

**Reporte Final del Trabajo de Monitoreo y Recolección de Poblaciones de
Teocintle para su Conservación In-situ y Ex-situ por el Banco de
Germoplasma de Maíz del CIMMYT**

Oficio No. SGPA/DGGFS/712/2159/09.

Bitácora: 09/CT-1871/07/09.

Asunto: Autorización de colecta Científica.

Dr. Suketoshi Taba

Jefe del Banco de Germoplasma de Maíz del CIMMYT

El Batán, Texcoco, México

Fecha: 17 de Noviembre de 2011

TEOCINTLE (*Zea spp.*) EN MEXICO Y SU CONSERVACION *IN-SITU* Y *EX-SITU* EN EL BANCO DE GERMOPLASMA DE MAIZ DE CIMMYT

Responsable del proyecto:

Dr. Suketoshi Taba

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Banco de Germoplasma de Maíz y de Programa de Recursos Genéticos y Mejoramiento.
Apartado Postal 6-641, 06600, México, D.F.

Institución y participantes:

CIMMYT: Dr. Suketoshi Taba, M.C. Víctor H. Chávez, Ing. Marcial Rivas, Ing. Martin Rodríguez, e Ing. Luciano Juárez.

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), Banco de Germoplasma de Maíz y de Programa de Recursos Genéticos y Mejoramiento. Apartado Postal 6-641, 06600, México, D.F. Tel: 55-5804-2004 Ext. 1129. Email: staba@cgiar.org

Científicos e instituciones cooperantes:

Universidad de Guadalajara: Dr. José de Jesús Sánchez Gonzáles

Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Agrícola, Instituto de Manejo y Aprovechamiento de Recursos Fitogenéticos. Km. 15.5 Carretera Guadalajara-Nogales, Zapopan, Jalisco, México. C.P. 45110. Tel; 33-3777-1150. Email: jjisanchez@cucba.udg.mx

INIFAP-Oaxaca: M.C. Flavio Aragón

Centro de Investigación Regional del Pacífico Sur, Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca, Manuel Doblado #1010, Centro Oaxaca C.P. 6800 Oaxaca. Tel; (52)-01-951-521-55-02. Email: faragoncuevas@yahoo.com.mx

INIFAP: Dr. Juan Manuel Hernández Casillas.

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Unidad de Recursos Genéticos, Campo Experimental Valle de México, Km 18.5 Carretera México-Lechería, Apartado Postal 10, C.P. 56230. Tel: 595-95-428-77 Ext. 132. jhernandez_casillas@hotmail.com

USDA-ARS-NCGRP, Dr. David Ellis: Lead Scientist, Curator.

National Center for Genetic Resources Preservation, 1111 South Mason Street, Fort Collins, Co 80526, USA. Tel: 970-495-3227; Fax: 970-221-1427. E-mail: David.Ellis@ars.usda.gov

Financiamiento: El Banco de Germoplasma de Maíz del CIMMYT absorberá los gastos de monitoreo y colección de las muestras in-situ para conservación ex-situ.

Duración del proyecto: Del 1º de Noviembre de 2009 al 30 de Octubre de 2011.

TEOCINTLE (*Zea spp.*) EN MEXICO Y SU CONSERVACION *IN-SITU* Y *EX-SITU* EN EL BANCO DE GERMOPLASMA DE MAIZ DE CIMMYT

Responsable técnico del proyecto:

Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)

Dr. Suketoshi Taba (El Batán, México): **Recolección, conservación, clasificación, monitoreo.**

M. C. Víctor Hugo Chávez Tovar (El Batán, México): **Recolección, conservación.**

Ing. Marcial Rivas (El Batán, México): **Recolección, Conservación.**

Ing. Martín Rodríguez (El Batán, México): **Recolección, Conservación.**

Ing. Luciano Juárez (El Batán, México): **Recolección, Conservación.**

Financiamiento: El Banco de Germoplasma de Maíz del CIMMYT absorberá los gastos erogados del monitoreo y colección de las muestras *in-situ* para conservación *ex-situ*.

Objetivo general:

El status de conservación del Teocintle en México fue reportado por The Crop Diversity Trust en la estrategia de conservación de recursos genéticos de maíz en el año de 2007 en Roma, Italia. Los objetivos actuales son el cumplimiento de algunas recomendaciones importantes y urgentes sobre la conservación de los recursos genéticos del teocintle a través del monitoreo, colección y su posterior resguardo y conservación en bancos de germoplasma de maíz del CIMMYT.

