécora, Son.	28° 20' 06.7"	109° 01' 05.5"	2109
2007-36	Tabloncillo	Pinto Amarillo	28-Dic-07	50	Esperanza Grijalva Campos	Yécora, Mpio. de Yécora, Son.	28° 22' 03.6"	108° 55' 14.9"	1527
2007-38	Tabloncillo	Blanco de El Pilar	28-Dic-07	50	Esperanza Grijalva Campos	Yécora, Mpio. de Yécora, Son.	28° 22' 03.6"	108° 55' 14.9"	1527
2007-86	Tabloncillo	Ocho Carreras	26-Dic-07	25	Vidal Leyva Ortega	La Estrella, Mpio. de Rosario, Son.	27° 49' 37.3"	109° 14' 41.3"	503
2008-40	Tabloncillo	Pinto Amarillo	21-Ene-08	50	José Ramón Valenzuela Estrella	Ónavas, Mpio. de Ónavas, Son.	28° 27' 44.0"	109° 31' 40.3"	167
2008-43	Tabloncillo	Maíz Amarillo	22-Ene-08	50	Manuel Campa Silva	Sahuaripa, Mpio. de Sahuaripa, Son.	29° 03' 08.3"	109° 14' 05.2"	444
2008-44	Tabloncillo	Pinto Amarillo	22-Ene-08	50	Guadalupe Valencia Salazar	La Mesita del Cuajari, Mpio. de Sahuaripa, Son.	29° 00' 19.32"	109° 12' 47.52"	455
2008-45	Tabloncillo	Pinto Amarillo	22-Ene-08	50	Alfonso Úbari Robles	Arivechi, Mpio. de Arivechi, Son.	28° 55' 46.9"	109° 11' 17.5"	516
2008-46	Tabloncillo	Maíz de la Sierra	22-Ene-08	50	Alfonso Úbari Robles	Arivechi, Mpio. de Arivechi, Son.	28° 55' 46.9"	109° 11' 17.5"	516
2008-51	Tabloncillo	Pinto Amarillo	22-Ene-08	30	Francisco López Jiménez	Huisamopa, Mpio. de Sahuaripa, Son.	28° 36' 46.8"	109° 06' 21.6"	708
2008-62	Tabloncillo	Pinto Amarillo	25-Ene-08	50	Oscar Ramos Noriega	Aribabai, Mpio. De Huachinera, Son.	30° 04' 12.4"	109° 05' 20.8"	1438
2008-82	Tabloncillo	Pinto Amarillo	29-Ene-08	4 kg	Anselmo Valenzuela Santacruz	Nuri, Mpio. de Rosario Tesopaco, Son.	28° 06' 56.1"	109° 19' 35.1"	375
2007-30	Tabloncillo (Blando de Sonora)	Maíz Blando	27-Dic-07	50	Horacio Ochoa Acuña	El Trigo de Corodepe, Mpio. de Yécora, Son.	28° 35' 28.9"	108° 55' 05.5"	1505
2007-34	Tabloncillo (Onaveño)	Olote Delgado	28-Dic-07	50	Uriel Fraijo Razcón	La Mesa, Mpio. de Yécora, Son.	28° 20' 04.4"	109° 00' 41.9"	2101

No.	RAZA	NOMBRE COMÚN	FECHA DE COLECTA	No. DE MAZORCAS	AGRICULTOR	LOCALIDAD	LATITUD NORTE	LONGITUD OESTE	ALTURA mSNM
2007-20	Tabloncillo (Ovaveño)	Pinto Amarillo	26-Dic-07	50	Vidal Leyva Ortega	La Estrella, Mpio. de Rosario, Son.	27° 49' 37.3"	109° 14' 41.3"	503
2007-21	Tabloncillo (Ovaveño)	Pinto Amarillo	26-Dic-07	201	José Aniceto Amaya Figueroa	La Estrella, Mpio. de Rosario, Son.	27° 49' 04.4"	109° 13' 02.1"	583
2008-83	Tabloncillo (Ovaveño)	Maíz Blanco	29-Ene-08	50	Rufino Armenta Coronado	Nuri, Mpio. de Rosario Tesopaco, Son.	28° 06' 56.1"	109° 19' 35.1"	375
2008-41	Tabloncillo (Vandeño)	Pinto Amarillo	22-Ene-08	50	Manuel Campa Silva	Sahuaripa, Mpio. de Sahuaripa, Son.	29° 03' 08.3"	109° 14' 05.2"	444
2007-26	Tabloncillo Perla	Maíz Blanco Cristalino	27-Dic-07	53	Gildardo López Acuña	El Trigo de Corodepe, Mpio. de Yécora, Son.	28° 37' 29.2"	108° 56' 50.6"	1380
2007-25	Tuxpeño	Híbrido de Chihuahua	27-Dic-07	50	Josefina López Jiménez	R. Huahuasari, Mpio. de Yécora, Son.	28° 30' 28.2"	108° 55' 28.1"	1440
2007-13	Vandeño	San Juan	15-Nov-07	50	Juana Moroyoqui Gutiérrez	Munihuasa, Mpio. de Álamos, Son.	27° 08' 51.5"	108° 48' 14.4"	482
2007-06	Vandeño	San Juan	14-Nov-07	50	Jorge Saucedo Rodríguez	La Labor de Santa Lucía, Mpio. de Álamos, Son.	26° 55' 12.2"	108° 55' 19.8"	281
2007-08	Vandeño	Mayobachi	14-Nov-07	50	José Juan Valenzuela Domínguez	La Labor de Santa Lucía, Mpio. de Álamos, Son.	26° 54' 51.9"	108° 50' 23.1"	282
2008-66	Vandeño	Maizón	25-Ene-08	12	Gloria Leyva Moroyoqui	Huásabas, Mpio. de Huásabas, Son.	29° 54' 15.9"	109° 17' 58.8"	537
2008-70	Vandeño	Maíz Blanco	26-Ene-08	50	Armando García Romo	La Estancia, Mpio. de Aconchi, Son.	29° 47' 45.7"	110° 12' 43.8"	610
2008-71	Vandeño	Maizón	26-Ene-08	50	Julio Alfonso Maldonado Durán	La Estancia, Mpio. de Aconchi, Son.	29° 47' 45.0"	110° 12' 42.9"	589
2008-76	Vandeño	Maizón	27-Ene-08	100	Manuel Ceceña Parada	Arizpe, Mpio. de Arizpe, Son.	30° 19' 57.0"	110° 10' 09.5"	848
2008-78	Vandeño	Maizón	27-Ene-08	50	Jesús María Montoya Borbón	Arizpe, Mpio. de Arizpe, Son.	30° 20' 00.1"	110° 10' 03.8"	825
2008-80	Vandeño	Maizón	28-Ene-08	100	Ofelio Vázquez Rivera	Bacanuchi, Mpio. de Arizpe, Son.	30° 36' 26.7"	110° 14' 05.5"	1046
2007-07	Vandeño (Elotero de Sinaloa)	Pinto Morado	14-Nov-07	50	José Juan Valenzuela Domínguez	La Labor de Santa Lucía, Mpio. de Álamos, Son.	26° 54' 51.9"	108° 50' 23.1"	282
2007-19	Vandeño (Elotero de Sinaloa)	Pinto Morado	15-Nov-07	50	Salvador Coronado Palomares	Cochibampo, Mpio. de Álamos, Son.	27° 10' 15.9"	108° 49' 37.5"	463
2008-54	Vandeño (Onaveño)	Maíz Chermeño	23-Ene-08	50	José Montaña Figueroa	Tepache, Mpio. de Tepache, Sonora	29° 32' 03.8"	109° 32' 01.4"	593
2008-42	Vandeño (Onaveño)	Maíz Blanco	22-Ene-08	50	Manuel Campa Silva	Sahuaripa, Mpio. de Sahuaripa, Son.	29° 03' 08.3"	109° 14' 05.2"	444

## VIII. DISCUSIÓN

La información reunida hasta la fecha (Matsuoka, 2002; Doebley, 2004; Buckler, 2005), indica que fue en la región megadiversa Mesoamericana de México, donde ahora confluyen los Estados de Guerrero, México y Michoacán, que se dio el único evento de domesticación del Teocintle del Balsas, dentro de los últimos 10,000 años, para dar origen al maíz, y que de éste evento surgieron, por la selección conciente de los habitantes de esa región, las Razas Mexicanas de Maíz, de las que gradualmente derivaron las de América Latina, retroalimentando a las Mexicanas en el curso del tiempo. En el diagrama que ha continuación se incluye, se trata de ilustrar en forma esquemática éstos sucesos extraordinarios a través de los cuales la gran diversidad genética heredada del teocintle al maíz y al sutil, hábil, empírico y efectivo mejoramiento genético de las Etnias se creó al maíz, uno de los cereales que sustentan directa e indirectamente a la humanidad.

Dicha diversidad ha sido confrontada desde las etapas iniciales, a las vicisitudes de la interacción con el ambiente. En la actualidad los cambios inducidos por los factores bióticos (fitopatógenos, insectos-plagas, maleza) y abióticos (edáficos, climáticos, económico-sociales) disminuyen con intensidad creciente la diversidad racial del maíz, su variación genética y la de sus parientes silvestres, por otro lado la conservación *ex situ* (colecta, almacenamiento y utilización) carece aún de instalaciones apropiadas para tal propósito.

Consideramos como un complemento importante incluir el Cuadro 7, en el que se proporciona información de las razas de maíz y sus parientes silvestres que han sido colectados en cada uno de los estados de México. Ésta información puede ser una referencia muy útil éste proyecto FZ002 y para el FZ016.

