

## COBERTURA DE LA EXPLORACIÓN Y COLECTA DE MAÍZ EN MÉXICO

El presente análisis se realizó con el objetivo de apreciar la proporción del espacio territorial con base en la división municipal<sup>1</sup> en donde se ha explorado y/o colectado maíces nativos en diferentes regiones del país y a través de distintas épocas o períodos a partir de la información derivada del proyecto global de maíces sistematizada en una base de datos con corte a octubre de 2010.

El trabajo de análisis se llevó a cabo mediante el cruce de información de cobertura municipal con sitios de colectas de maíces (de tipo punto) reunidos en el proyecto global de maíces cuyas fuentes de información son: 1) la colección de maíz del banco de germoplasma del INIFAP resguardada en el Campo Experimental del Valle de México y 2) los registros reportados y colectas obtenidas entre 2007 a 2010 por diferentes proyectos específicos de colecta en el país.

Se tomó la cobertura municipal para fines de tener una visión de la distribución de maíz a dicho nivel, no obstante esta distribución de maíz estará acotada a aquellas condiciones naturales y de manejo que favorecen el desarrollo de la agricultura en la que figura este cultivo.

La información de municipios explorados y colectados se obtuvo de lo reportado en los informes finales de los proyectos específicos de colecta, así como la información integrada en bases de datos hasta octubre de 2010. De ese momento hasta ahora continúa el proceso de captura de información de colectas de varios estados de la República, principalmente Veracruz, Puebla, Guerrero, Chiapas, Jalisco, Nayarit y Colima, por lo que la información reportada en este documento aún no es la definitiva.

Los proyectos de recolecta se llevaron a cabo por investigadores en maíz de diferentes instituciones nacionales. Para la colecta básicamente partieron del conocimiento de sus diferentes regiones enfocándose en aquellas áreas en las que el cultivo del maíz nativo está presente o es representativo. Esto es, se hizo un muestreo dirigido para conocer la distribución de maíz nativo y hacer una nueva colecta de la variación con que se cuenta en el presente.

Con la información integrada hasta el momento se parte de abordar la distribución a nivel municipal de maíces nativos desde 1927 a la fecha y se explica, con base a diferentes momentos y esfuerzos de colecta esta distribución, haciendo énfasis en el esfuerzo reciente que auspició esta Comisión Nacional.

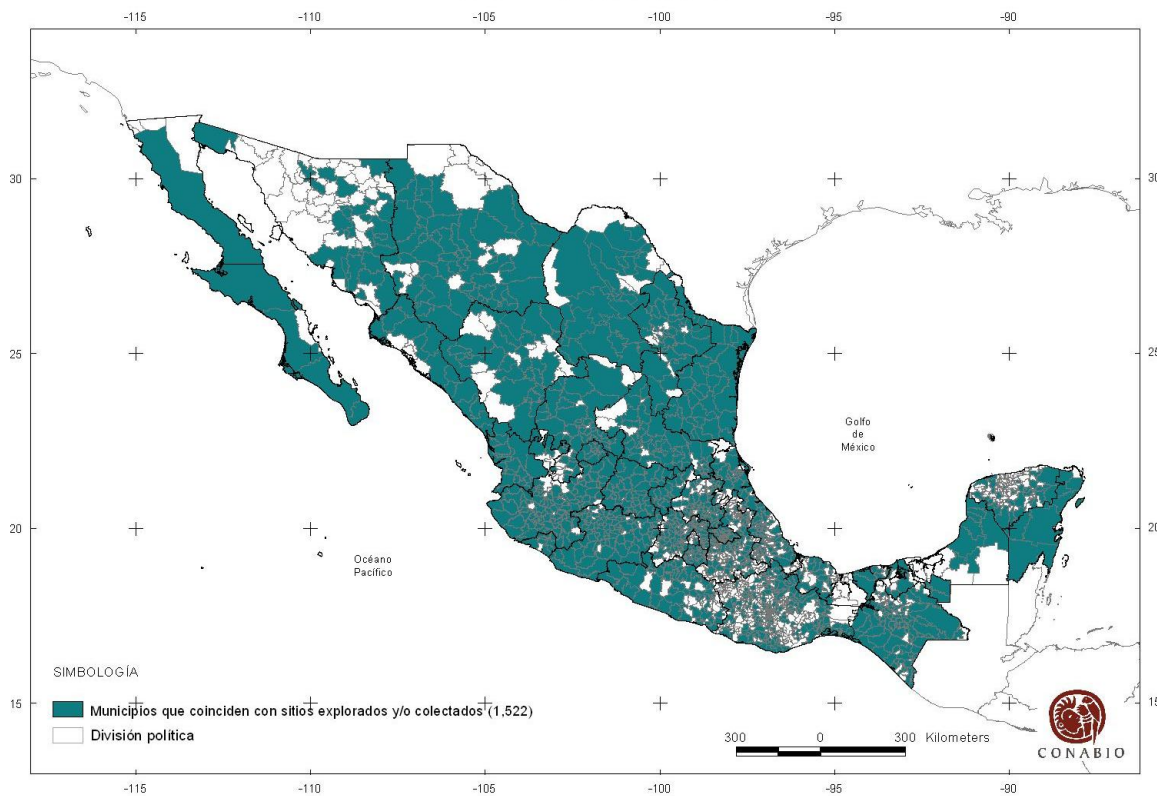
Se asume que la cobertura municipal es un criterio relativo, dada su correspondencia a una división política con áreas muy variables: una alta densidad de municipios pequeños en el centro-sur y sureste del país donde también se concentra la población y la agricultura con base en el maíz y situación contraria para los estados del norte. No obstante, se considera que esto permite

---

<sup>1</sup> Se utilizaron las coberturas digitales 2000 y 2005 de INEGI; escala 1:250 000.

explicar en parte la distribución de los maíces nativos y la importancia de los diferentes esfuerzos realizados en el país a través del tiempo y poner en contexto los resultados del proyecto global.

La información en las bases de datos consigna colectas desde 1927 hasta las obtenidas en los últimos cuatro años (2007-2010) en los que se desarrolló el proyecto global de maíces. La distribución de la procedencia de estas colectas en el país indica que se ha efectuado un esfuerzo de muestreo que ha reportado, hasta octubre de 2010, 22,931 registros de maíces nativos en 1,522 municipios de 2,429 con que cuenta el país, esto es, en el 61 % de la totalidad de municipios y en la mayor parte de las regiones agrícolas del país se ha reportado la presencia de maíces nativos (fig. 1).