Objetivos específicos:

1.- Recolectar y conservar en bancos de germoplasma nacionales, semilla de las razas de teocintle de Balsas, Meseta Central y Chalco procedentes de los estados de México, Guerrero, Michoacán, Guanajuato, Durango, Jalisco, Oaxaca, y Puebla de tal manera que se reduzca a su mínima expresión los riesgos de extinción y erosión genética.

2.- Con base en aspectos eco-geográficos y características morfológicas de la espiga y de la semilla, llevar a cabo la monitoreo de las poblaciones *in-situ* para clasificación y estado de mantenimiento, y recolección de las poblaciones para su conservación complementaria *ex-situ*.

3) Actualizar la información de los pasaportes y de existencias de semilla de las poblaciones de Teocintle de México en los bancos de germoplasma de maíz del CIMMYT.

4). Fortalecer la investigación de mejoramiento genético, evolución, y origen de maíz in México y otros países para seguridad alimenticia.

Antecedentes

El más reciente antecedente sobre el monitoreo de status del teocintle (*Zea spp.*) en México es el proyecto de INIFAP-CONABIO, denominado “**COMPONENTE DISTRIBUCION GEOGRAFICA DEL TEOCINTLE (*Zea spp.*) EN MEXICO Y SITUACION ACTUAL DE LAS POBLACIONES**”, donde el responsable administrativo del proyecto fue el Dr. Juan Manuel Hernández Casillas del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (jhernandez_casillas@hotmail.com) y como responsable técnico fungió el Dr. José de Jesús Sánchez González de la Universidad de Guadalajara (jjsanche@cucba.udg.mx).

Durante este trabajo se realizaron visitas a diferentes localidades de la República Mexicana (figura 1) donde se llevaron acabo el monitoreo de especies de teocintle

Figura 1. Localización geográfica de las poblaciones de teocintle recolectadas y documentadas durante el 2007 (círculos amarillos sólo información, círculos naranja con semilla e información). (Sanchez et. al., 2007)



Recomendaciones emitidas por el The Crop Diversity Trust en su reporte sobre la estrategia de conservación de recursos genéticos de maíz en el año de 2007 en Roma, Italia.

Recursos Genéticos del teocintle.

El teocintle, esta fuertemente relacionado con el maíz y se considera que tuvo gran influencia en la alta variabilidad genética y desarrollo de las principales razas de maíz en Mesoamérica. Después de varias décadas de estudios, la hipótesis del teocintle como el antepasado silvestre del maíz ha sido extensamente aceptada. A pesar de las profundas diferencias en la morfología de la mazorca y de la planta, el teocintle y el maíz son muy cercanos genéticamente; ellos pueden hibridarse y producir híbridos viables totalmente fértiles. La herencia de las características clave que distinguen al maíz del teocintle ha sido estudiada por Doebley y colaboradores durante dos décadas. Algunas características morfológicas están bajo el control de genes múltiples y herencia cuantitativa; hay cinco o seis regiones del genoma que tienen efectos muy fuertes sobre las diferencias observadas entre el maíz y el teocintle (Doebley, 2004). Sin embargo, un acontecimiento clave en la domesticación de maíz, fue la liberación del grano de la cubierta protectora que envuelve el grano en el teocintle y es controlado por un solo gene (Wang et al., 2005).

El Teocintle es representado por especies anuales y perennes diploides ($2n = 20$) y tetraploides ($2n = 40$). Ellos han encontrado especies entre las áreas tropicales y subtropicales de México, Guatemala, Honduras y Nicaragua como poblaciones aisladas y de tamaño variable, ocupando desde una hectárea hasta algunos cientos de kilómetros cuadrados. La distribución del teocintle se extiende desde la parte sur de de la región cultural conocida como Árido America, en la sierra madre occidental del estado de Chihuahua y el Valle de Guadiana en Durango, a la parte occidental de Nicaragua, incluyendo prácticamente la parte occidental de Mesoamérica. Un punto a resaltar en cuanto a la distribución geográfica del teocintle, es que las poblaciones están adaptadas a climas específicos, suelo y a circunstancias humanas bajo las cuales ellos pueden encontrarse (Sanchez *et al.*, 1998).