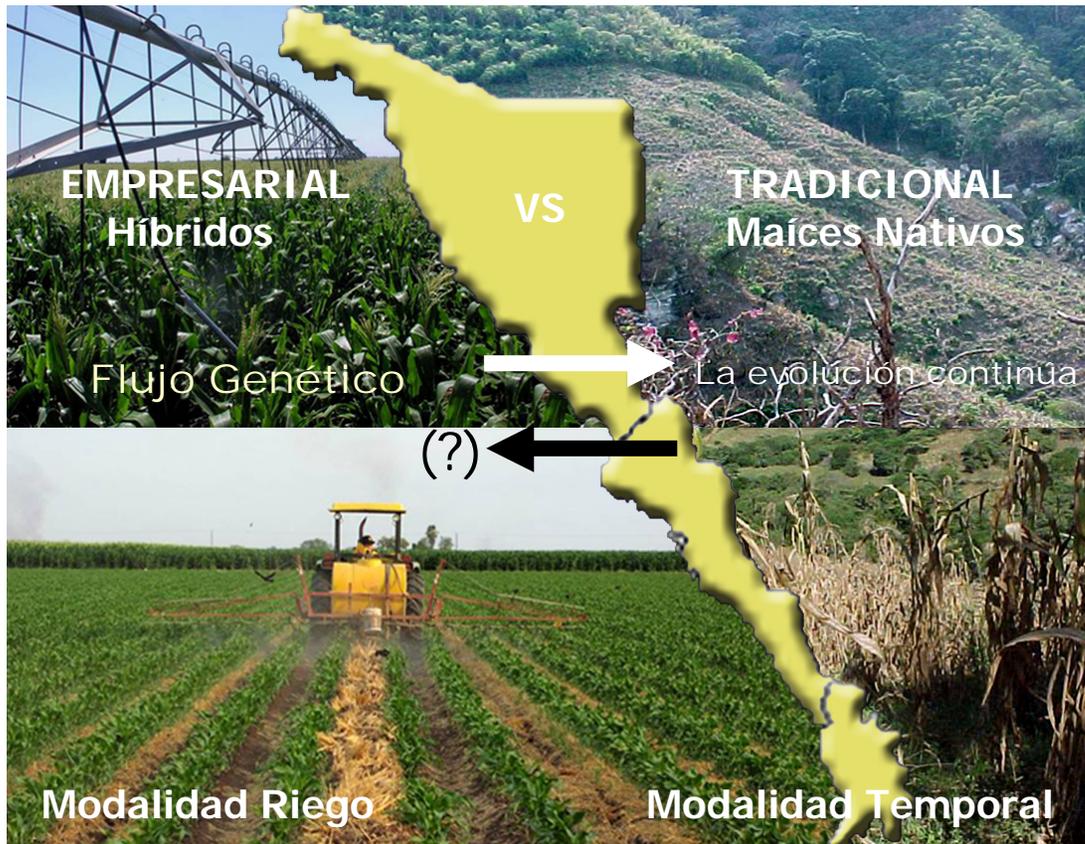


Figura 1. La práctica ancestral de explorar maíces con posible valor agregado, persiste y da lugar al flujo genético, que en la actualidad se ve confrontado con el posible impacto de la introgresión de transgenes.

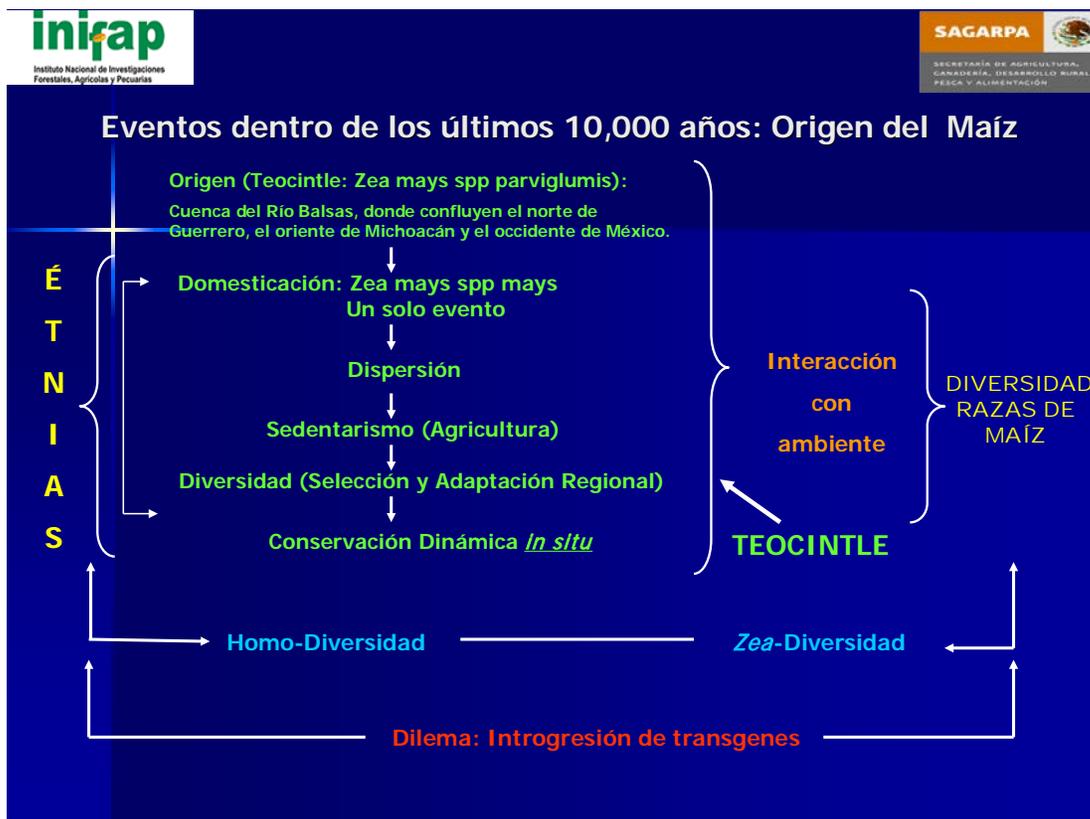


Figura 2. Diagrama que ilustra la secuencia de eventos de origen, domesticación, dispersión y diversificación del maíz (*Zea mays spp myas*).

CUADRO 7. DISTRIBUCIÓN DE LAS RAZAS DE MAÍZ EN MÉXICO. BASES DE DATOS DEL INIFAP. No publicado. Noviembre 2006.

1 Estado	2 Número de colectas de parientes silvestres		4 Número de colectas de maíces criollos			7 Centro de Origen	8 Centro de Domesticación	9 Centro de Diversidad	10 Número de razas	11 Razas	12 Diversidad Genética	13 Comentarios
	3 Tripsacum	Teocintle	4 Georreferenciadas	5 No Georreferenciadas	6 TOTAL							
<b>Aguascalientes</b>			69	8	77	NO	NO	NO	5	Tabloncillo, Cónico Norteño, Celaya, Chalqueño, Elotes Occidentales	Baja	No se tienen colectas de parientes silvestres. El número de colectas de criollos representa a cinco razas.
<b>Baja California y Baja California Sur</b>			6	9	15	NO	NO	NO	2	Tabloncillo, Tuxpeño	Baja	No se tienen colectas de parientes silvestres. El número de colectas de criollos es pequeño y solo representa a dos razas.
<b>Campeche</b>			98	37	135	NO	SI	NO	3	Tuxpeño, <b>Nal-Tel</b> , Dzit Bacal	Baja	No se tienen colectas de parientes silvestres. En el número de colectas hechas, están representadas tres razas. Existe una raza antigua
<b>Chiapas</b>	1	14	957	996	1,953	SI	SI	SI	13	<b>Nal-Tel</b> , Tehua, Comiteco, Olotón, Tepecintle, Zapalote Chico, Zapalote Grande, Motozinteco, Vandeño, Tuxpeño, Cónico, Dzit Bacal, Quicheño	Alta	Se tienen colectas de parientes silvestres; existe un alto número de colectas de criollos que representan 13 razas, lo que implica alta diversidad genética, además se ubica en Mesoamérica reconocida como Centro Origen del Maíz
<b>Chihuahua</b>	1		408	30	438	SI	SI	SI	17	Azul, Gordo, Apachito, Cristalino de Chih., Palomero de Chih., Tuxpeño Norteño, Tuxpeño, Chalqueño, Cónico Norteño, <b>Palomero Toluqueño</b> , Dulcillo, Celaya, Bolita, Blandito, <b>Nal-Tel</b> , Tabloncillo	Muy alta	Solamente se tiene una colecta de parientes silvestres. El número de colectas de criollos representa a 17 razas, esto es muy alta variabilidad. Esto significa que este estado es Centro de Diversidad.
<b>Coahuila</b>			152	6	158	NO	NO	NO	5	Ratón, Tuxpeño Norteño, Tuxpeño, Celaya, Cónico Norteño	Baja	En Coahuila no se tienen colectas de parientes silvestres. El número de colectas de criollos representa a cinco razas. Dos de éstas son importantes por su precocidad.

1 Estado	2 Número de colectas de parientes silvestres		4 Número de colectas de maíces criollos			7 Centro de Origen	8 Centro de Domesticación	9 Centro de Diversidad	10 Número de razas	11 Razas	12 Diversidad Genética	13 Comentarios
	3 Tripsacum	Teocintle	4 Georreferenciadas	5 No Georreferenciadas	6 TOTAL							
Colima	2	2	35	1	36	SI	SI	NO	5	Reventador, Complejo Serrano de Jalisco, Elotes Occidentales, Tabloncillo, Tuxpeño	Baja	Se tienen cuatro colectas de parientes silvestres, por lo que considerando el área estatal y las pocas colectas de criollos agrupadas en cinco razas. Se considera dentro del Centro de Origen y de la región de Mesoamérica, considerada Centro de Origen.
Durango	3	4	338	4	342	SI	SI	SI	22	Apachito, Azul, Celaya, Blandito, Bolita, Chalqueño, <b>Chapalote</b> , Tabloncillo, Dulce, Bofo, Cónico Norteño, Cónico, Cristalino de Chihuahua, Dulcillo, Gordo, Elotes Occidentales, Olotillo, Onaveño, Pepitilla, Reventador, Tuxpeño, Tuxpeño Norteño.	Altísima	Se tienen siete colectas de parientes silvestres; existe un buen número de colectas de criollos los cuales corresponden a <b>22</b> razas indicando la existencia de altísima variabilidad genética, esto ubica a Durango como Centro de Diversidad Genética y también como parte del Centro de Origen
Guanajuato	7		416	10	426	SI	SI	SI	7	Dulce, Cónico, Cónico Norteño, Celaya, Chalqueño, Elotes Occidentales, Tuxpeño	Media	Se tienen siete sirtios de presencia de Teocintle y un alto número de colectas de criollos, las que se agrupan en siete razas, es decir que existe variabilidad genética media y puede considerarse como Centro de Diversidad Genética y parte del Centro de origen.
Guerrero	32	31	383	28	411	SI	SI	SI	11	Pepitilla, Reventador, Olotillo, Vandeño, Conejo, Ancho, Elotes Occidentales, Tabloncillo, Tepecintle, <b>Nal-Tel</b> , Tuxpeño	Alta	Se han hecho 63 colectas de parientes silvestres y un alto número de colectas de criollos agrupadas en 11 razas. Lo que ubica a Guerrero como parte del Centro de Origen y Centro de Diversidad Genética.