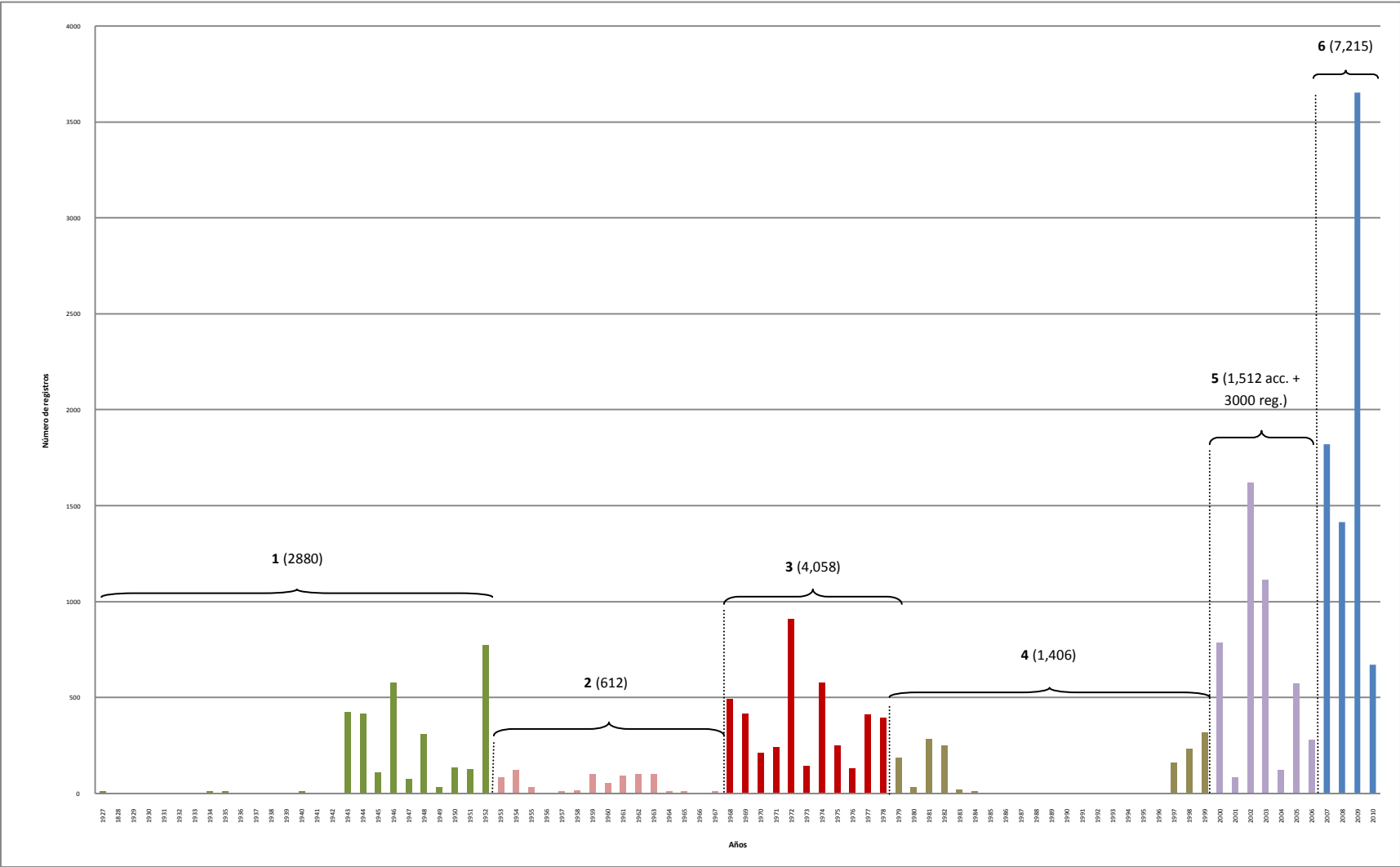
**Figura 1.** Municipios en los que se han reportado colectas de maíces nativos durante el periodo 1927-2010.

Existen regiones (fig. 1) en las que a lo largo de los diferentes esfuerzos de colecta no se han reportado colectas de maíces nativos, lo cual puede obedecer a diferentes factores:

1) Las condiciones naturales no son propicias para el desarrollo de la agricultura, como ocurre en algunos municipios de los estados de Baja California, Sonora, Chihuahua y Coahuila, producto de la influencia de los grandes desiertos (Sonorense y Chihuahuense) y la prolongación de este último al centro norte del país en el Altiplano Potosino-Zacatecano.

- 2) Áreas aún no exploradas en zonas de la Sierra Madre Occidental en los estados de Chihuahua y Durango, en las sierras del sur de Guerrero, comunidades zoque y de reciente colonización en la región de los Chimalapas.
- 3) Zonas de riego en donde ha prevalecido la agricultura tecnificada o de variedades de maíz derivadas de programas de mejoramiento: municipios del sur de Sonora y norte de Sinaloa.
- 4) Las grandes áreas conurbadas de las principales ciudades del país, donde se ha desplazado la agricultura como actividad económica. Monterrey, Distrito Federal (excepto delegaciones de Tlalpan y Xochimilco), Cuernavaca, Mérida, Guadalajara.
- 5) Las regiones de bosque tropical, zonas cenagosas, regiones en donde predomina la ganadería y áreas naturales protegidas del sureste del país.
- 6) Áreas no suficientemente exploradas o para las cuales aún se espera se integre información de colectas, como es el caso del centro sur de Puebla y el estado Oaxaca.

En este contexto se muestra a continuación los diferentes esfuerzos de exploración y colecta a lo largo del estudio y conocimiento de la distribución y variación de maíz en México, los cuales han tenido diferentes momentos o periodos que responden a diferentes necesidades y esfuerzos nacionales e internacionales (Fig. 2.):



**Figura 2.** Registros de maíces nativos en diferentes periodos de su exploración y colecta en México. Se enumera cada periodo y se indica en paréntesis el número de accesiones obtenidas en cada uno.

1. Las colectas de maíz en México se iniciaron y estudiaron desde principios del siglo, principalmente en la década de 1930 (Chávez 1913, Ángeles 2000), en la colección nacional del INIFAP las primeras colectas datan de 1927, sin embargo, es hasta 1943 con la creación de la Oficina de Estudios Especiales, dependiente de la Secretaría de Agricultura y Ganadería y con apoyo de la Fundación Rockefeller, cuando se inicia de manera sistemática y a nivel nacional su colecta, caracterización y estudio. En esta década lleva a cabo un conjunto de misiones de colecta en la mayor parte de las regiones agrícolas del país, esfuerzo que se extendió marcadamente hasta 1952. En este periodo se colectó en 629 municipios del país <sup>2</sup> y se obtuvieron 2,880 colectas, número que en ese entonces representaba la mayor colección de maíz a nivel mundial. Estas muestras fueron la base para la formación de la colección nacional de maíz que se resguardó en el IIA (Instituto de Investigaciones Agrícolas, actualmente INIFAP) y para la generación de materiales mejorados en México. Esta colección logró reunir y describir las principales variantes de maíz en México, comprendidas entonces en 25 razas descritas y 7 no suficientemente definidas (Wellhausen et al 1951, Ángeles 2000, CONABIO 2010).

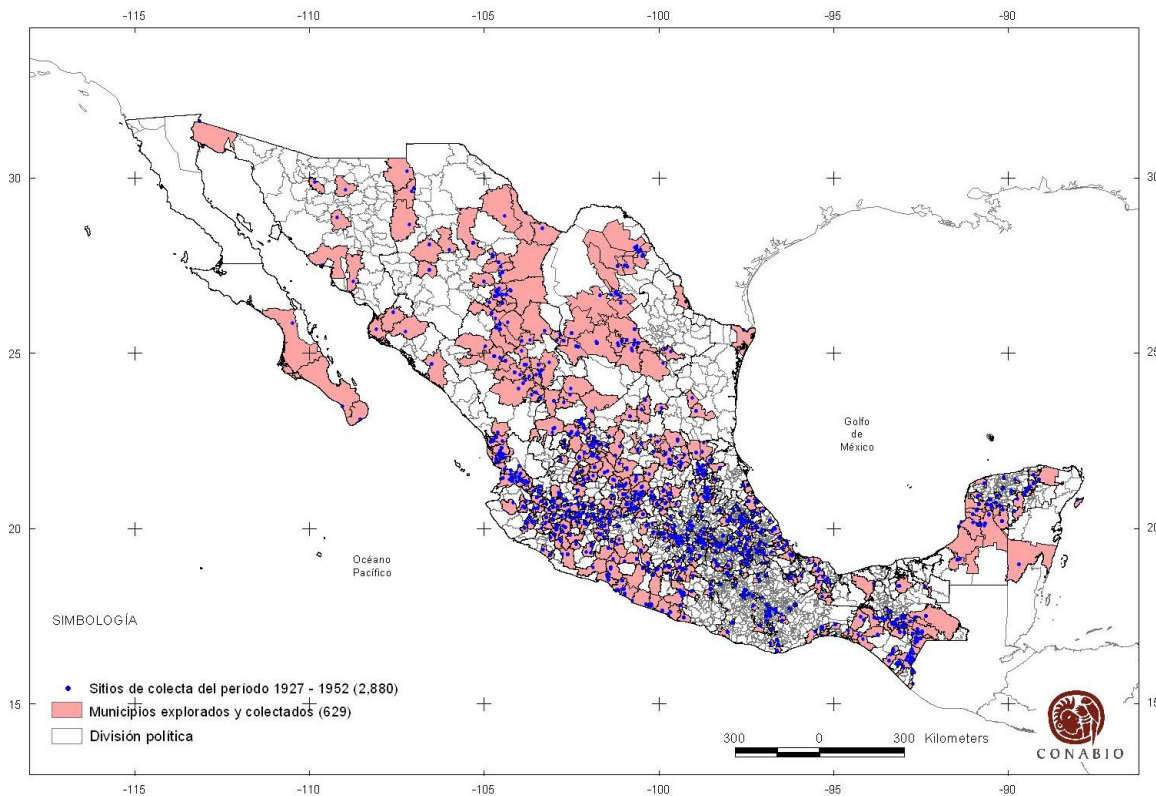


Figura 3. Cobertura municipal de exploración y colecta 1927-1952.