Los teocintles comprenden siete taxa (Tabla 1) divididos en dos secciones y cinco especies:

Sección *Luxuriantes* Doebley & Iltis

- Zea perennis* (Hitch.) Reeves & Mangelsdorf
- Zea diploperennis* Iltis, Doebley & Guzmán
- Zea luxurians* (Durieu & Ascherson) Bird
- Zea nicaraguensis* Iltis & Benz.

Sección *Zea* (tres subespecies de *Zea mays*):

- Zea mays* ssp. *parviglumis* Iltis and Doebley (raza Balsas)
- Zea mays* ssp. *mexicana* (Schrader) Iltis (razas Chalco, Central Plateau y Nobogame)
- Zea mays* ssp. *huehuetenangensis* (Iltis and Doebley) Doebley (raza Huehuetenango).

En los últimos 25 años, se han hecho grandes avances en el conocimiento de la diversidad genética y en las relaciones filogenéticas del teocintle y sobre la distribución natural en México, Guatemala y Nicaragua (Doebley et al., 1984; Sánchez et al., 1998; Matsuoka et al., 2002; Doebley, 2004; Fukunaga et al., 2005).

Las mayores colecciones de teocintle se ubican en los bancos de germoplasma de INIFAP, CIMMYT, USDA-ARS y de la Universidad de Guadalajara (Tabla 2). Solamente CIMMYT y USDA-ARS cuentan con infraestructura de conservación *ex-situ* a largo plazo. De las 805 accesiones reportadas por las instituciones anteriores, solo se cuenta con datos parciales y disponibles para usuarios: El 40% tienen datos de pasaporte y solo el 25% presentan datos de inventario. Un promedio de 750g por accesión son almacenados en la Universidad de Guadalajara y alrededor de 600g en INIFAP. Es importante resaltar

que la mayoría de las poblaciones fueron muestreadas por pequeñas cantidades de semilla las que son empleadas para estudios de genética y morfología. La conservación a largo plazo será requerida para la mayoría de las poblaciones monitoreadas.

A pesar que las muestras pueden representar de manera general la variación conocida y esperada en México y América Central, no ha sido posible verificar muchos reportes de la existencia de teocintle en el campo, debido a las dificultades de acceder a los sitios de colección, disminución de presupuestos y pérdidas de equipo de monitoreo y recolección. Esto dificulta estimar con precisión los daños ocasionados por la extinción de especies de teocintle, sin embargo, basados en la observación de los últimos 25 años, todas las poblaciones de teocintle están amenazadas. Algunas poblaciones prácticamente han desaparecido, excepto por algunas poblaciones a orillas del balsas, las cuales incluyen muchas poblaciones de los estados de Guerrero, Michoacán, y México (Sánchez et al., 2004; Wilkes, 2006). Sin embargo, una reciente entrevista (Dr. G. Wilkes, Dr. S. Taba y Dr. J. Sanchez; Diciembre, 2004) las poblaciones de teocintle del sur y norte de Guatemala están cerca de la extinción. En los últimos 500 años, las actividades humanas como la deforestación, urbanización (construcción de caminos) y el establecimiento de agostaderos fueron identificadas como las mayores amenazas para el teocintle. Sin embargo, de acuerdo con el Dr. G. Wilkes, la mayor amenaza es cuando el cultivo de maíces criollos es abandonada. A causa de estas amenazas se necesitan urgentemente proyectos permanentes de monitoreo y programas de conservación *in-situ* con la participación de agricultores locales. A corto plazo, las actividades de colección y conservación *ex-situ* serán urgentes en Guatemala, Nicaragua y algunos sitios de México.

Recomendaciones para el Uso y Preservación del Teocintle.

Conservación de semillas ex-situ.

- Cuando se colecten poblaciones existentes, usar el tamaño apropiado para la toma de muestra de semilla para realizar distribución y duplicados para usuarios y cooperadores.
- Monitorear la viabilidad de la semilla en los bancos de germoplasma.
- Actualizar la infraestructura de conservación.

Conservación in-situ de teocintle.

- Designar los sitios *in-situ* o poblaciones para su protección en México, Guatemala y Nicaragua.
- Monitorear las poblaciones *in-situ* para los cambios en demografía y diversidad genética.

Caracterización, Evaluación y Uso del teocintle.