1 Estado	2 Número de colectas de parientes silvestres		4 Número de colectas de maíces criollos			7 Centro de Origen	8 Centro de Domesticación	9 Centro de Diversidad	10 Número de razas	11 Razas	12 Diversidad Genética	13 Comentarios
	3 Tripsacum	Teocintle	Georeferenciadas	No Georeferenciadas	6 TOTAL							
<b>Hidalgo</b>			264	26	290	NO	NO	SI	10	Cónico, Chalqueño, Celaya, Tuxpeño, Olotón, Elotes Occidentales, Olotillo, Mushito, Cónico Norteño, <b>Arrocillo</b>	Alta	No se tienen colectas de parientes silvestres; el número de colectas de criollos, representa a 10 razas, lo que es un indicador de variabilidad alta y Centro de Diversidad Genética. Hidalgo se localiza en Mesoamérica
<b>Jalisco</b>	36	37	780	20	800	SI	SI	SI	18	Olotón, Dulce, Reventador, Zamorano, Tabloncillo, Pepitilla, Celaya, Complejo Serrano de Jalisco, Bofo, Bolita, Elotes Occidentales, Tuxpeño, Vandeño, Chalqueño, Jala, Cónico, Cónico Norteño	Altísima	Se han hecho 63 colectas de parientes silvestres. Además el alto número de colectas de criollos, se agrupan en 18 razas. Es decir que existe Altísima variabilidad, lo que ubica a Jalisco como parte del Centro de Origen y Centro de Diversidad Genética.
<b>México</b>	45	8	799	101	900	SI	SI	SI	13	<b>Palomero Toluqueño</b> , Cacahuacintle, Cónico, Chalqueño, Ancho, <b>Arrocillo</b> , Azul, Bolita, Celaya, Cónico Norteño, Elotes Occidentales, Pepitilla, Tuxpeño	Alta	Se han hecho 53 colectas de parientes silvestres y el alto número de colectas de criollos, se agrupan en 13 razas, esto es muy alta variabilidad, lo que ubica al Estado de México, como Centro de Diversidad Genética y parte del Centro e Origen.
<b>Michoacán</b>	51	3	513	58	571	SI	NO	SI	13	Dulce, Cónico, Celaya, Chalqueño, Elotes Occidentales, Tuxpeño, Olotillo, Reventador, Conejo, Mushito, Zamorano Amarillo, Cacahuacintle, Tabloncillo	Alta	Se han hecho 54 colectas de parientes silvestres y un alto número de colectas de criollos, que pertenecen a 13 razas, lo que ubica a Michoacán como Centro de Diversidad Genética y parte del Centro e Origen.
<b>Morelos</b>	3	4	169	14	183	SI	NO	SI	8	Pepitilla, Olotillo, Ancho, Tuxpeño, Tuxpeño Norteño, Cacahuacintle, Chalqueño, Cónico,	Media	Tiene siete colectas de parientes silvestres y buen número de colectas de criollos representativas de ocho razas. Esto es variabilidad media o Centro de Diversidad y parte del centro de Origen.

1 Estado	3 Número de colectas de parientes silvestres		6 Número de colectas de maíces criollos			7 Centro de Origen	8 Centro de Domesticación	9 Centro de Diversidad	10 Número de razas	11 Razas	12 Diversidad Genética	13 Comentarios
	2 Teocintle	3 Tripsacum	4 Georreferenciadas	5 No Georreferenciadas	6 TOTAL							
Nayarit	1	8	373	56	429	SI	NO	SI	13	Harinoso de Ocho, Dulce, Reventador, Tabloncillo, Jala, Tablilla de Ocho, Bofo, Elotes Occidentales, Olotillo, Dulcillo, Pepitilla, Tuxpeño y Vandeño	Alta	Tiene nueve colectas de parientes silvestres y un alto número de colectas de criollos, que se agrupan en 13 razas. Esto ubica a Nayarit como Centro de Diversidad y Parte del centro de Origen.
Nuevo León			111	25	136	NO	NO	NO	3	Ratón, Tuxpeño Norteño, Cónico Norteño	Baja	No tiene colectas de parientes silvestres. Tiene un buen número de colectas de criollos agrupados en tres razas; por lo que no se considera Centro de Diversidad Genética..
Oaxaca	2	3	1818	0	1,818	SI	SI	SI	18	<b>Nal-Tel</b> , Tehua, Comiteco, Olotón, Tepecintle, Zapalote Chico, Zapalote Grande, Vandeño, Tuxpeño, Cónico, Mushito, Bolita, Celaya, Chalqueño, Olotillo, Cónico Norteño, <b>Palomero Toluqueño</b> , Elotes Occidentales	Altísima	Solo tienes cinco colectas de parientes silvestres, y un altísimo número de colectas de criollos que representan 18 razas. Con esto se ubica como Centro de Diversidad y parte del Centro de Origen.
Puebla	6		897	49	946	SI	SI	SI	13	Tuxpeño, Cónico, Mushito, Bolita, Celaya, Chalqueño, Olotillo, Cónico Norteño, <b>Palomero Toluqueño</b> , Elotes Occidentales, Pepitilla, Cacahuacintle, <b>Arrocillo</b>	Alta	Tiene seis colectas de parientes silvestres y un número muy alto de criollos que se agrupan en 13 razas; esto ubica a Puebla como Centro de Diversidad Genética y Centro de Origen, además se ubica en la región Mesoamericana.
Querétaro			130	11	141	NO	NO	NO	5	Cónico, Celaya, Chalqueño, Cónico Norteño, Elotes Occidentales	Baja	No tiene colectas de parientes silvestres, pero si colectas de criollos que representan a cinco razas, que indican que posee variabilidad genética baja.

1 Estado	3 Número de colectas de parientes silvestres		4 Número de colectas de maíces criollos			7 Centro de Origen	8 Centro de Domesticación	9 Centro de Diversidad	10 Número de razas	11 Razas	12 Diversidad Genética	13 Comentarios
	2 Teocintle	Tripsacum	Georeferenciadas	5 No Georeferenciadas	6 TOTAL							
Quintana Roo			143	0	143	NO	SI	NO	5	Dzit Bacal, <b>Nal-Tel</b> , Olotillo, Tepecintle, Tuxpeño	Baja	No tiene colectas de parientes silvestres; por el número de colectas de criollos, representa a cinco razas ubicándolo con baja variabilidad genética. Sin embargo se tiene una raza antigua (Nal-Tel) que es el resultado de la domesticación del maíz.
San Luís Potosí		2	242	24	266	SI	SI	SI	11	Dzit Bacal, <b>Nal-Tel</b> , Olotillo, Tuxpeño, Celaya, Chalqueño, Cónico Norteño, Cónico, Elotes Occidentales, Harinoso de Ocho, Tabloncillo	Alta	Tiene dos colectas de parientes silvestres, un número intermedio de colectas de criollos, que representan 11 razas lo que significa alta variabilidad genética; esto implica que es un Centro de Diversidad Genética y queda parcialmente en el Centro de origen..
Sinaloa		2	241	63	304	SI	SI	SI	10	Blandito, Bofo, Dulce, <b>Chapalote</b> , Elotes Occidentales, Dulcillo, Onaveño, Reventador, Tabloncillo, Tuxpeño,	Alta	Tiene dos colectas de parientes silvestres, un número intermedio de colectas de criollos, que representan a 10 razas, es decir variabilidad alta. Es parte del Centro de Diversidad Genética. Actualmente los distritos de riego han dejado de ser centros de variabilidad genética de maíz criollo y de parientes silvestres debido a procesos de explotación agrícola intensiva que han desplazado a las variedades y maíces criollos a zonas de temporal.
Sonora			188	66	254	NO	SI	NO	8	Tuxpeño, <b>Chapalote</b> , Reventador, Blando, Dulcillo, Harinoso de Ocho, Tabloncillo, Onaveño	Media	No tiene colectas de parientes silvestres. Las colectas de criollos representan a ocho razas indicando una variabilidad media. Por esto se considera parte del Centro de Diversidad. Actualmente los distritos de riego han dejado de ser centros de variabilidad genética de maíz criollo y de parientes silvestres debido a procesos de explotación agrícola intensiva que han desplazado a las variedades y maíces criollos a zonas de temporal.

1 Estado	2 Número de colectas de parientes silvestres		4 Número de colectas de maíces criollos			7 Centro de Origen	8 Centro de Domesticación	9 Centro de Diversidad	10 Número de razas	11 Razas	12 Diversidad Genética	13 Comentarios
	3 Tripsacum	Teocintle	Georeferenciadas	5 No Georeferenciadas	6 TOTAL							
<b>Tabasco</b>			37	0	37	NO	SI	NO	6	Comiteco, <b>Nal-Tel</b> , Olotillo, Tuxpeño, Vandeño, Zapalote Grande	Media	No tiene colectas de parientes silvestres. Se tienen pocas colectas de criollos las que representan a seis razas, es decir variabilidad media. Por otro lado se tienen colectas y el productor siembra la raza antigua, Nal-Tel, lo que incluye a este estado como Centro de Domesticación.
<b>Tamaulipas</b>	* Teo		178	51	229	SI	SI	NO	5	Ratón, Tuxpeño Norteño, Tuxpeño, Dzit Bacal, <b>Nal-Tel</b>	Baja	No se tienen colectas de parientes silvestres, pero si un buen número de colectas de criollos que se obtuvieron en el centro y sur de Tamaulipas, que se agrupan en cinco razas lo que implica una baja variabilidad genética. Actualmente en el norte del estado, los distritos de riego han dejado de ser centros de variabilidad genética de maíz criollo y de parientes silvestres debido a procesos de explotación agrícola intensiva que han desplazado a las variedades y maíces criollos a zonas de temporal.
<b>Tlaxcala</b>			386	5	391	NO	SI	NO	6	<b>Palomero Toluqueño</b> , Cacahuacintle, Cónico, Chalqueño, <b>Arrocillo</b> , Elotes Occidentales	Media	No tiene colectas de parientes silvestres, pero el número de colectas de criollos representa a seis razas, lo que es indicativo de variabilidad media. Dado que cuenta con dos razas antiguas se le considera centro de domesticación y por ende Centro de Origen.
<b>Veracruz</b>		2	674	49	723	SI	SI	SI	15	<b>Palomero Toluqueño</b> , Tuxpeño, <b>Nal-Tel</b> , <b>Arrocillo</b> , Bolita, Cacahuacintle, Celaya, Chalqueño, Cónico, Dzit Bacal, Olotón, Elotes Occidentales, Mushito, Olotillo, Coscomatepec	Muy alta	Tiene dos colectas de parientes silvestres y un alto número de colectas de criollos que representan a 15 razas, esto es una variabilidad genética muy alta. Lo que incluye a Veracruz como Centro de Diversidad Genética.