<sup>2</sup> Cobertura digital correspondiente a 2005.

2. Entre 1953 a 1967, las actividades de exploración y colecta disminuyen, en un periodo de 15 años sólo se obtuvieron 612 colectas en 145 municipios. Se debe tener en cuenta que en este periodo se inician los programas de mejoramiento en el país a partir de colectas sobresalientes obtenidas por la Oficina de Estudios Especiales y el Instituto de Investigaciones Agrícolas (Ángeles 2000). Las exploración y colecta en ese periodo se enfoca en regiones específicas, principalmente las zonas donde los agricultores han desarrollado materiales agronómicos sobresalientes de las razas Tuxpeño, Cónico, Chalqueño y Bolita, germoplasma base en el desarrollo de materiales mejorados. Así, sobresale en el norte de Veracruz la zona de Tuxpan de donde procedieron colectas sobresalientes de Tuxpeño (se nombra a esta raza por su procedencia de dicha región) y algunas regiones de Nuevo León y Tamaulipas; materiales de Cónico y Chalqueño en la estados del centro; y en los Valles Centrales de Oaxaca para la obtención de materiales de la raza Bolita. Llama la atención el centro sur de Zacatecas, al parecer se comenzó a explorar materiales de zonas de baja precipitación.

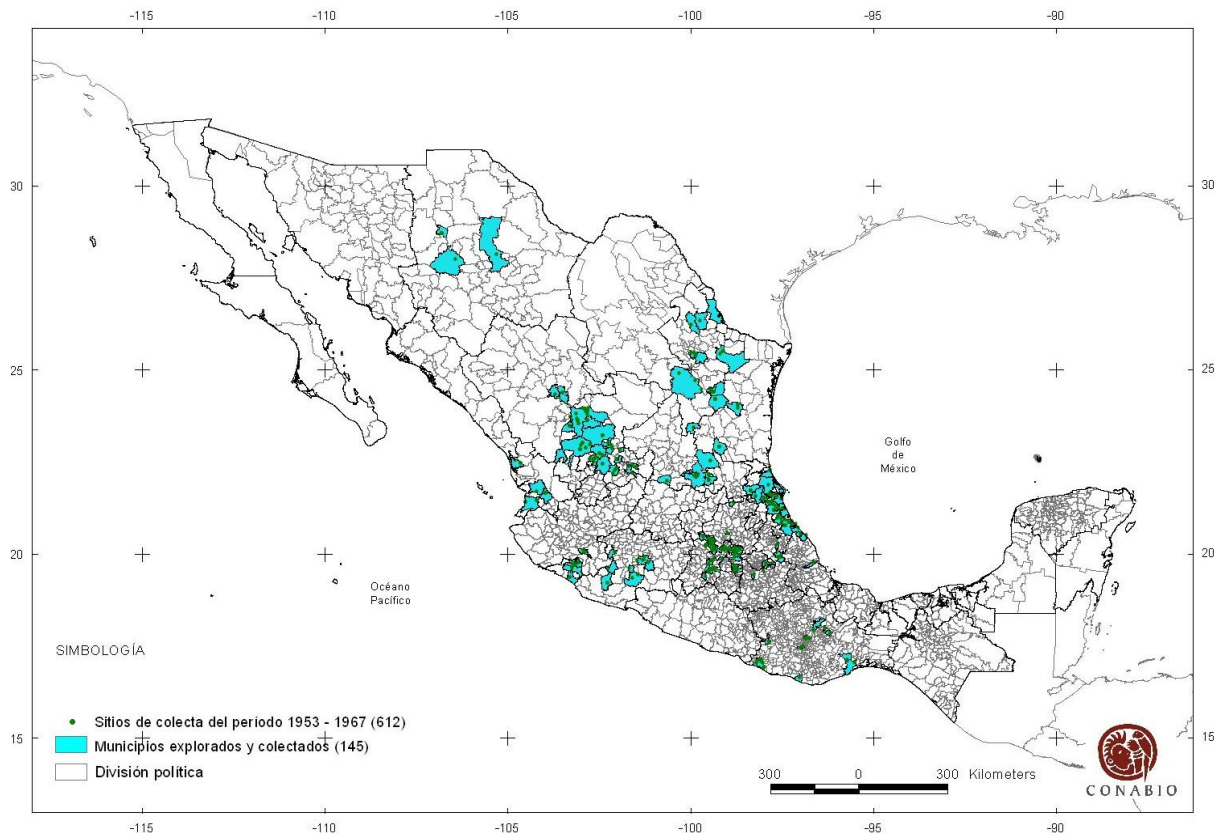


Figura 4. Cobertura municipal de exploración y colecta 1953-1967.

3. En 1968 se reactivan los trabajos de recolecta de maíz, impulsados principalmente por el Ing. Efraím Hernández Xolocotzi, quien encabeza la exploración y colecta en la Sierra Madre Occidental, en los estados de Sonora, Chihuahua, Durango, Zacatecas y Nayarit, región que no se había muestreado lo suficiente en esfuerzos anteriores, resultando la colecta y descripción de materiales correspondiente a 5 nuevas razas de maíz (Hernández y Alanís 1970). También se hace énfasis en la obtención de materiales para los programas de mejoramiento de áreas de temporal de Zacatecas, Aguascalientes y norte de Guanajuato; se continúa con la obtención de materiales sobresalientes para el mejoramiento en la región del Bajío, principalmente de la raza Celaya, Tuxpeño en el norte de Veracruz, Nuevo León y Tamaulipas; en este periodo se desarrollan programas de extensión en el centro del país (Plan Puebla), asimismo se inician los estudios de erosión genética en el estado de Chiapas (Cárdenas y Hernández 1988, Ortega et al. 1991, Ángeles 2000) y se colecta en áreas de la Península de Yucatán que no se habían explorado en misiones anteriores.

Este periodo comprende la obtención de 4,058 colectas en 628 municipios (Fig. 5).