- Caracterización con un mínimo de descriptores fenotípicos.
- Caracterización con marcadores moleculares.
- Desarrollo de base de datos de caracterización de poblaciones y razas de teocintle.
- Compilación de información sobre caracterización, uso, y premejoramiento con teocintle.
- Hacer las bases de datos accesibles al público.
- *Crear un base de datos de teocintle*
- Compilar los datos de pasaporte de todos los bancos de germoplasma.
- Realizar incrementos de semilla e inventario de las accesiones como sea necesario.
- Compilar los datos de conservación y monitoreo *in-situ*.
- Realizar registros de distribución de semillas disponibles.

Tabla 1. Nomenclatura para maíz y teocintle.

Wilkes, 1967; 2004	Doebley, 1990; Iltis and Benz, 2000
Sección: <i>Euchlaena</i> (Schrader) Kuntze <i>Zea mexicana</i> (Schrader) Kuntze Chalco Central Plateau Nobogame Balsas Huehuetenango Sección: <i>Luxuriantes</i> (Durieu) Guatemala <i>Zea perennis</i> (Hitch.) Reeves & Mangelsdorf <i>Zea diploperennis</i> Iltis, Doebley & Guzmán	Sección: <i>Zea</i> - <i>Zea mays</i> L. subsp. <i>Mexicana</i> (Schrader) Iltis <i>Zea mays</i> L. subsp. <i>Mexicana</i> (Schrader) Iltis <i>Zea mays</i> L. subsp. <i>Mexicana</i> (Schrader) Iltis <i>Zea mays</i> L. subsp. <i>Parviglumis</i> Iltis & Doebley <i>Zea mays</i> L subsp. <i>Huehuetenangensis</i> (Iltis & Doebley) Doebley Sección: <i>Luxuriantes</i> <i>Zea luxurians</i> (Durieu & Ascherson) Bird <i>Zea perennis</i> (Hitch.) Reeves & Mangelsdorf <i>Zea diploperennis</i> Iltis, Doebley & Guzmán <i>Zea nicaraguensis</i> Iltis & Benz
Maíz Sección: <i>Mays</i> L. <i>Zea mays</i> L.	Sección: <i>Zea</i> <i>Zea mays</i> L. subsp. <i>Mays</i> Iltis & Doebley

Tabla 2. Colección de Teocintle en México y Estados Unidos.

Raza / especies	UdeG	INIFAP	CIMMYT	USDA
Balsas	96	135	50	120
Chalco	18	44	45	16
Central Plateau	37	55	18	12
Nobogame	2	4	2	6
<i>Zea diploperennis</i>	2	7	2	14
<i>Zea perennis</i>	1	4	2	10
Huehuetenango			1	7
<i>Zea luxurians</i>			1	21
<i>Zea nicaraguensis</i>			1	2
Unknown			40	1
Total accesiones	156	249^a	162	209

^a Incluye 100 accesiones de la Universidad de Guadalajara, 2004

^b(www.ars-grin.gov) e inventario de plantas No. 173, 174, 176, 177, 179, 181 (USDA).

Monitoreo *in-situ* y conservación *ex-situ*.

Sabemos de la distribución de razas y características raciales del teocintle en México por reportes previos de varios investigadores. Usaremos la información y planearemos los viajes de monitoreo. Debemos ser muy cuidadosos para mantener las poblaciones *in-situ* sin reducir el tamaño de la población el próximo año con la recolección de muestras complementarias de semilla *ex-situ*. Vamos a recolectar las muestras de semilla (2-4 kg.) de las poblaciones más grandes *in-situ* para asegurar la continuidad y el mantenimiento de las poblaciones en las comunidades o los hábitats naturales apropiados. El lugar de colecta se registra por medio de GIS y otra información disponible de los agricultores. Hay muchas poblaciones *in-situ* de teocintle en México. Es difícil monitorearlas a todas las poblaciones de teocintle *in-situ* de un año a otro. El proyecto pretende repetir la actividad de monitoreo varios años. Dependiendo del tiempo de madurez de la semilla y la oportunidad para que los investigadores visiten las poblaciones, tenemos el propósito de monitorear tantas poblaciones *in-situ* como sea posible en un año determinado. Las muestras de semilla colectadas se llevarán al banco de germoplasma del CIMMYT, se limpiarán y secarán para obtener una óptima y equilibrada humedad del 25% RH por aproximadamente 2-3 meses. El CIMMYT conservará las muestras de semillas en la colección activa (conservación a mediano plazo para distribución de semilla) y la colección base (conservación a largo plazo) bajo el acuerdo entre la FAO-CIMMYT de acuerdo al Tratado Internacional de Recursos Genéticos de las Plantas para la Alimentación y la Agricultura.