1 Estado	3 Número de colectas de parientes silvestres		5 Número de colectas de maíces criollos			7 Centro de Origen	8 Centro de Domesticación	9 Centro de Diversidad	10 Número de razas	11 Razas	12 Diversidad Genética	13 Comentarios
	2 Teocintle	Tripsacum	4 Georreferenciadas	No Georreferenciadas	6 TOTAL							
Yucatán			221	31	252	NO	SI	NO	3	Tuxpeño, <b>Nal-Tel</b> , Dzit Bacal	Baja	No tiene colectas de parientes silvestres, pero si un buen número de colectas de criollos que se agrupan en tres razas indicando baja variabilidad. Dado que Nal-Tel es el resultado de la domesticación, se le considera Centro de Domesticación y por tanto de Origen.
Zacatecas		1	282	7	289	SI	NO	SI	8	Dulce, Cónico, Cónico Norteño, Celaya, Chalqueño, Elotes Occidentales, Tabloncillo, Tablilla de Ocho.	Media	Tiene una colecta de parientes silvestres y un número intermedio de colectas de criollos que representan ocho razas; esto es una variabilidad genética media. Es parte del Centro de Origen y de Diversidad.
<b>Total</b>	<b>190</b>	<b>121</b>	<b>11,308</b>	<b>1,785</b>	<b>13,093</b>							

En la época reciente el esfuerzo por documentar la diversidad racial del maíz en México, se hizo por Anderson y Cutler dando a conocer su artículo “Races of Zea mays: I. their recognition and classification”, en 1942. Después en 1951, se publica en castellano, por Wellhausen, Roberts y Hernández X. el famoso Folleto Técnico No. 5 “Razas de Maíz en México”, que describe 25 razas y siete no bien definidas.

Para el Estado de Sonora, a fines del 2007 y principios del 2008, en exploraciones correspondientes a este proyecto, se colectó principalmente de agricultores de la tercera edad, el Chapalote, Harinoso de Ocho, Dulcillo de Sonora, Reventador, Tabloncillo y tipos con interacción de Tuxpeño, Blando de Sonora y Onaveño. De éstas nueve razas el Chapalote y Reventador son maíces cristalinos, el Harinoso de Ocho, Blando de Sonora y Tabloncillo de endospermo suave, el Onaveño es cristalino o semicristalino y el Dulcillo de Sonora de grano enjuto. El Tuxpeño y el Vandeyo de grano dentado, éste último fue conocido como “Maizón” en el Valle del Yaqui, antes de los años cincuentas.

Tres colectas de Reventador y tres de Chapalote hechas en el municipio de Álamos, se obtuvieron de parcelas sembradas con semilla donada por “Native Seeds” de Tucson, Arizona. El análisis de éste evento podría contribuir al desarrollo de un proyecto, con cobertura nacional, en el que la conservación *ex situ* apoyará a la conservación *in situ*, abasteciendo oportunamente con semilla producida en los Centros Regionales del INIFAP a las comunidades que por factores adversos perdieron su semilla.

La agrupación racial propuesta por varios investigadores utilizando diversos procedimientos (Cuadro 1), conservan a las Razas de Maíz de Sonora en el mismo grupo, basado en la altura sobre el nivel del mar y posterior descripción morfológica de Wellhausen y colaboradores (1951). Así Cervantes *et al.* (1978) en su estudio genético (sin considerar las razas no bien definidas) reúne a las razas Chapalote, Reventador, Harinoso de Ocho y Tabloncillo en el mismo grupo, correspondiente a altitudes bajas del noroeste de México. Aunque el análisis de la

aptitud combinatoria específica manda al Tabloncillo al grupo de Valles Altos; Bretting y Goodman (1989) en su estudio cariotípico pasa al Chapalote al grupo del Dzit. Bacal y conserva a las otras seis en el mismo grupo en el que las colocó Wellhausen y colaboradores (1951). Sánchez y colaboradores en tres relevantes estudios (1992, 1993, 2000), incorporaron a seis razas de Sonora al Grupo “Ocho Carreras” (Blando de Sonora, Harinoso de Ocho, Onaveño, Reventador y Tabloncillo) y al Grupo Chapalote, que incluye Dulcillo del Noroeste, (antes nombrado Dulcillo de Sonora por Wellhausen en 1951) y al Chapalote.

La agrupación racial propuesta por Ruiz y colaboradores en 2001 (Cuadro 1), reviste especial valor, por que ubica a las razas de acuerdo a su adaptación climática, colocando a las razas de maíz de Sonora (Grupo Ocho Carreras: Blando de Sonora, Chapalote, Dulcillo del Noroeste, Onaveño y Reventador) en el clima semicálido a cálido (20 a 27°C) con 500 a 870 mm de lluvia y al Tabloncillo en el de 740 a 855 mm de lluvia; es decir en la región serrana en la que particularmente la precipitación duplica o triplica a la de los valles costeros, que promedia alrededor de 250 mm anuales (Apéndice 2). En el artículo de Ruiz (2001) no se incluyeron 17 de las razas propuestas por Sánchez (Cuadro 1).

La recolección del 2007/2008 en Sonora, que abarcó más de tres mil kilómetros, reveló que aun se tienen representantes en la región serrana de las ocho razas de maíz colectadas por Wellhausen a fines de la década de los cuarentas, lográndose obtener además muestras de la Raza Gordo en la Mesa de Tríos Ríos, del municipio Nacori Chico, colindante con Chihuahua y descrita por Hernández X. y Alanis en 1970. En ésta raza las glumas son de color morado y más desarrolladas que en las otras razas de Sonora. Corresponden al grupo de Ocho Carreras propuesto por Sánchez y colaboradores, los tipos que identificamos como Tabloncillos. Fue ésta la raza más común que muy probablemente incluye a Tabloncillo Perla (cristalino), Tablilla de Ocho y Harinoso de Ocho.

El Blando de Sonora está concentrado en el municipio de Yécora, con clima de transición a Valles Altos. Ambos, el Dulcillo de Sonora (ahora Dulcillo del Noroeste) y el Reventador son raros y pudieran perderse. Los tipos Onaveño son más comunes y muestran introgresión de Tabloncillo y de Tuxpeño-Vandeno.

Los maíces con acentuada apariencia de Tuxpeño-Vandeno los asociamos a generaciones avanzadas de la Serie 500 de híbridos formados con líneas de bajo endogamia de la raza Tuxpeño y de variedades de polinización libre de ésta raza, liberadas posteriormente en la década de los ochenta. Por último el Chapalote ha sido colectado en Sonora y aparentemente ya no existe en Sinaloa. En ésta ocasión los representantes típicos de ésta raza los ubicamos concentrados en Huásabas en el municipio del mismo nombre. Como en el caso del Dulcillo de Sonora y Reventador son poco comunes.

El Chapalote y el Harinoso de Ocho revisten especial importancia porque (Wellhausen, 1951) son los progenitores de las otras razas de maíz de Sonora (Figuras 3 y 4).

Llamó la atención del grupo de 23 colectas de "Pinto Amarillo"; designación que dan los agricultores que las proporcionaron a tipos con manifiesta introgresión de Tabloncillo, Tabloncillo Perla y Harinoso de Ocho que son de grano blanco. El Pinto Amarillo tiene abundancia de granos de color amarillo pálido y proporciones variables de grano blanco, algunos fuertemente y otros ligeramente tableados. Cuando preguntamos cuantos años tenían con éste maíz, varios de ellos mencionaron que más de 30 años. Ésta alta frecuencia de colectas de Pinto Amarillo, pudiera atribuirse a cruzamientos con el Dulcillo de Sonora que es de granos amarillos y a la posible utilización, para siembras, de maíz amarillo distribuido a zonas con problemas de abasto, desde que se iniciaron las importaciones masivas de maíz. Por lo que sería conveniente analizar éstos maíces para la presencia de transgenes.



**Figura 3.** El Chapalote en la actualidad (2007) está concentrado en Huásabas, Sonora. Se obtuvieron muestras de excelente calidad y pureza racial. Su valor radica en que es progenitor del grupo “Ocho Carreras” típico del noroeste de México.



**Figura 4.** El Harinoso de Ocho se atribuye al retorno a México de razas de América del Sur. Éste maíz integra al grupo “Ocho Carreras” típico del noroeste de México, que junto con el Tuxpeño originan el “Corn Belt Dent”.

## **IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

1. Después de un recorrido de más de 3,000 kilómetros en la región serrana de temporal de Sonora en el Invierno del 2007-2008, aun fue posible coleccionar 87 muestras en la mayoría de los casos, en los almacenes rústicos de los agricultores, las nueve razas (Blando de Sonora, Chapalote, Harinoso de Ocho, Onaveño, Reventador, Tabloncillo, Tabloncillo Perla, Tuxpeño y Vandeño), descritas por Wellhausen, Roberts y Hernández X. en 1951.

2. Durante la colecta se elaboró la hoja pasaporte para cada accesión. Ésta información, junto con la obtenida en la caracterización de las mazorcas de cada una se capturó en el Sistema Biótica 4.5 para crear la base de datos de maíces nativos de Sonora.

3. Se obtuvieron por primera vez en Sonora muestras de la raza de maíz Gordo y Vandeño.

4. Otro material que no había sido reportado en Sonora es el Pinto Amarillo; maíz con fuerte introgresión de Tabloncillo y hasta con 80% de grano amarillo, por su posible origen será conveniente analizar éstas accesiones para la presencia de transgenes.