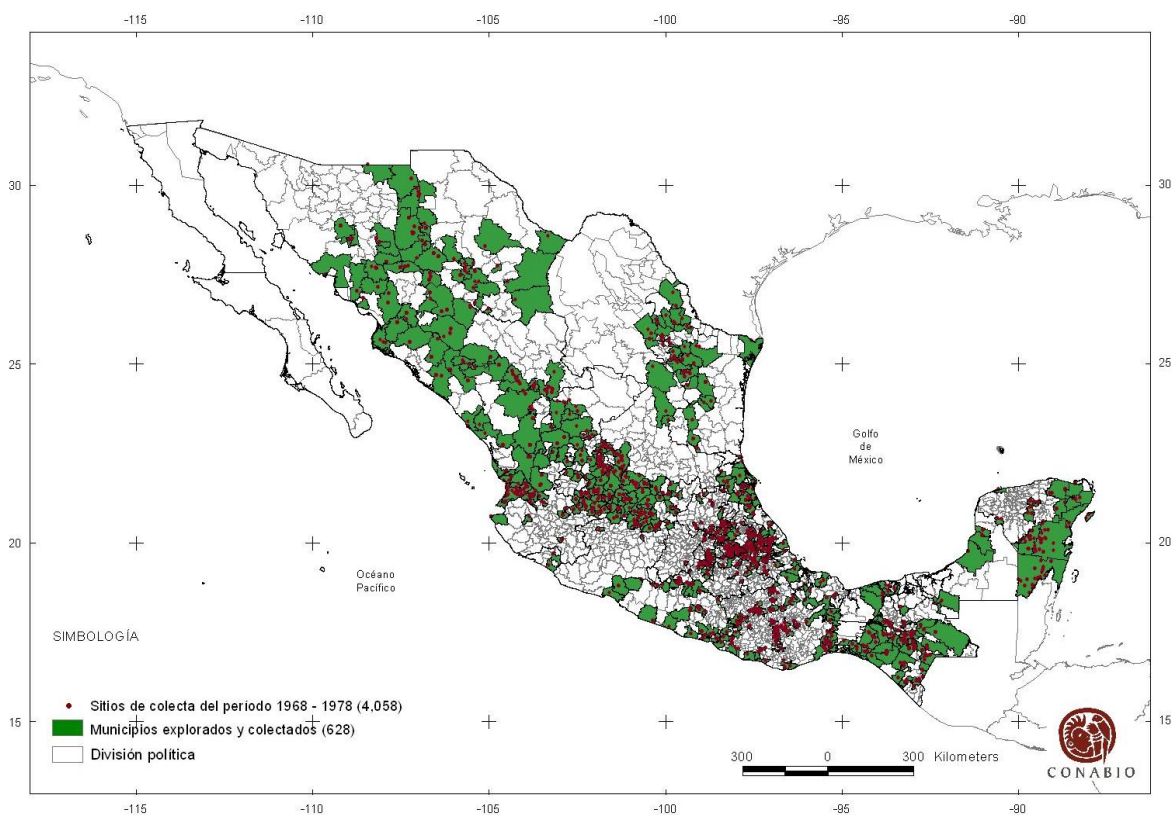


Figura 5. Cobertura municipal de exploración y colecta 1968-1978.

4. Entre 1979 y 1999 disminuyen los trabajos de exploración y colecta, si bien en este periodo se impulsa la obtención de colectas a través de un esfuerzo internacional (LAMP-Latinoamerican Maize Project) a través del CIMMYT, al parecer los materiales colectados no se respaldan en su totalidad en la colección nacional del INIFAP, o en la base de datos que se dispone no se pudo diferenciar las colectas derivadas de dicho proyecto. Sobresale la exploración y colecta en la Península de Baja California. Se hace énfasis en el estudio de la diversidad de los maíces de la Sierra de Chihuahua (Ramírez et al. 2004), se inician los estudios de conservación *in situ* para lo cual se parte de la colecta de materiales en las regiones donde se llevan a cabo estos estudios (Valles Centrales de Oaxaca –Aragón et al. 2005, suroestes del estado de México), se continúa con la colecta de materiales sobresalientes de las razas Celaya y Tuxpeño, la primera en el Bajío (Michoacán y Guanajuato) y la segunda en el sur de Tamaulipas. Se colectan materiales de la raza Zapalote Chico en el Istmo de Tehuantepec, importante fuente germoplasma por sus caracteres morfológicos, agronómicos, fisiológicos y calidad de grano. En este periodo se colecta en 174 municipios 1,406 muestras.

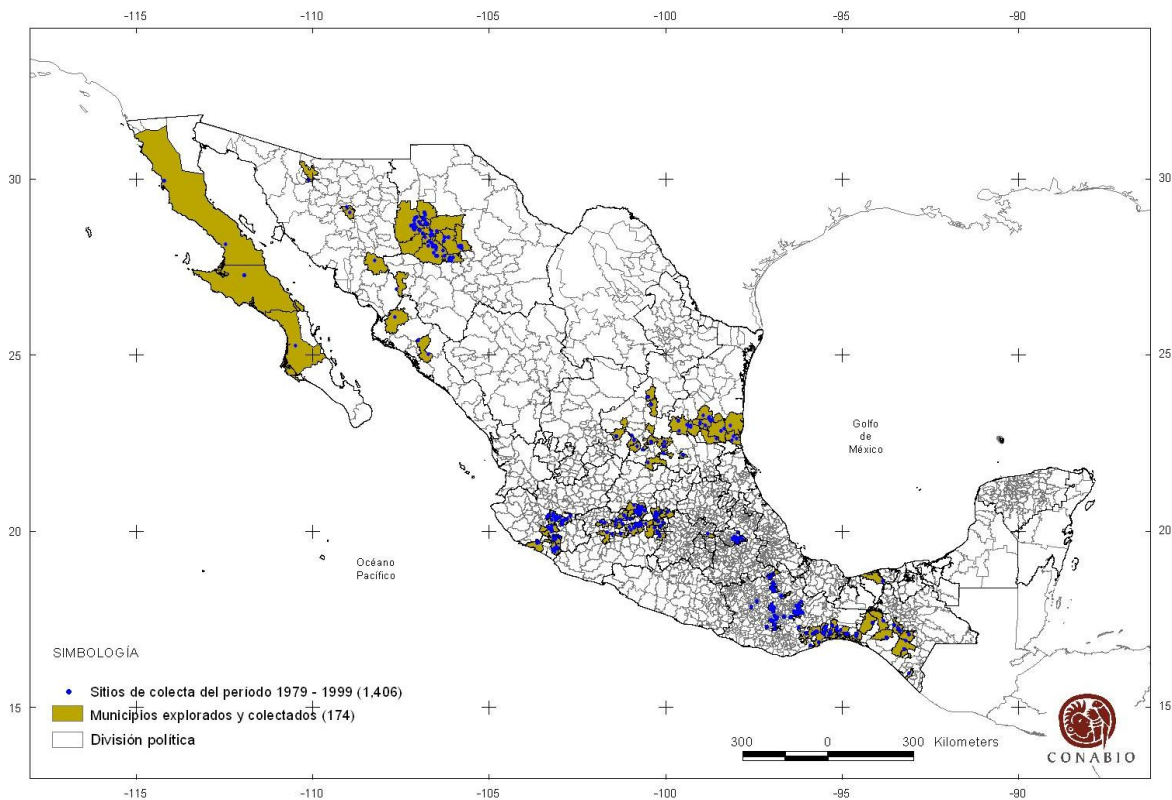


Figura 6. Cobertura municipal de exploración y colecta 1979-1999.



5. El periodo 2000-2006 que precede al proyecto global se distingue por el desarrollo de trabajos de conservación *in situ*, por el impulso de investigaciones en torno a entender los móviles del mantenimiento y dinámica de la diversidad de maíz, el establecimiento del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos y la Red Maíz mediante los cuales se impulsan trabajos de colecta para colecciones regionales, un esfuerzo de colecta que lleva a cabo el CUCBA de la U de G. en el occidente del país y la exploración y colecta en el estado de Oaxaca que impulsa la CONABIO (Aragón et al. 2006, Arias et al. 2004, Perales *et al.* 2005, Ron et al. 2006). En este periodo si bien se reporta un alto número de registros (4,512) de maíces nativos en 174 municipios, la mayor parte (aproximadamente 3,000) corresponden sólo a registros reportados y no a accesiones físicas, esto por la naturaleza de algunos trabajos que se llevaron a cabo.