Conservación *ex situ* y uso del germoplasma de teocintle

El Banco de Germoplasma de CIMMYT ofrece almacenamiento a largo plazo para la nueva colección para asegurar viabilidad en la semilla por aproximadamente 50 años. Además, hay muestras de respaldo en los bancos colaboradores de USDA, El Banco Internacional en Svalbard, Noruega. Las poblaciones de teocintle colectadas se almacenan como germoplasma designado de FAO ya que CIMMYT solo acepta germoplasma de maíz en tratado para uso multilateral.

Resultados

Durante el año 2009 fueron realizados monitoreos y colección de semillas de teocintle en los estados de Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nayarit y Oaxaca, colectándose un total de 38 poblaciones de las cuales el 63% fueron clasificadas como raza Balsas (24 colectas), 32% como raza Central Plateau (12 colectas) y el 5% como raza Chalco (2 colectas). Ver. Tabla 3 en Anexo 1.

De cada una de las colectas se obtuvieron un máximo de 2000 gr. de semilla, tal como marca el permiso de colecta emitido por SEMARNAT y que está en el rango establecido en el punto E de la autorización de colecta emitido por esa H. Secretaria con No. De oficio SGPA/DGGFS/712/2159/09, emitida el 31 de agosto del año 2009.

En particular, encontramos una nueva población de teocintle perene en la localidad del Fresno del municipio de Ziracuaretiro del Estado de Michoacán, a una altitud de 1380 metros sobre el nivel del mar y en las coordenadas latitud norte 19°25'00" y longitud oeste 01°:54':40"W. Esta población perenne fue muestreada, colectada y estudiada entre el 2009-2010) en colaboración con el Dr. Ángel Tadeo Kato Yamakake del Colegio de Postgraduados de Chapingo.

En general, esta población presenta una altura promedio de 230cm con tallo robusto, forma una densa capa de rizomas cortos cuando fue trasplantada en la estación experimental del CIMMYT en el municipio de Tlaltizapán del Estado de Morelos. Esta población esta tentativamente clasificada como *Zea. perennis*, tiene un doble número de cromosomas la cual es similar a la población de teocintle en la localidad de Piedra Ancha en Ciudad Guzmán, Jalisco.

La población de teocintle perene de la localidad del Fresno en Ziracuaretiro, Michoacán es la tercera población de *Zea perennis* encontrada en México después de las poblaciones de Piedra Ancha, Ciudad Guzmán que está a una altitud de 2100 metros sobre el nivel del mar (Guzmán, 1978) y a una milla al sur de la vía férrea de Ciudad Guzmán (Hitchcock, 1922). Su relación genética y el origen continúan en investigación. La población de teocintle de fresno parece estar adaptada a clima subtropical y es mucho más robusta que la de la población de Piedra Ancha Fresno, es usado como forraje por los agricultores quienes lo mantienen a lo largo de las orillas de los campos de maíz, donde se utiliza el sistema tumba-roza-quema. La población del fresno es una población *in-situ* en peligro de extinción. Los agricultores abren campos sin cultivar para sembrar maíz y el teocintle se multiplica por sí mismo después de la hierba y las malezas han sido removidas. Además esta población crece entre las piedras en los terrenos de cultivo.

En base a lo anterior, sugerimos tomar las medidas necesarias para mantener in-situ esta nueva población de teocintle perenne, como las medidas adoptadas para la población de la localidad de Piedra Ancha en Ciudad Guzmán, Jalisco.

Reportamos la existencia de esta nueva población de teocintle perenne al Dr. Jesús Sanchez quien es profesor del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara. Quien a través de su publicación en la revista científica American Journal of Botany.2011. 98(9): 1537–1548, ha confirmado que la población descubierta en Ziracuaretiro es una población tetraploide).

Cita completa de la publicación y autores involucrados:

The title of the article and authors:

THREE NEW TEOSINTES (ZEA SPP., POACEAE) FROM M É XICO

J. J. Sánchez G.², L. De La Cruz L. , V. A. Vidal M. ⁴, J. Ron P. ², S. Taba ³, F. Santacruz-Ruvalcaba², S. Sood⁵, J. B. Holland ⁵, J. A. Ru í z C. ⁴, S. Carvajal ², F. Aragón C.⁴, V. H. Chávez T³, M. M. Morales R. ², and R. Barba-González ⁶

² Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara. Km. 15.5 Carretera Guadalajara-Nogales, C.P. 45110. Las Agujas, Zapopan, Jalisco, México.

³ Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, Unidad de Recursos Genéticos, Apartado Postal 6-641 06600 México, D.F. México.

⁴ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Parque Los Colomos S/N, Col. Providencia, Guadalajara 44660 Jalisco, México.

⁵ USDA-ARS Plant Science Research Unit, Department of Crop Science, Box 7620, North Carolina State University, Raleigh, North Carolina 27695-7620 USA.

⁶ Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C., Av. Normalistas No. 800, Col. Colinas de la Normal, CP 44270 Guadalajara, Jalisco, México

Hemos conservado muestras de todas colecciones en el Banco de Germoplasma de Maíz del CIMMYT he hicimos duplicados para SINAREFI. Este organismo a su vez, envió muestras al Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) localizado en Tepatitlán, Jalisco, para su conservación a largo plazo. Así como el SENAREFI, investigadores y científicos de México y otros países pueden solicitar al CIMMYT, muestras de estas colectas de teocintle para mejoramiento e investigación.

En conclusión, los resultados del presente proyecto culminaron en el resguardo de poblaciones de las razas Balsas, Chalco y Central Plateau especialmente, aunado a que fue descubierta una nueva población tetraploide de teocintle perenne. Sin embargo, se podrían realizar más trabajos de exploración y colección para poder conservar y usar nuevas poblaciones de teocintle.

Agradecimientos:

Agradecemos la colaboración de los agricultores quienes nos han asistido en la tomada de datos de campo y pasaporte, así como el permitir la colecta de las muestras de las poblaciones teocintle en sus campos y proximidades. Asimismo, deseamos agradecer especialmente a la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos naturales (SEMARNAT), quien ha autorizado la colecta in-situ de las poblaciones de teocintle para su conservación ex-situ. Además, agradecemos, a los donadores que soportaron los trabajos de monitoreo y colección del presente proyecto: CIMMYT, Japón y el USDA.

Tabla 3. Colectas de teocintle realizadas durante el año 2009 por el Banco de Germoplasma de maíz del CIMMYT.