5. Las razas menos frecuentes fueron Dulcillo del Noroeste, Blando de Sonora, Reventador y Tabloncillo Perla. Las más frecuentes fueron Tabloncillo-Pinto Amarillo, Tabloncillo, Onaveño y Chapalote.

6. Los maíces nativos de Sonora, como los de cada estado del país, tienen usos especiales que pudieran dar lugar, con el apoyo de incubadoras de empresas, al desarrollo y/o impulso de la cadena productiva, para influir positivamente en la calidad de vida de las Etnias y grupos mestizos que aún dependen de ellos.

7. En las vegas de los ríos de Sonora o en parcelas próximas a ellas donde existe la posibilidad de riego, los agricultores siembran semilla de híbridos de maíz y de maíces nativos, dándose la oportunidad de introgresión entre ellos.

8. Por esto para normar criterios será indispensable diseñar la investigación que contribuya a definir el impacto de transgenes en los maíces nativos y sus parientes silvestres.

9. En los recorridos rutinarios que se efectúan en el otoño-invierno y primavera-verano en los Valles del Yaqui y Mayo, no se han detectado parcelas sembradas con maíces nativos.

10. Sería muy deseable impulsar el ejemplo de "Native Seeds" de Tucson, Arizona. La conservación *ex situ*, puede jugar un papel muy importante en apoyo a la conservación *in situ*, abasteciendo cuando las circunstancias lo demanden, de semilla de los maíces nativos apropiados. El INIFAP podría por su cobertura nacional a través de sus Centros Regionales, explorar la posibilidad de desarrollar un proyecto con tales fines, y que fuera un complemento importante a los que ya se implementan involucrando directamente a los custodios de los maíces nativos.

11. Sería muy deseable continuar la caracterización bioquímica y genética de los maíces nativos y sus parientes silvestres, para procurar la obtención de productos con valor agregado.

12. Sería indispensable consolidar la infraestructura nacional de conservación, para impedir que la viabilidad de los recursos genéticos se degrade.

## X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguilar J., C. Illsley y C. Marielle. 2003. Los sistemas agrícolas de Maíz y sus procesos técnicos, en: Sin maíz no hay País; G. Esteva y C. Marielle, Coordinadores, CONACULTA, México, pp. 123-154.
2. Anderson, E., and H. C. Cutler. 1942. Races of *Zea mays*: I. Their recognition and classification. *Annals of Missouri Botanical Garden* 29: 69-89.
3. Antonio M., M., J. L. Arellano V., G. García S., S. Miranda C., J. A. Mejía C. y F. V. González C. 2004. Variedades criollas de maíz azul raza Chalqueño. Características agronómicas y calidad de semilla. *Rev. Fitotec. Mex.* 27: 9-15.
4. Beadle, G. W. 1972. The Mystery of Maize. *Field Mus. Nat. Hist. Bull.* 43:1-11.
5. Bellon, M. R., and J. Berthaud. 2004. Transgenic Maize and the Evolution of Landrace Diversity in Mexico. The importance of Farmers' Behavior. *Plant Physiology* 134: 883-888.
6. Bennetzen, Jeff, Edward Buckler, Vicki Chandler, John Doebley, Jane Dorweiler, Brandon Gaut, Michel Freeling, Sarah Hake, Elizabeth Kellogg, R. Scott Poething, Virginia Walbot and Susan Wessler. 2001. Genetic Evidence and the Origin of Maize. *Latin American Antiquity* 12 (1): 84-86.
7. Benz, B. F. 2001. Archaeological Evidence of Teosinte Domestication from Guilá Naquitz, Oaxaca. *PNAS* 98(4): 2104-2106.
8. Benz, B. F. 1986. Racial systematics and the evolution of Mexican maize. *In: Manzanilla, L. (ed.) Studies in the Neolithic and Urban revolutions.* B. A. R. Internacional Series 349. pp: 121-136.
9. Berthaud J., and P. Gepts. 2004. Maize and Biodiversity: the effects of transgenic maize in Mexico. Maize Advisor Group. Secretariat of the Commission for Environmental Cooperation of North America. Chapter 3, Assessment of effects on genetic diversity.
10. Breeting, P. K., and M. M. Goodman. 1989. Karyotypic variation in Mesoamerican races of maize and its systematic significance. *Economic Botany* 43: 107-124.

11. Buckler, E. S. and N. M. Stevens. 2005. Maize Origins, Domestication, and Selection. *In*: Motley, T. J., N. Zerega, H. Cross (Eds.). Darwin's Harvest: New approaches to the origins, evolution and conservation of crops. Chapter 4: 67-90. Columbia University Press.
12. Buckler E. S., M. M. Gooman, T. P. Holtsford, J. F. Doebley, J. Sanchez G. 2006. Phylogeography of the wild subspecies of *Zea mays*. *Maydica* 51: 123-134.
13. Cardenas R., F. and J. M. Hernandez C. 1988. Country Reports- Mexico. *In*: CIMMYT. Recent advances in the conservation and utilization of genetic resources. Proceedings of the Global Maize Germplasm Workshop. INIFAP-CIMMYT. México. 162 p.
14. Cervantes, T., M. M. Goodman, E. Casas, and J. O. Rawlings. 1978. Use of genetic effects and genotype by environmental interactions for the classification of Mexican races of maize. *Genetics* 90: 339-348.
15. CIMMYT. 1986. Conservación y distribución de semillas: la doble función del Banco de Germoplasma de Maíz del CIMMYT. México, D. F.
16. Doebley, J. F., M. M. Goodman, and C. W. Stuber. 1985. Isozyme Variation in the Races of Maize from México. *Amer. J. Bot.* 72(5): 629-639.
17. Doebley, J. F. 1990. Molecular Evidence and the Evolution of Maize. *Economic Botany* 44 (3 Supplement): 6-27. *Econ. Bot.* 41:234-246.
18. Doebley, J. 2004. The Genetics of Maize Evolution. *Ann. Rev. Genet.* 38:37-59.
19. Esteva, G., y C. Marielle. 2003. Sin maíz no hay país. *Culturas populares de México*. CONACULTA. México, D. F.
20. Eyre-Walker, A., R. L. Gaut, H. Hilton, D. L. Feldman, B. S. Gaut. 1998. Investigation of the bottleneck leading to the domestication of maize. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 95(8): 4441-4446.
21. Fernández, M., y G. Fernández de la Garza. 2004. Flujo Genético: Que significa para la Biodiversidad y los Centros de Origen. Fundación México - Estados Unidos, para la ciencia e iniciativa PEW sobre alimentos y biotecnología.

22. Galinat, W. C. 1977. The Origin of Corn. In: Sprague, G. F. (ed.). Corn and Corn Improvement, Agron. 18:1-47. Amer. Soc. Agron. Madison. WI.
23. Galinat, W. C. 1983. The Origin of Maize as shown by Key Morphological Traits of its Ancestor, Teosinte. *Maydica* XXVIII: 121-138.
24. Guerrero H., M. J., A. Ortega C., V .A. Vidal M., O. Palacios V. y O. Cota a. 2007. Diversidad y distribución de los maíces nativos en el noroeste de México. Memoria de la Segunda Reunión Nacional para el Mejoramiento, Conservación y uso de los Maíces Criollos. Sociedad Mexicana de Citogenética. 9 a 11 de octubre de 2007. Uruapan, Michoacán, México. pp 134-142.
25. Hernández X., E. 1970. Exploración etnobotánica y su metodología. Rama de Botánica. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México. 69p.
26. Hernández X., E. y G. Alanís F. 1970. Estudio Morfológico de Cinco Nuevas Razas de Maíz de la Sierra Madre Occidental de México: Implicaciones Filogenéticos y Fitogeográficas. *Agrociencia* 5: 3-30.
27. Hernández X. E. 1985. Maize and Man in the Greater Southwest. *Economic Botany* 39(4): 416-430.
28. Herrera C., B. E., F. Castillo G., J. J. Sánchez G., R. Ortega P., M. M. Goodman. 2000. Caracteres morfológicos para valorar la diversidad entre poblaciones de maíz en una región: caso la raza Chalqueño. *Rev. Fitot. Mex.* 23(2): 335-354.
29. Hilton, H. and B. S. Gaut. 1998. Speciation and Domestication in Maize and its Wild Relatives: Evidence from the *Globulin-1* Gene. *Genetics* 150: 863-872.
30. Holst, I., E. Moreno, D. R. Piperno. 2007. Identification of Teosinte, Maize, and *Tripsacum* in Mesoamerica by using pollen, starch grains and phytoliths. *PANS* 104(45): 17608-17613.
31. Iltis, H. H. 1972. The Taxonomy of *Zea mays* (Graminae) *Phytologia* 23:248-249.
32. Iltis, H. H. and J. F. Doebley. 1980. Taxonomy of *Zea* (Graminae). II. Subspecific Categories in the *Zea mays* complex and generic synopsis. *Amer. J. Bot.* 67:994-1004.