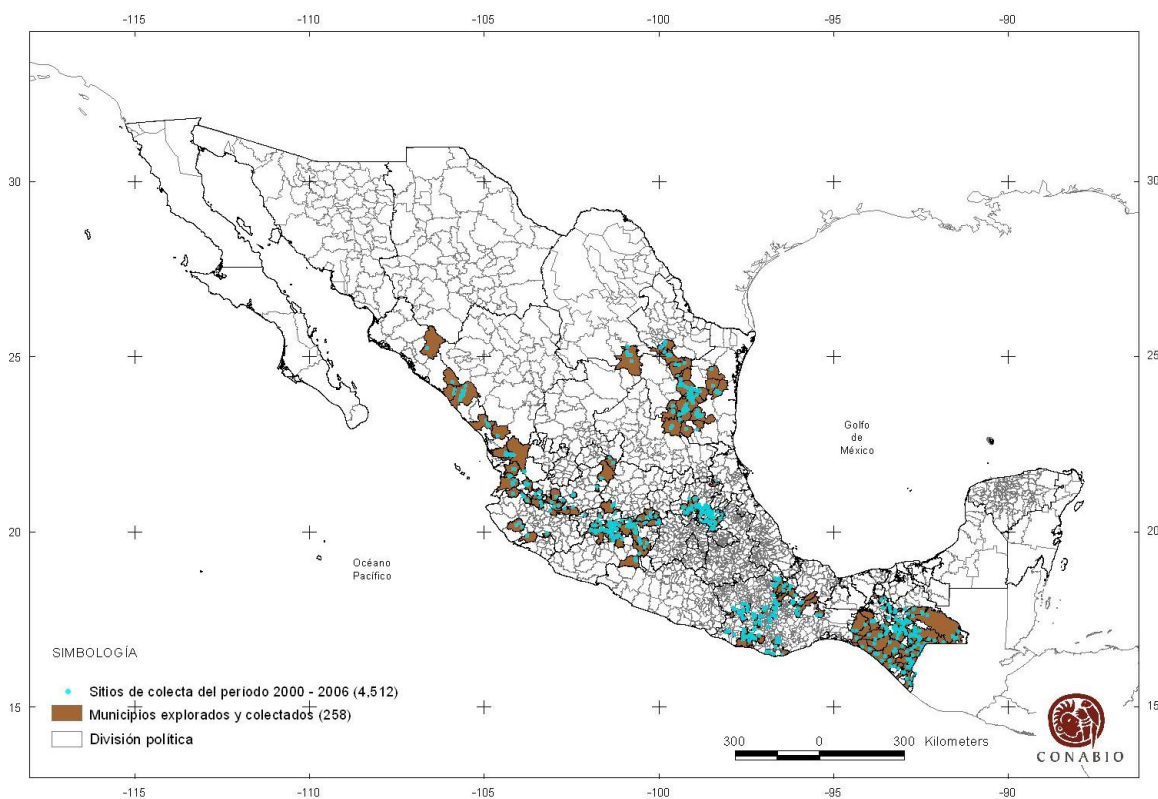


Figura 7. Cobertura municipal de exploración y colecta 2000-2006.

6. El proyecto global de maíces iniciado a finales de 2007 hasta 2010 comprende el mayor esfuerzo de colecta comparado a los periodos precedentes. Durante un periodo de tres años se ha reportado la obtención 9,759 registros de maíces nativos, representados en 7,215 accesiones en 784 municipios. La exploración y colecta comprendió la mayor parte de las regiones agrícolas del país (Figs. 8, 9 y 10). Aproximadamente 7000 accesiones han sido enviadas para su resguardo a la colección del banco de germoplasma del CEVAMEX-INIFAP (datos a octubre de 2010).

En este proyecto se excluyó el estado de Oaxaca, debido a que en 2002 se impulsó un proyecto específico para dicho estado (Aragón et al. 2006) y que sirvió de base para el planteamiento del proyecto global (CONABIO 2006). Sólo se apoyó un proyecto dirigido a cinco municipios del sur del estado enfocado a estudiar la variación altitudinal.

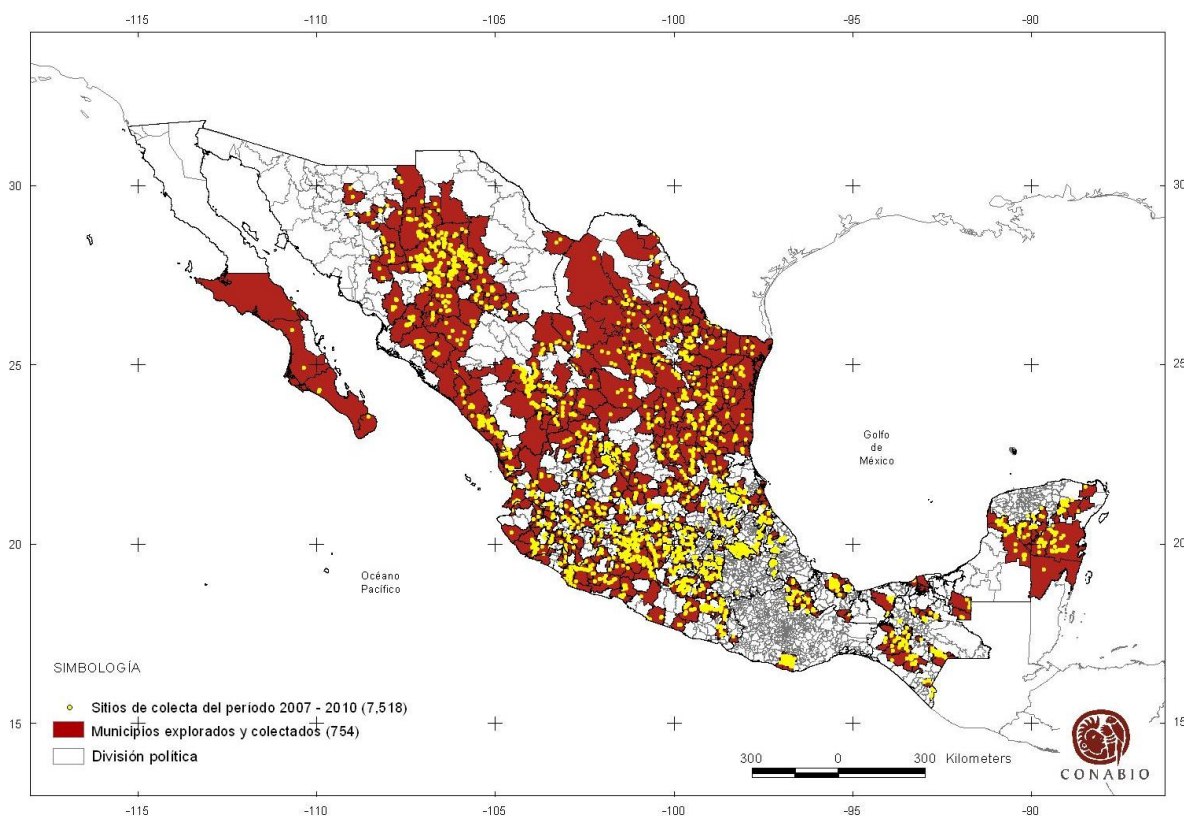
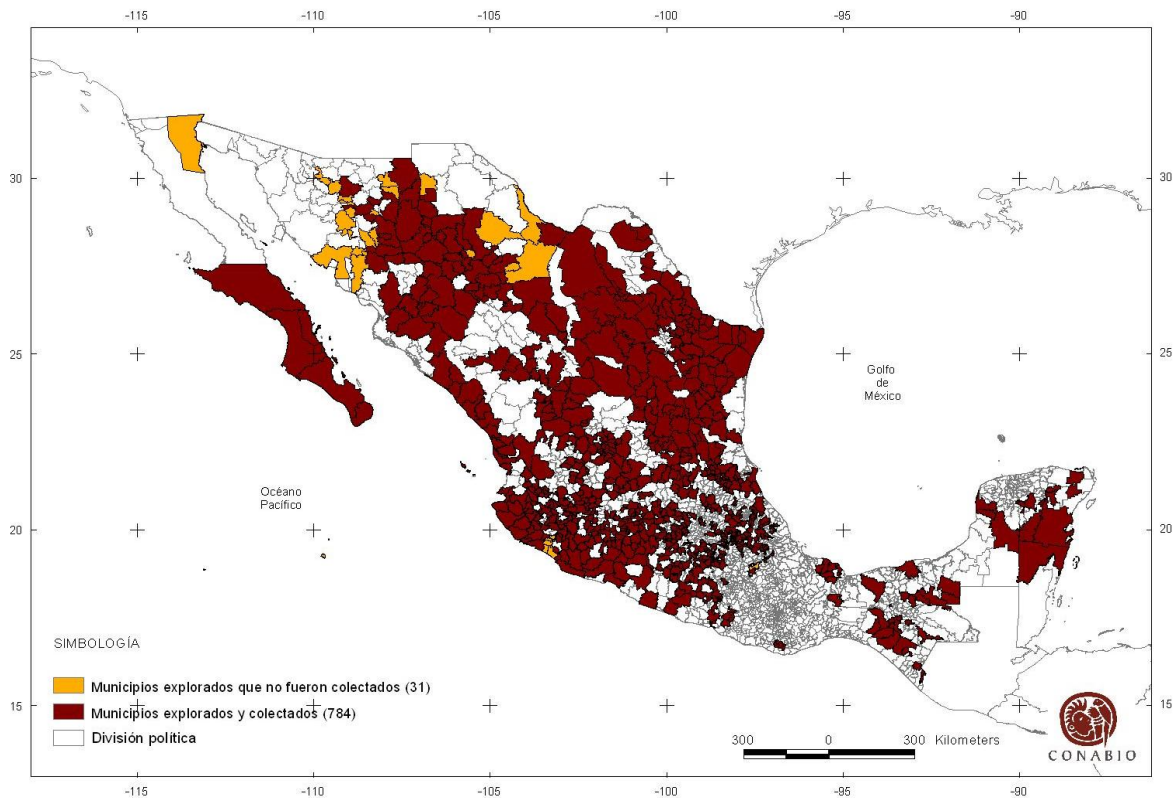