No.	SITIO DE COLECCION	MUNICIPIO	ESTADO	ALTITUD	LATITUD	LONGITUD	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	RAZA	ID_NUM	CLAVE DE COLECTA	AÑO
1	Palo Blanco	Chilpancingo	Gro.	1160	17° 23' 77.2"	-98° 28' 15"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29762	MGB-CIMMYT-57	2009
2	Palo Blanco	Chilpancingo	Gro.	810	17° 23' 208"	-99° 28' 568"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29763	MGB-CIMMYT-58	2009
3	El Ocotillo	Chilpancingo	Gro.	646	17° 12' 894"	-99° 30' 774"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29764	MGB-CIMMYT-59	2009
4	Texcal	Toluca	Gro.	1230	18° 23' 737"	-100° 6' 359"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29765	MGB-CIMMYT-60	2009
5	Potrero 2	Huamantla	Mich.	674	18° 49' 280"	-100° 54' 730"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29766	MGB-CIMMYT-61	2009
6	Peña Prieta	Huamantla	Mich.	713	18° 49' 858"	-100° 54' 184"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29767	MGB-CIMMYT-62	2009
7	La Noria	Chunintzio	Mich.	1823	20° 10' 36"	-102° 4' 541"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>mexicana</i> (<i>Schrader</i>) <i>litis</i>	Teocintle	Mesa Central	29768	MGB-CIMMYT-63	2009
8	Chunintzio	Chunintzio	Mich.	1766	20° 8' 553"	-102° 4' 73"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>mexicana</i> (<i>Schrader</i>) <i>litis</i>	Teocintle	Mesa Central	29769	MGB-CIMMYT-64	2009
9	La Higuera	Chunintzio	Mich.	1845	20° 4' 470"	-102° 3' 673"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>mexicana</i> (<i>Schrader</i>) <i>litis</i>	Teocintle	Mesa Central	29770	MGB-CIMMYT-65	2009
10	Torrillas	Chunintzio	Mich.	1705	20° 6' 649"	-101° 56' 141"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>mexicana</i> (<i>Schrader</i>) <i>litis</i>	Teocintle	Mesa Central	29771	MGB-CIMMYT-66	2009
11	Penjamillo de Degollado	Penjamillo	Mich.	1852	19° 57' 540"	-102° 23' 310"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>mexicana</i> (<i>Schrader</i>) <i>litis</i>	Teocintle	Mesa Central	29772	MGB-CIMMYT-67	2009
12	Puerto San Lucas	Tangamandapio	Mich.	1160	19° 32' 244"	-104° 3' 331"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>mexicana</i> (<i>Schrader</i>) <i>litis</i>	Teocintle	Mesa Central	29773	MGB-CIMMYT-68	2009
13	El Rodeo	Tolimán	Mich.	1551	20° 10' 178"	-102° 22' 386"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>mexicana</i> (<i>Schrader</i>) <i>litis</i>	Teocintle	Mesa Central	29774	MGB-CIMMYT-69	2009
14	El Salitre	Idián de los hervores	Mich.	1868	20° 10' 339"	-102° 2' 163"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>mexicana</i> (<i>Schrader</i>) <i>litis</i>	Teocintle	Mesa Central	29775	MGB-CIMMYT-70	2009
15	Jalapa	Zinaparo	Mich.	2050	20° 4' 64"	-101° 58' 551"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>mexicana</i> (<i>Schrader</i>) <i>litis</i>	Teocintle	Mesa Central	29776	MGB-CIMMYT-71	2009
16	km. 336 + 800	Paninduciaro	Mich.	1564	20° 31' 89"	-102° 36' 994"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>mexicana</i> (<i>Schrader</i>) <i>litis</i>	Teocintle	Mesa Central	29777	MGB-CIMMYT-72	2009
17	San Antonio de Fernández	Atotonilco	Jal.	1583	20° 20' 54"	-102° 35' 508"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29778	MGB-CIMMYT-73	2009
18	San Jose de las Moras	La Barca	Jal.	665	19° 45' 511"	-104° 5' 17"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29779	MGB-CIMMYT-74	2009
19	Teopote	Villa Purificación	Jal.	490	19° 42' 277"	-104° 49' 201"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29780	MGB-CIMMYT-75	2009
20	Los Cimientos	Villa Purificación	Gro.	1120	18° 14' 25"	-99° 13' 0"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29781	MGB-CIMMYT-76	2009
21	Paso Morelos	Huizaco	Gro.	1751	18° 29' 35"	-99° 47' 31"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29782	MGB-CIMMYT-77	2009
22	Km 11, carretera Ixcateopan - PachMa	Ixcateopan	Mich.	704	19° 1' 20"	-101° 19' 54"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>mexicana</i> (<i>Schrader</i>) <i>litis</i>	Teocintle	Balsas	29783	MGB-CIMMYT-78	2009
23	Paso del Coyote	Carácuaro	Mich.	1373	19° 11' 39"	-101° 19' 54"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>mexicana</i> (<i>Schrader</i>) <i>litis</i>	Teocintle	Mesa Central	29784	MGB-CIMMYT-79	2009
24	Rancho de la Laguna	Opopeo	Mich.	2210	19° 25' 28"	-101° 36' 39"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>mexicana</i> (<i>Schrader</i>) <i>litis</i>	Teocintle	Mesa Central	29785	MGB-CIMMYT-80	2009
25	Rincón de Don Pedro	Villa Morelos	Mich.	2227	20° 1' 32"	-101° 27' 11"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>mexicana</i> (<i>Schrader</i>) <i>litis</i>	Teocintle	Chalco	29786	MGB-CIMMYT-81	2009
26	Puruándiro	Puruándiro	Mich.	1910	20° 5' 13"	-101° 29' 17"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>mexicana</i> (<i>Schrader</i>) <i>litis</i>	Teocintle	Chalco	29787	MGB-CIMMYT-82	2009
27	La Estancia de los López	Amatlán de Cañas	Nay.	921	20° 52' 5"	-104° 26' 32"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Mesa Central	29788	MGB-CIMMYT-83	2009
28	Tepuzhuacán-EI Tablillo	Guachinango	Jal.	893	20° 49' 56"	-104° 33' 33"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29789	MGB-CIMMYT-84	2009
29	La Villita	Ameca	Jal.	1311	20° 39' 44"	-104° 13' 14"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29790	MGB-CIMMYT-85	2009
30	Cuyo Tomate	Ejutla	Jal.	1269	19° 58' 24"	-104° 4' 31"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29791	MGB-CIMMYT-86	2009
31	La Mesa (Ejido La Mesa)	Ejutla	Jal.	914	19° 57' 30"	-104° 3' 1"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29792	MGB-CIMMYT-87	2009
32	Los Naranjos (Potrero Las Mesitas)	Ejutla	Jal.	976	19° 54' 48"	-104° 6' 55"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29793	MGB-CIMMYT-88	2009
33	Ejutla	Ejutla	Jal.	1137	19° 54' 9"	-104° 9' 27"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29794	MGB-CIMMYT-89	2009
34	EI Tablillo	Guachinango	Jal.	1080	20° 48' 13"	-104° 32' 56"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29795	MGB-CIMMYT-90	2009
35	Desviación a Unión de Tula-EI Grullo	Ejutla	Jal.	1331	19° 53' 59"	-104° 10' 22"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29796	MGB-CIMMYT-91	2009
36	EI Sauz	Minatitlán	Col.	1060	19° 26' 29"	-103° 59' 54"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29797	MGB-CIMMYT-92	2009
37	San Cristobal Honduras	San Jerónimo Coatlán	Oax.	1080	16° 19' 27"	-97° 2' 27"	<i>Zea mays</i> L. subsp. <i>parviglumis</i> <i>litis</i> & <i>Doebley</i>	Teocintle	Balsas	29798	MGB-CIMMYT-93	2009
38									Balsas	29799	MGB-CIMMYT-94	2009