33. Kato-Yamakake, T. A. 2004. Variedades transgénicas y el maíz nativo en México. Genética. Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados.
34. López, P. A., H. López S. y A. Muñoz O. 1998. Selección de maíces criollos en nichos ecológicos del Estado de Puebla. En: Ramírez V., P., F. Zavala G., O. Gómez M., F. Rincón S. y A. Mejía C. (eds.). Memorias del XVII Congreso de Fitogenética. pp. 236.
35. MacNeish, R. S., M. W. Eubanks. 2000. Comparative Analysis of the Rio Balsas and Tehuacan Models for the Origin of Maize. *Latin American Antiquity* 11 (1): 3-20.
36. McClintock, B., T. A. Kato Y., and A. Blumenschein. 1981. Constitución cromosómica de las razas de maíz. Su significado en la interpretación de las relaciones entre las razas y variedades de las Américas. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 521p.
37. Mangelsdorf, P. C., R. S. MacNeish, W. C. Galinat. 1964. Domestication of Corn. *Science* 143: 538-545.
38. Matsuoka, Y., Y. Vigoroux, M. M. Goodman, J. Sanchez. G., E. Buckler and J. Doebley. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *PNAS* 99(9): 6080-6084.
39. Ortega C, A., M. J. Guerrero H., O. Cota A., V. A. Vidal M. y J. Ron P. 2007. Colecta, conservación y utilización de los maíces nativos del noroeste. Memoria de la Primera Reunión de Mejoradores de Variedades Criollas de Maíz en México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. 22 y 23 de septiembre de 2005. Exhacienda Nazareno, Xoxocotlán, Oaxaca, México. pp 61-74.
40. Ortega C, A., M. J. Guerrero H. y O. Cota A. 2002. Prevalencia de los maíces nativos del noroeste: un reconocimiento preliminar. Informe técnico no publicado. INIFAP-CIRNO-CEVY. Cd. Obregón, Sonora, México. 53p.
41. Ortega P., R. 2003. Diversidad de maíz en México: Causas, estado actual y perspectiva. *In: Sin maíz no hay país. Culturas Populares. Consejo Nacional para la Cultura y las Artes. México, D. F. pp. 123-154.*

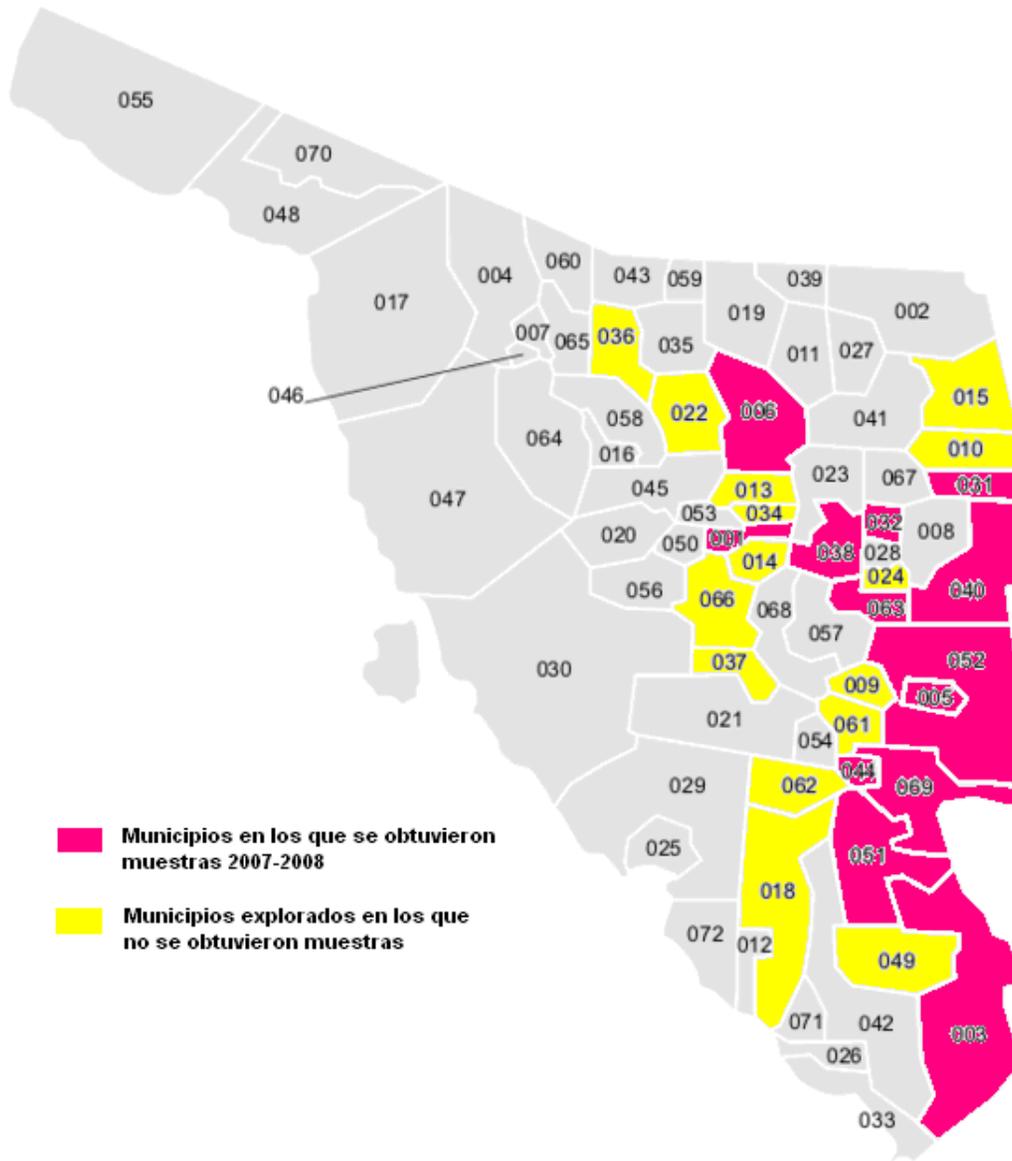
42. Ortega P., R. y H. Ángeles A. 1978. Maíz. En: Cervantes S., T. (ed.) Memoria del Análisis de los Recursos Genéticos Disponibles en México. Sociedad Mexicana de Citogenética, A. C. Chapingo, México. pp: 75-84.
43. Ortega P., R., J. J. Sánchez G., F. Castillo G. y J. M. Hernández C. 1991. Estado actual de los estudios sobre maíces nativos de México. In: Ortega P., R., G. Palomino H., F. Castillo M., V. González H. y M. Livera M. (eds.). Avances en el estudio de los recursos fitogenéticos en México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. Chapingo, México. pp. 161-185.
44. Pohl, M. E. D., D. R. Piperno, K. O. Pope, J. G. Jones. 2007. Microfossil Evidence for pre-Columbian Maize dispersals in the Neotropics from San Andres, Tabasco, México. PNAS 104(16): 6870-6875.
45. Reif, J. C., M. L. Warburton, X. C. Xia, D. A. Hoisington, J. Crossa, S. Taba, J. Muminovié, M. Bohn, M. Frisch, A. E. Melchinger. 2006. Grouping of accessions of Mexican races of maize revisited with SSR makers. Theor. Appl. Genet. 113: 177-185.
46. Ruiz C., J. A., N. Durán P., J. J. Sánchez G., J. Ron P., D. R. González E., J. B. Holland, G. Medina G. 2008. Climatic Adaptation and Ecological Descriptors of 42 Mexican Maize Races. Crop Science 48: 1502-15612.
47. Ruiz, J. A., J. de J. Sánchez, M. Aguilar. 2001. Potential Geographical Distribution of Teosinte in Mexico: A Gis Approach. Maydica 16:,105-110.
48. Sanchez G., J. J. 1989. Relationships among the Mexican Races of Maize. Unpublished Ph.D. dissertation. North Carolina State University. Raleigh. 187p.
49. Sanchez G., J. J. 1993. Modern variability and patterns of maize movement in Mesoamerica. In: Johannssen, S. and C. A. Hastorf (Eds.). Corn culture in the prehistoric New World. Wetvrew Press Inc. Chapter 10:135-156.
50. Sanchez G., J. J. and M. M. Goodman. 1992. Relationships among the Mexican Races of Maize. Economic Botany 46(1): 72-85.
51. Sanchez G., J. J. and M. M. Goodman. 1992. Relationships among Mexican and some North American and South American Races of Maize. Maydica 37: 41-51.

52. Sanchez G., J. J., M. M. Goodman and J. O. Rawling. 1993. Appropriate Characters for Racial Classification in Maize. *Economic Botany* 47(1): 44-59.
53. Sanchez G., J. J., M. M. Goodman, C. W. Stuber. 2000. Isozymatic and Morphological Diversity in the Races of Maize of México. *Economic Botany* 54 (1): 43-59.
54. Sanchez G., J. J., C. W. Stuber, M. M. Goodman. 2000. Isozymatic Diversity in the Races of Maize of the Americas. *Maydica* 45: 185-203.
55. Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica. 2000. Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: textos y anexos. Montreal. Secretaría del Convenio sobre Diversidad Biológica.
56. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Reglamento de la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Diario Oficial de la Federación. Miércoles 19 de marzo de 2008.
57. Secretaría de Salud. 2005. Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados. Diario Oficial de la Federación. Viernes 18 de marzo de 2005.
58. Serratos, J. A., M. C. Willcox y F. Castillo. 1995. Flujo Genético entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico. INIFAP, CIMMYT, CNBA.
59. Slyter, A. and G. Dominguez. 2006. Early maize (*Zea mays* L.) cultivation in Mexico: Dating sedimentary pollen records and its implications. *PNAS* 103(4): 1147-1151.
60. Smith, J. S. C., and R. N. Lester. 1980. Biochemical Systematics and Evolution of *Zea*, *Tripsacum*, and Related Genera. *Economic Botany* 34(3): 201-218.
61. Snow, A. A. 2002. Transgenic crops - why gene flow matters. Department of Evolution. *Nature Biotechnology* 20: 542.
62. Taba, S., F. Aragón, J. Díaz, H. Castro, and J. M. Hernández. 1998. Local maize cultivars for their conservation and improvement in Oaxaca, Mexico. *In: V. Ramírez, F. Zavala, N. O. Gómez, F. Rincón y A. Mejía (eds.)*.

- Memorias del XVII Congreso Nacional de Fitogenética: Notas Científicas SOMEFI. Chapingo, México. p:218.
63. Tenaillon M. I., J. U'ren, O. Tenaillon and B. S. Gaut. 2004. Selection versus Demography: A Multilocus Investigation of the Domestication Process in Maize. *Molecular Biology and Evolution* 21(7): 1214-1225.
  64. Turrent, A. and J. A. Serratos. 2004. Maize and Biodiversity: The effects of Transgenic Maize in Mexico. Chapter I. Context and background on wild and cultivated maize in Mexico. Secretariat of the Commission for Environmental Cooperation of North America, for the Article 13 initiative on Maize Biodiversity.
  65. Velázquez R., P., A. Santacruz V. y A. Muñoz O. 1994. Selección de maíces criollos en el área de Paracho-Pichataro, de la sierra Tarasca, Michoacán. En: Ramírez V., P., F. Zavala G., N. E. Treviño H., E. Cárdenas C. y M. Martínez R. (Comp.). Memorias del 11º congreso Latinoamericano de Genética (Área Vegetal) y XV Congreso de Fitogenética. SOMEFI. México. pp. 352
  66. Vigouroux, Y., M. McMullen, C. T. Hittinger, K. Houchins, L. Schultz, S. Kresovich, Y. Matsuoka, and J. Doebley. 2002. Identifying genes of agronomic importance in maize by screening microsatellites for evidence of selection during domestication. *PNAS* 99(15): 9650-9655.
  67. 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 no. 5. Oficina de Estudios Especiales. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D. F.
  68. Wilkes, H. G. 1977. Hybridization of Maize and Teosinte, in México and Guatemala and the Improvement of Maize. *Economic Botany* 31(3): 254-293.
  69. Wilkes, H. G. 1979. Mexico and Central America as a Centre for the Origin of Agriculture and the Evolution of Maize. *Crop Improv.* 6(1): 1-18.
  70. Wilkes, H. G. 1985. Teosinte: The closest relative of Maize revisited. *Maydica* XXX: 209-223.