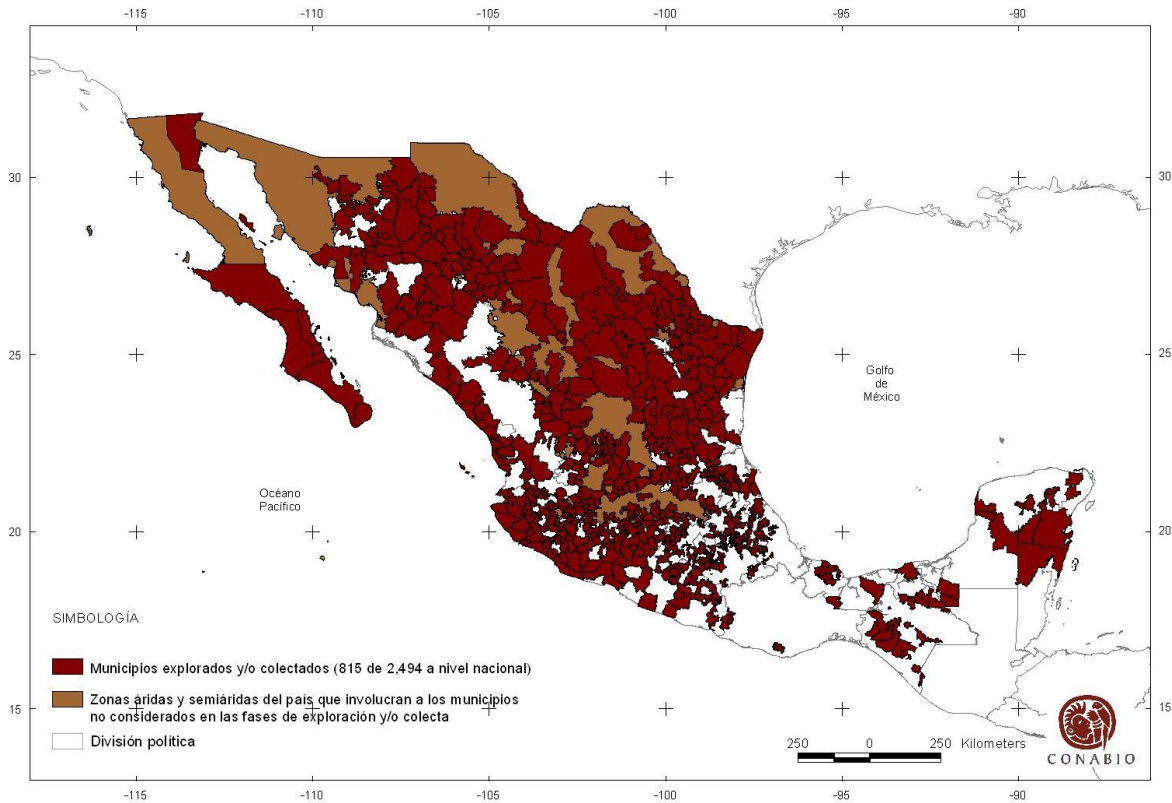
Figura 8. Cobertura municipal de exploración y colecta 2007-2010.

De acuerdo con la información disponible en los informes y la base de datos se exploraron 815 municipios obteniendo colecta en 784 de ellos (figs. 9 ).



**Figura 9.** Comparación de municipios explorados colectados y no colectados en el proyecto global de maíces (2007-2010).

Dado que el país cuenta con **2,494** municipios, en las fases de exploración y/o colecta en este periodo (2007-2010) se logró abarcar el **31.4** % de la totalidad de los municipios; sin embargo, considerando que se excluyó el estado de Oaxaca (589 municipios), el número asciende al **41%** de los municipios del país. También se debe tener en cuenta los puntos mencionados al inicio de este documento, en relación a que existen áreas que no se exploraron debido a que no figura el cultivo del maíz -principalmente municipios donde prevalecen condiciones áridas en los estados del norte y centro norte del país (fig. 10)-, son áreas en las que predominan otras actividades (ganadería y zonas conurbadas), predominan los maíces mejorados (Valle del Yaqui) o áreas de difícil acceso en el macizo montañoso de la Sierra Madre Occidental (principalmente en la parte de la sierra que delimita a Durango y Sinaloa); asimismo, falta integrar información de los estados de Puebla, Veracruz, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Colima, Michoacán.



**Figura 10.** Municipios explorados y colectados en el proyecto global de maíces (2007-2010) y su relación con las zonas áridas y semiáridas del país.

Parte del objetivo del proyecto global ha sido actualizar la información en relación a la distribución de maíces nativos en México. En el documento base de 2006 (CONABIO 2006) se convino considerar 1990 como el punto de referencia para cuantificar registros recientes de históricos. Con base en dicho criterio se hizo un ejercicio comparativo entre la cobertura municipal de colectas para los períodos de 1927 a 1989 vs. 1990 a 2010 (figs. 11 y 12).

Entre estos dos periodos se observa de manera general lo siguiente:

- 1) Hasta 1990 se había colectado en 1,100 municipios del país, cubriendo prácticamente la mayor parte de las regiones agrícolas del país (fig. 11).
- 2) De 1990 al presente se han obtenido colectas en 951 municipios principalmente en el periodo del proyecto global se hace una colecta amplia en los estados del norte, que demuestran la presencia de mayor número de colectas de maíces nativos en Tamaulipas, aunque en menor proporción en otras áreas como los distritos de riego de Sonora y Sinaloa y en municipios del este de Chihuahua. No se reportan registros para Baja California Norte (fig. 12).
- 3) Existe una menor representación de colectas en municipios de la Península de Yucatán, principalmente en las proximidades de las áreas urbanas y en municipios del oriente de Campeche.