Literatura

1. Doebley, J. F. 1990. Molecular evidence and the evolution of maize. *Econ. Bot.* 44 (3 supplement): 6- 27.
2. Doebley, J. 2004. The genetics of maize evolution. *Ann. Rev. Genet.* 2004, 38: 37-59.
3. Doebley, J.F., M.M. Goodman, and C.W. Stuber. 1984. Isozyme variation in *Zea* (Gramineae). *Syst. Bot.* 9: 203-218.
4. Fukunaga, K., J. Hill, Y. Vigoroux, Y. Matsuoka, J. Sanchez G., K. Liu, E.S. Buckler, and J. Doebley. 2005. Genetic diversity and population structure of teocintle. *Genetics* 169: 2241-2254.
5. G.P.W.G. [Grass Phylogeny Working Group]. 2001. Phylogeny and subfamilial classification of the grasses (Poaceae). *Annals Mo. Bot. Garden* 88:373-457.
6. Guzmán M, R. 1978. Una nueva localidad para el teosinte *Zea perennis* y primer reporte de *Zea mexicana* para Jalisco. *Boletín Informativo del Instituto de Botánica, Universidad de Guadalajara* 6 : 9 – 10 .
7. Hitchcock, A.S. 1922. A perennial species of teosinte. *J. Washington Acad. Sci.* 12: 205-208.
8. Iltis, H.H. and J.F. Doebley. 1980. Taxonomy of *Zea* (Gramineae).II. Subspecific categories in the *Zea mays* complex and a generic synopsis. *Amer. J. Bot.* 67: 994-1004.
9. Iltis, H.H and B.F. Benz. 2000. *Zea nicaraguensis* (Poaceae), a new teocintle from Pacific Coastal Nicaragua: *Novon* 10: 382-390.
10. Matsuoka, Y., Y. Vigouroux, M.M. Goodman, J. Sanchez G., E. Buckler and J. Doebley 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99: 6080-6084.
11. Sánchez G., J.J., T.A. Kato Y., M. Aguilar S., J.M. Hernández C., A. López R. and J.A. Ruiz C. 1998. Distribución y caracterización del teocintle. Libro Técnico No. 2. CIPAC-INIFAP. 150p.
12. Sánchez G., J.J., R. Miranda M., L. De la Cruz L. 2004. Recolección y conservación de Las especies silvestres del género *Zea* (Teocintle) en México. *Informe De Actividades 2002-2003* Preparado para la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental Dirección General de Vida Silvestre.
13. Wilkes, G. 1967. Teocintle: the closest relative of maize. *Bussey Inst. Harvard Univ.* 159p.
14. Wilkes, G. 2004. Corn, strange and marvelous: But is a definitive origin known? Pp.3-63 In: C.W. Smith, *et al* (Ed) *Corn: Origin, History, Technology, and Production*. John Wiley & Sons.
15. Wilkes, G. 2006. Teocintle evolution and *in-situ* conservation in Guerrero, Mexico: *Maydica* (in press).
16. Pagina Web The Crop Diversity Trust <http://www.croptrust.org/main/strategies.php?itemid=44>