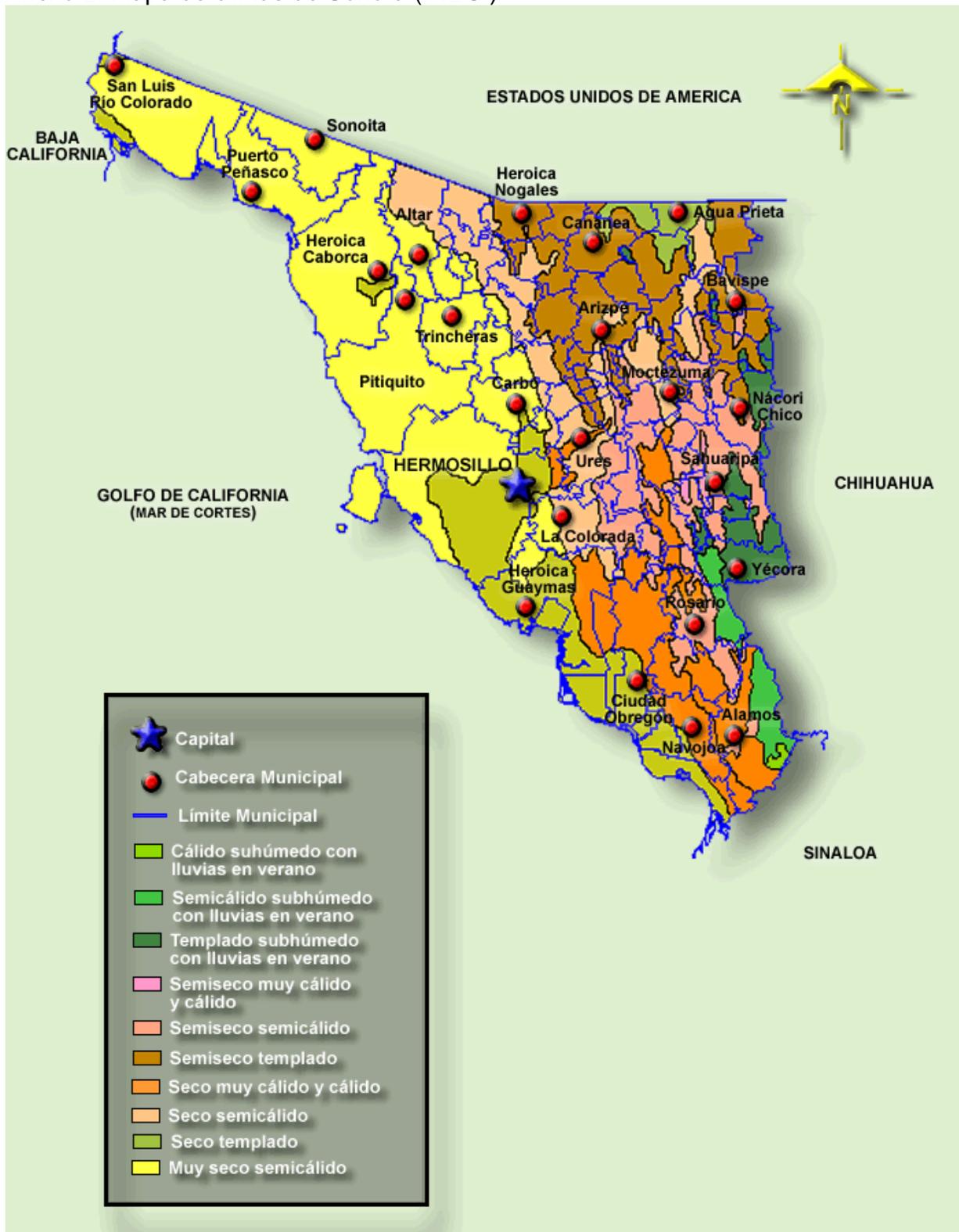
71. Wise, T. A. 2007. Policy Space for Mexican Maize: Protecting Agro-biodiversity by Promoting Rural Livelihoods. GDAE Working Paper No. 07-01. Tufts University, Medford MA, USA.

## Anexo 1. Municipios de Sonora



Clave	Municipio	Clave	Municipio	Clave	Municipio	Clave	Municipio
001	Aconchi	019	Cananea	037	Mazatlán	055	San Luis Río Colorado
002	Agua Prieta	020	Carbó	038	Moctezuma	056	San Miguel de Horcaditas
003	Álamos	021	La Colorada	039	Naco	057	San Pedro de la Cueva
004	Altar	022	Cururpe	040	Nácori Chico	058	Santa Ana
005	Arivechi	023	Cumpas	041	Nacozari	059	Santa Cruz
006	Arizpe	024	Divisaderos	042	Navojoa	060	Sáric
007	Átil	025	Empalme	043	Nogales	061	Soyopa
008	Bacadéhuachi	026	Etchojoa	044	Ónavas	062	Suaqui Grande
009	Bacanora	027	Fronteras	045	Opodepe	063	Tepache
010	Bacerac	028	Granados	046	Oquitoa	064	Trincheras
011	Bacoachi	029	Guaymas	047	Pitiquito	065	Tubutama
012	Bácum	030	Hermosillo	048	Puerto Peñasco	066	Ures
013	Banámichi	031	Huachinera	049	Quiriego	067	Villa Hidalgo
014	Baviácora	032	Huásabas	050	Rayón	068	Villa Pesqueira
015	Bavispe	033	Huatabampo	051	Rosario	069	Yécora
016	Benjamín Hill	034	Huépac	052	Sahuaripa	070	General Plutarco Elías Calles
017	Caborca	035	Ímuris	053	San Felipe de Jesús	071	Benito Juárez
018	Cajeme	036	Magdalena	054	San Javier	072	San Ignacio Río Muerto

Anexo 2. Mapa de climas de Sonora (INEGI)



## **CLIMAS**

Aproximadamente en 95% del territorio sonorense los climas son muy secos, secos y semisecos; se caracterizan por su alta temperatura y escasa precipitación. Como consecuencia de lo anterior, es aquí donde se localiza la zona más árida del país: el Desierto de Altar. Por su parte, la influencia altitudinal de la Sierra Madre Occidental, ubicada en el oriente de la entidad, se manifiesta en las temperaturas menos extremosas y en las lluvias más abundantes con respecto a las de las zonas muy secas, secas y semisecas.

### **CLIMAS MUY SECOS**

Estos tipos de clima, también llamados desérticos, abarcan cerca de 46% de la superficie de Sonora, y se caracterizan por su precipitación inferior a los 400 mm al año y su temperatura media anual de 18.0° a 26.0°C; son considerados muy extremosos, ya que su oscilación térmica, es decir, la diferencia entre la temperatura media del mes más cálido y la del mes más frío, es mayor a 14°C. Se distribuyen en una extensa franja de terreno paralela a la costa, que va desde el límite con Sinaloa -ensanchándose en el norte- hasta la porción noroccidental, en la frontera con los Estados Unidos de América. Los climas en esta región, con base en su temperatura, van de los cálidos en el sur, a los semicálidos en el noroeste.

#### **Muy Seco Cálido con Lluvias en Verano**

Influye en la zona costera, del centro hacia el sur, y comprende más o menos 12% del territorio estatal. En el centro se distribuye en los alrededores de Hermosillo, Miguel Alemán y El Triunfo, así como en una mínima porción al suroeste de Caborca.

Hacia el sur, por Guaymas, Empalme, Ciudad Obregón, Navojoa y Huatabampo, prevalece el mismo clima.

#### **Muy Seco Cálido con Lluvias en Invierno**

La porción sonorense donde las lluvias se concentran en el invierno comprende la ciudad de San Luis Río Colorado y sus proximidades, así como los terrenos situados al oeste y sur de la localidad Estación Coahuila, ambas zonas representan apenas 1% de la entidad; es una extensión dominada por condiciones muy secas cálidas.

#### **Muy Seco Semicálido con Lluvias en Verano**

Comprende aproximadamente 33% de territorio sonorense. Del suroeste y sureste de San Luis Río Colorado y el este sureste de Sonoita, en la frontera con los Estados Unidos de América, se extiende hacia el sur hasta las inmediaciones de

Carbó, Hermosillo y Miguel Alemán, la zona más amplia y continua de este clima. Los datos analizados en esta región muestran que agosto y, en ocasiones, julio y octubre son los meses más lluviosos. Las temperaturas medias anuales van de 19.4°C a 21.8°C.

En las poblaciones de Torres, La Paloma y San Rafael, ubicadas al sur y sureste de la capital estatal, así como en otras áreas dispersas y de menor tamaño, las condiciones son también muy secas semicálidas.

## **CLIMAS SECOS**

Los climas secos influyen en los terrenos situados al este de los que presentan climas muy secos, ocupan cerca de 20% de la entidad y se extienden en una franja orientada noroeste-sureste, con prolongaciones hacia las zonas montañosas. También comprenden las tierras localizadas entre Agua Prieta, Villa Hidalgo y Bavispe. La altitud de estas áreas varía de 600 a 1 400 m, pero dominan las menores a 1 000 m; entre ellas cabe destacar los valles y cañones de los ríos San Miguel de Horcasitas, Moctezuma y Yaqui, lo mismo que los sitios donde se ubican las presas Plutarco Elías Calles, Álvaro Obregón y La Angostura. Con respecto a su temperatura media anual, se dividen en: cálidos (con valores de 22.0°C en adelante), los cuales se distribuyen del centro hacia el sur del estado; semicálidos (entre 18.0° y 22.0°C), del centro hacia el norte; y templados (entre 12.0° y 18.0°C), en el noreste.