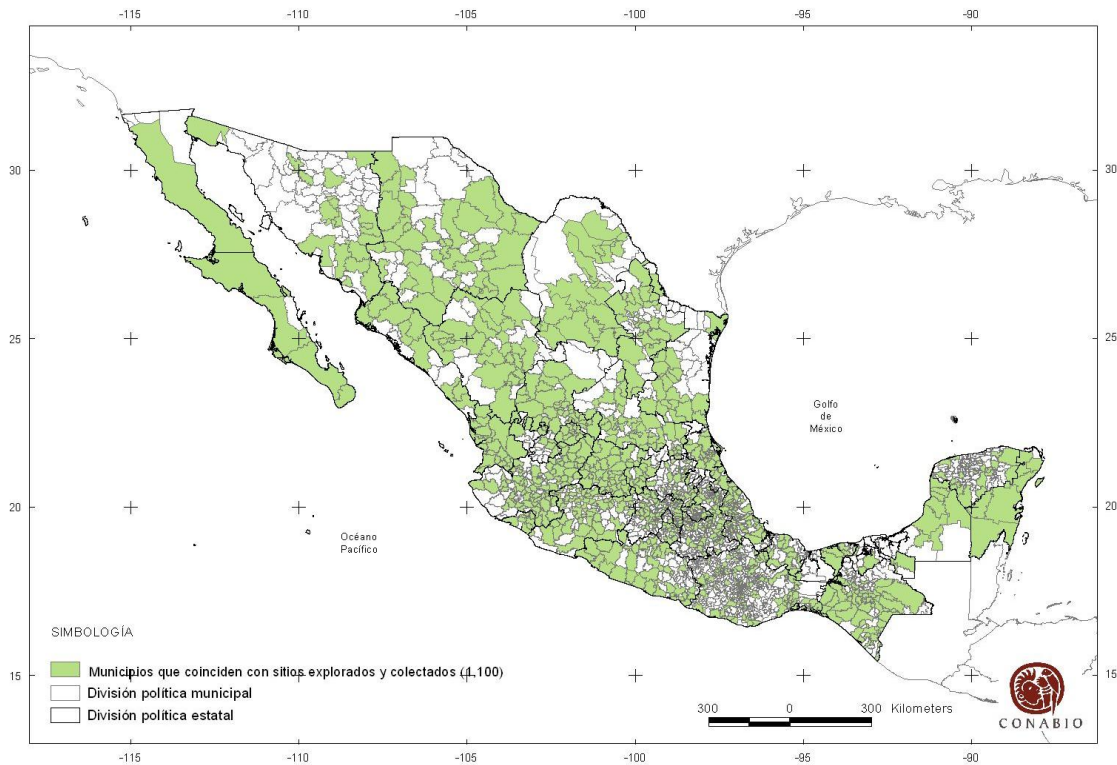


Figura 11. Municipios (INEGI 2005) explorados y colectados durante el periodo 1927-1989.

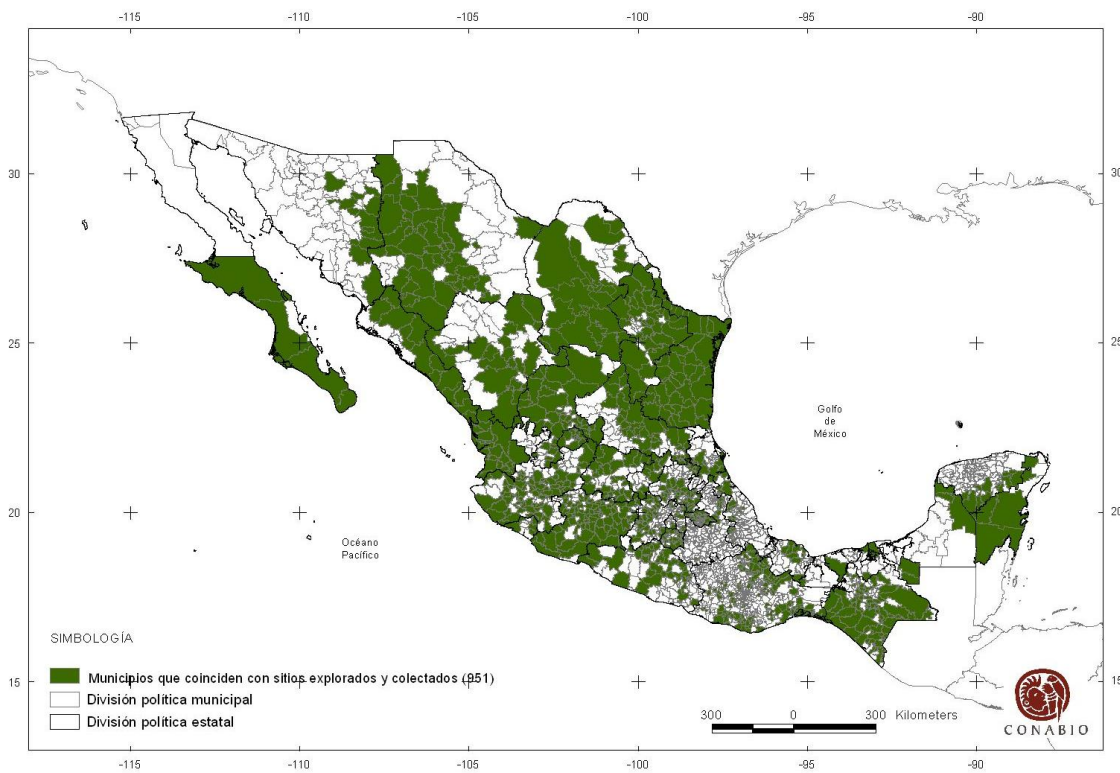


Figura 12. Municipios explorados y colectados durante el periodo 1990-2010.

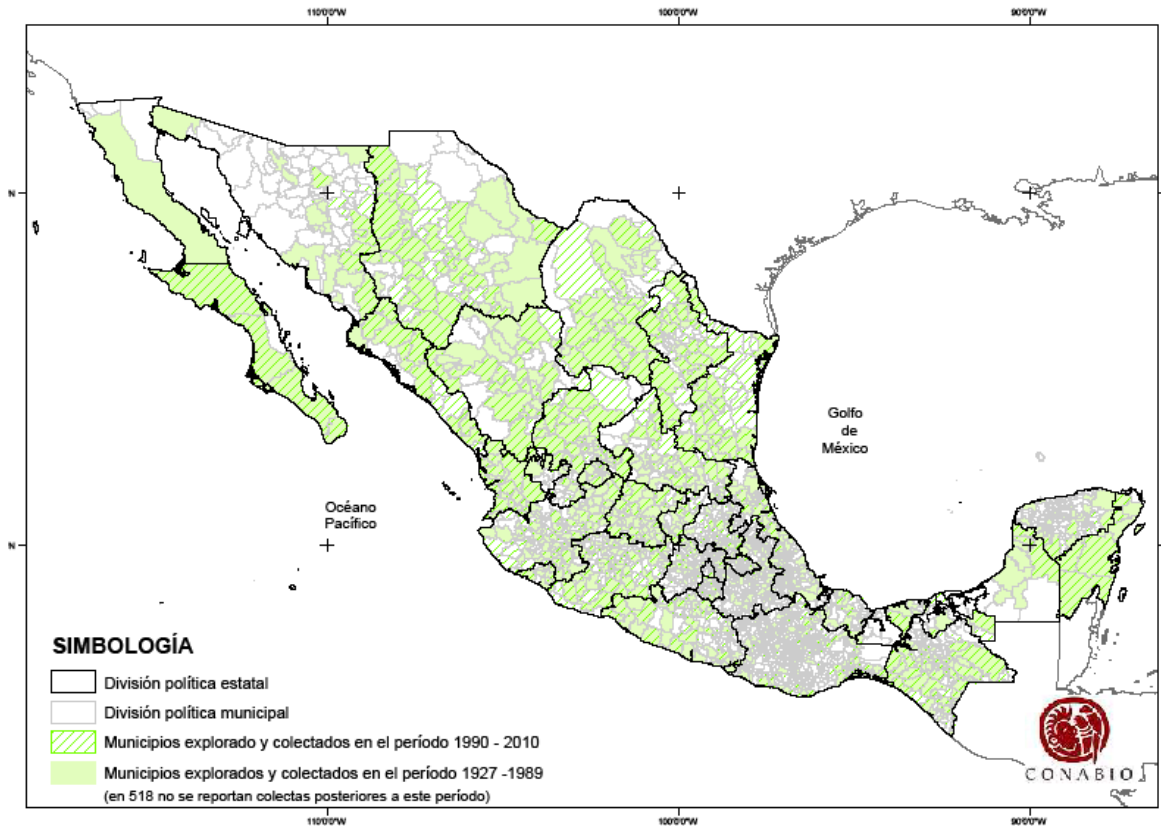


Figura 13. Comparación de municipios explorados y colectados en los periodos 1927-1989 y 1990-2010.

La figura 13 contrasta los esfuerzos de colecta considerando 1990 como un parteaguas arbitrario en relación a información histórica de la actual. En la figura 11 se aprecia un extenso esfuerzo de colecta que, previo a 1990, cubrió la mayor parte de las regiones agrícolas, sin embargo este panorama no se apreciaba en 2006<sup>3</sup>, cuando la CONABIO generó el documento base<sup>4</sup> que precedió y sustentó la gestión del proyecto global de maíces. Este conocimiento ahora integrado ha sido producto de la sistematización de la información que resguarda la principal colección nacional de maíz a cargo del INIFAP en su Campo Experimental del Valle de México principalmente. Asimismo, si bien se aprecia que la cobertura posterior a 1990 es menor, se debe tener en cuenta que aún falta información por integrar a las bases de datos y que por diversas razones<sup>5</sup> algunas regiones no fueron exploradas como se explica al principio de este documento, aunque si bien es cierto en otras se ha extendido el cultivo de maíces híbridos, para las cuales no se enfocó o se hizo colecta y exploración.

<sup>3</sup> La razón de ello estriba que en ese entonces la CONABIO no contaba con la información sistematizada del la colección nacional del banco de germoplasma del INIFAP

<sup>4</sup> [http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/Doc\\_CdeOCdeDG.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/Doc_CdeOCdeDG.pdf)

<sup>5</sup> Entre ellas las aducidas en las páginas 2 y 3.

## Literatura citada

Ángeles A., H. H. 2000. Mejoramiento genético del maíz en México: el INIA, sus antecesores y un vistazo a su sucesor, el INIFAP. *Agricultura Técnica de México*. 26(1):31-48.

Aragón, F., S. Taba, F.H. Castro N., J.M. Hernández, J. M. Cabrera T., L. Osorio A. y N. Guillén R. 2005. In situ conservation and use of local maize races in Oaxaca, México. A participatory and decentralized approach. En: Taba, S. (ed.). 2005. *Latin American Maize Germplasm Conservation: regeneration, in situ conservation, core subset, and prebreeding; Proceedings of a Workshop held at CIMMYT, abril 7-10, 2003*. CIMMYT. México, D. F.

Aragón, F., S. Taba, J.M. Hernández, J.D. Figueroa, V. Serrano, F.H. Castro. 2006. Catálogo de maíces criollos de Oaxaca. Libro técnico 6. INIFAP. México D. F.

Arias, L., D. Jarvis, D. Williams, L. Latournerie, F. Márquez, F. Castillo, P. Ramírez, R. Ortega, J. Ortiz, E. Sauri, J. Duch, J. Bastarrachea, M. Guadarrama, E. Cázares, V. Interián, D. Lope, T. Duch, J. Canul, L. Burgos, T. Camacho, M. González, J. Tuxill, C. Eyzaguirre y V. Cob. 2004. Conservación *in situ* de la biodiversidad de las variedades locales en la milpa de Yucatán, México. En: Chávez-Servia, J.L., J. Tuxill y D.I. Jarvis (eds). *Manejo de la diversidad de los cultivos en los agroecosistemas tradicionales*. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali, Colombia. 36-46.

Cárdenas, F. y J. M. Hernández C. 1988. Country Reports-México. En: CIMMYT. 1988. *Recent advances in the conservation and utilization of genetic resources: Proceeding of the Global Maize Germplasm Workshop*. México, D. F. 162-175.

Chavez, E. 1913. El cultivo del maíz. Secretaría de Fomento, Dirección General de Agricultura, Boletín 74 (Estación Agrícola Central). México.

CONABIO. 2006. Elementos para la determinación de centros de origen y centros de diversidad genética en general y el caso específico de la liberación experimental de maíz transgénico al medio ambiente en México. [http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/Doc\\_CdeOCdeDG.pdf](http://www.biodiversidad.gob.mx/genes/pdf/Doc_CdeOCdeDG.pdf)

CONABIO. 2010. Base de datos integrada del proyecto global de maíces (corte al 14 de octubre de 2010).

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.

Ortega P., R. A., J. J. Sánchez G., F. Castillo G. y J. M. Hernández C. 1991. Estado actual de los estudios sobre maíces nativos en México. In: Ortega P., R. A., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. (eds.). *Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México*. SOMEFI. Chapingo, México. 161-185.

Perales R., H., B. F. Benz y S. B. Brush. 2005. Maize diversity and ethnolinguistic diversity in Chiapas, México. *PNAS* 102(3): 949-954.

Ramírez V., S., S. Taba, E. Díaz S. y J. Díaz C. 2004. Recuperación y selección de variedades criollas de maíz en Chihuahua. Folleto técnico 20. Centro de Investigaciones Regional Norte Centro, Campo Experimental Sierra de Chihuahua, INIFAP. México.

Ron P., J., J. J. Sánchez G., A. A. Jiménez C., J. A. Carrera V., J. G. Martín L., M. M. Morales R., L. de la Cruz L., S. A. Hurtado P., S. Mena M. y J. G. Rodríguez F. 2004. Maíces nativos del Occidente de México. 2004. Scientia-CUCBA 8(1):1-139.

Wellhausen, E.J., L.M. Roberts, E. Hernández X. , en colaboración con P.C. Mangelsdorf. 1951. Razas de maíz en México. Folleto Técnico No. 5. Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería. México. 223 p.

### Listado donde del material cartográfico digital e impreso utilizado en la realización de coberturas y mapas

- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), (2002) "Localidades de la República Mexicana, 2000". Obtenido de Principales Resultados por Localidad. XII Censo de Población y Vivienda 2000. Editado por (CONABIO). México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Dirección General de Geografía (1999). "Topónimos de las Cartas Topográficas". Escala 1: 250 000. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Dirección General de Geografía (1999). "Topónimos de las Cartas Topográficas". Escala 1: 50 000. México.
- Dirección General de Geografía – INEGI (ed.), (1999). "Conjunto de Datos Vectoriales (clave\_carta) de la Carta Topográfica. Escala 1:250 000 (NOMBRE DE LA CARTA)". Aguascalientes, Ags. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (2002). "Límite Nacional". Escala 1:250 000. Extraído de Conjunto de datos vectoriales de la carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie II. Continuo (INEGI). México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), (2002). "División Municipal de México, 2000". Obtenido de Marco Geoestadístico Municipal, 2000. Escala 1:250 000. México.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), (2002). "División Municipal de México, 2005". Obtenido de Marco Geoestadístico Municipal, 2000. Escala 1:250 000. México.
- INEGI. "Modelo Digital del Terreno". Escala 1:250 000. México.
- SEMARNAP – INE, Unidad Coordinadora de Áreas Naturales Protegidas. (1999). "Áreas Naturales protegidas". México.
- Dirección General de Geografía - INEGI (ed.). (2005). Conjunto de Datos Vectoriales de la Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Escala 1:250,000, Serie III (CONTINUO NACIONAL). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática - INEGI. Aguascalientes, Ags., México.
- Cervantes-Zamora, Y., Cornejo-Olgín, S. L., Lucero-Márquez, R., Espinoza-Rodríguez, J. M., Miranda-Viquez, E. y Pineda-Velázquez, A, (1990). 'Provincias Fisiográficas de México'. Extraído de Clasificación de Regiones Naturales de México II, IV.10.2. Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) -Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) - Instituto Nacional de Ecología (INE). (2008). 'Ecorregiones Terrestres de México'. Escala 1:1000000. México. De forma abreviada puede citarse así: INEGI, CONABIO e INE. 2008. 'Ecorregiones terrestres de México'. Escala 1:1000000. México.