### **Seco Cálido con Lluvias en Verano**

La zona más extensa y continua con este clima se localiza en el sur, desde los alrededores de la sierra San Francisco, continuándose por la presa Álvaro Obregón, hasta las inmediaciones del arroyo Mátape. Otros terrenos bajo la influencia de este clima están situados en una franja que incluye ambos márgenes del río Sonora en el tramo próximo a la localidad de Ures, y en los entornos de la presa Plutarco Elías Calles; tierras que en conjunto representan 7% de la superficie sonorenses. La temperatura media anual de todas estas zonas, con base en sus estaciones meteorológicas, varía por lo general entre 22.0° y 26.0°C.

### **Seco Semicálido con Lluvias en Verano**

Se distribuye del norte hacia el centro, esto es, de los alrededores de Sásabe en el límite con el vecino país del norte, a Rayón, Arizpe, La Colorada y el sur de San José de Pimas, así como en las inmediaciones de la presa La Angostura y a lo largo del río Moctezuma más o menos de Cumpas a Tepache; abarca 11% del área sonorenses. Las temperaturas medias anuales que caracterizan a este clima comprenden un rango de 18.0° a 22.0°C.

En la sierra San Francisco, compartida con el estado de Sinaloa, y en el norte de Vícam, se localizan terrenos con características climáticas similares a las antes descritas.

### **Seco Templado con Lluvias en Verano**

Comprende alrededor de 2% del estado. Influye en el área de los poblados Naco, Agua Prieta y Fronteras, así como al oriente de la sierra Ojos Azules y en la sierra del Humo, entre otras; terrenos cuya altitud varía entre 1 000 y 1 800 m. Tiene verano cálido; en estos terrenos la temperatura media anual varía de 12.0° a 18.0°C.

### **CLIMAS SEMISECOS**

En amplias áreas del norte y centro-este de la entidad (aproximadamente en 28%) los climas son de este tipo, pero se prolongan también hacia el sur, más allá de la colindancia con Sinaloa. Sus temperaturas medias anuales van de 12.0° a más de 22.0°C y su precipitación total al año es del orden de 400 a 700 mm. Son considerados climas de transición entre los secos y los templados, y en función de su temperatura media anual se dividen en: cálidos, semicálidos y templados.

#### **Semiseco Cálido con Lluvias en Verano**

Se distribuye en una franja que abarca alrededor de 3% de la superficie estatal, en la cual las altitudes van de 100 a 600 m, y se extiende de sur a norte, desde el límite con Sinaloa (por el río Álamos) hasta las inmediaciones de Tezocoma. Su temperatura media anual va de 22.0° a 26.0°C.

Un poco más al norte, en los poblados de Movas, Ónavas, Tónichi, Sahuaripa y Bacanora se tiene un clima similar.

#### **Semiseco Semicálido con Lluvias en Verano**

Se distribuye en un 12% de los terrenos que integran a Sonora. Este clima influye en la porción centro-este, entre los paralelos 28 y 31 grados de latitud norte, en zonas con una altitud máxima de 1 200 m. Su rango de temperatura media anual va de 18.0° a 22.0°C y el de precipitación total anual de 400 a 700 mm. Otras poblaciones con estas características climáticas son Nácori Chico, Bacerac, Bacadéhuachi y Huásabas.

En el poblado Rosario, por donde pasa el arroyo Los Cedros, y en el norte y oeste de Álamos imperan condiciones semejantes.

#### **Semiseco Templado con Lluvias en Verano**

Comprende aproximadamente 13% de la superficie estatal; abarca de la frontera con Estados Unidos de América hasta el paralelo 19 grados de latitud norte, en el área de Nogales, Cananea, Bacanuchi y Bacoachi; lo mismo que las sierras de San Antonio, El Manzanal, Buenos Aires, Los Locos, El Bellotal, La Madera y Los Azules; todas éstas con altura sobre el nivel del mar entre 1 000 y 2 400 m. Se

caracteriza por su temperatura media anual cuyo rango es de 12.0° a 18.0°C, y su precipitación total anual entre 400 y 600 mm.

## **CLIMAS TEMPLADOS**

Las áreas de climas templados (más o menos 4% de las tierras de la entidad) se localizan en la porción oriental, en los límites con Chihuahua, donde la altitud varía entre 1,000 y 2,000 m. Abarcan, de sur a norte, desde la sierra de San Luis hasta la sierra Serruchito. Con base en su grado de humedad se presentan: el templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad; templado subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media; y templado subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad.

### **Templado Subhúmedo con Lluvias en Verano, de Menor Humedad**

Las temperaturas medias anuales propias de este clima varían de 12.0° a 18.0°C con una precipitación total anual, de 600 a 700 mm. Se distribuye en las áreas de contacto con los climas semisecos semicálidos, tal como ocurre en la sierra El Encinal y en los terrenos situados al noroeste y noreste de dicha sierra, y al oriente de Arivechi; además comprende las partes altas de las sierras Los Ajos y El Tigre, así como la porción ubicada unos 10 kilómetros al sureste de la población Huachinera. Estos terrenos representan 2.5% del área sonoreense.

### **Templado Subhúmedo con Lluvias en Verano, de Humedad Media**

El rango de temperatura media anual de este clima es igual que el del anterior (12.0° a 18.0°C), pero su precipitación total anual es un poco mayor (de 700 a 800 mm). Se manifiesta en las áreas localizadas: al este de la sierra el Encinal, de Matarachic a Naícova, al sur de la localidad Mesa Tres Ríos y en las sierras San Ignacio y Calabazas. Estas áreas abarcan 1% de la entidad.

### **Templado Subhúmedo con Lluvias en Verano, de Mayor Humedad**

Las condiciones de temperatura media anual son similares a las de los dos climas templados antes mencionados (12.0° a 18.0°C), aunque difiere de ellos en la cantidad de precipitación total anual, pues en éste es mayor (de 800 a 1 000 mm). La única zona (apenas 0.5% del estado) que muestra estas características se localiza en los alrededores de la población de Yécora.

## **CLIMAS SEMIFRIOS**

Se distribuyen también en la porción oriental de Sonora, pero de los 2 000 a 2 600 m de altitud. La temperatura media anual que los distingue comprende un intervalo de 5.0° a 12.0°C. El área que abarcan es reducida (un 0.2%) y corresponden al semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media, y al semifrío subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad.

### **Semifrío Subhúmedo con Lluvias en Verano, de Menor Humedad**

Este clima se produce en las partes altas de las sierras San Luis, Serruchito y Los Ajos; ahí, la temperatura va de 8.0° a 12.0°C, la precipitación total anual de 500 a 700 mm.

### **Semifrío Subhúmedo con Lluvias en Verano, de Mayor Humedad**

Abarca pequeñas zonas localizadas al sursureste de las poblaciones Huachinera y Mesa Tres Ríos, y al suroeste de Yécora. Los valores de temperatura media anual y de precipitación total anual fluctúan de 8.0° a 12.0°C, y de 800 a 1 000 mm.

## **CLIMAS SEMICÁLIDOS**

Estos climas se distribuyen en el sureste y abarcan 1.5% del estado, tienen un régimen de lluvias en verano, su temperatura media anual es mayor de 18.0°C, la temperatura media del mes más frío varía entre -3.0° y 18.0°C, y la precipitación total del mes más seco es menor de 40 mm. Se encuentran tanto los de menor humedad como los de humedad media.

### **Semicálido Subhúmedo con Lluvias en Verano, de Menor Humedad**

Este clima, además de las características mencionadas en el párrafo anterior, registra una precipitación total anual de 600 a 800 mm. Influye en la porción noroeste de la sierra San Luis y al sur de la sierra El Encinal. Las sierras San Ignacio y Calabazas tienen este mismo clima. Todos estos lugares cubren poco más del 1% de territorio sonoreense.

### **Semicálido Subhúmedo con Lluvias en Verano, de Humedad Media**

Los terrenos con este clima se localizan al oeste de Yécora y en las laderas: oriental de la sierra Calabazas, noroeste de la sierra Chirinivo y sureste de la sierra San Ignacio. Comprenden alrededor de 0.5% de la entidad. La lluvia total anual va de 800 a 1 000 mm.

## **CLIMA CALIDO**

La porción que abarca este clima es mínima (un 0.3%), se localiza en el área de colindancia entre Sonora, Chihuahua y Sinaloa. En general, tiene una temperatura media anual entre 22.0° y 26.0°C, y corresponde en particular al cálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad.

### **Cálido Subhúmedo con Lluvias en Verano, de Menor Humedad**

Comprende las zonas ubicadas al este, sur y oeste de Guiricoba, y al oriente de San Bernardo. Su temperatura media anual es mayor de 22.0°C y la del mes más frío, superior a 18.0°C. La precipitación total anual va de 700 a 1,000 mm.

## **HELADAS Y GRANIZADAS**

### **Heladas**

Las heladas se producen en el noreste de Sonora, con un promedio de 10 a 30 días al año. Las heladas ocurren principalmente en enero y febrero, cuando la temperatura media ambiental es inferior a 0°C; por lo tanto, en la porción costera del estado, desde las proximidades de Hermosillo hasta el límite con Sinaloa (incluyendo la isla Tiburón), no se produce este fenómeno.

### **Granizadas**

Las granizadas son poco frecuentes en el estado, excepto en la Sierra Madre Occidental, pues en algunos sitios como en el poblado de Maycoba y sus alrededores llegan a registrarse de 1 a 4 granizadas al año.

## **OTROS FENOMENOS METEOROLÓGICOS**

Las masas de aire polar continental provenientes de Canadá y Estados Unidos de América, al intercambiarse con el aire cálido de las latitudes bajas, dan lugar a nevadas en las partes más altas de las sierras que se localizan en el noreste del estado, entre ellas, las de San Luis, Serruchito y Los Ajos.

Las trayectorias de los ciclones son casi paralelas a la costa sonorenses; aunque en los meses de septiembre y octubre los ciclones más lejanos recurvan para incidir casi de manera perpendicular a las costas de Sonora, en la zona limítrofe con Sinaloa, sin aumentar considerablemente la precipitación total anual.