

**SUBSECRETARÍA DE FOMENTO
Y NORMATIVIDAD AMBIENTAL**
OFICIO NÚM. 070



SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

"2011, AÑO DEL TURISMO"

MÉXICO, D.F. A 19 8 MAR 2011

DR. FRANCISCO BARNES REGUEIRO
PRESIDENTE DEL INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA

PRESENTE

Como es de su conocimiento, la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados tiene por objeto regular, entre otras actividades, la liberación al ambiente de organismos genéticamente modificados, con el fin de prevenir, evitar o reducir los posibles riesgos que esas actividades pudieran ocasionar al medio ambiente y a la diversidad biológica, así como a la sanidad animal, vegetal o acuícola.

Así mismo, con el fin de cumplir su objetivo, la Ley determina en su artículo 2 fracción XI, que la misma tiene como finalidad, entre otras, el determinar las bases para el establecimiento caso por caso de áreas geográficas libres de organismos genéticamente modificados, en las que se prohíba y aquellas en las que se restrinja la realización de actividades con determinados organismos genéticamente modificados, así como de cultivos de los cuales nuestro país sea centro de origen, en especial del maíz.

Adicionalmente el artículo 86 de la misma Ley de Bioseguridad indica que:

Art. 86: Las especies de las que los Estados Unidos Mexicanos sea centro de origen y de diversidad genética así como las áreas geográficas en las que se localicen, serán determinadas conjuntamente mediante acuerdos por la SEMARNAT y la SAGARPA, con base en la información con la que cuenten en sus archivos o en sus bases de datos, incluyendo la que proporcione, entre otros, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, el Instituto Nacional de Ecología, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y la Comisión Nacional Forestal, así como los acuerdos y tratados internacionales relativos a estas materias. La SEMARNAT y la SAGARPA establecerán en los acuerdos que expidan, las medidas necesarias para la protección de dichas especies y áreas geográficas.



SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES

SEMARNAT

- 2 -

Por tal razón y con el fin de llevar a cabo el objetivo de Ley de Bioseguridad, en el ámbito de las atribuciones de esta Secretaría, le solicito, que de conformidad con el artículo 86 de la Ley en comento, se sirva informar y remitir a esta Subsecretaría, la información con que cuente en sus archivos o en sus bases de datos, sobre la localización y distribución geográfica en nuestro país del maíz y sus parientes silvestres, así como de las áreas geográficas en las que se localicen; a fin de tener los elementos e insumos necesarios para poder dar inicio a los trabajos relacionados con la determinación e instrumentación de las zonas restringidas previstas por la Ley en comento, en particular la determinación del o los Centros de Origen y de Diversidad Genética del Maíz.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE
LA SUBSECRETARIA**

ING. SANDRA DENISSE HERRERA FLORES

C.c.p. Ing. Juan Rafael Elvira Quesada.- Secretario del Ramo. Presente.
Dr. José Saúl Khán Kermez. Coordinador Nacional de la CONABIO. Presente. Presente.
Dr. Juan Manuel Torres Rojo. Director General de la Comisión Nacional Forestal. Presente.
LIC. Luis Alberto López Carbajal. Director General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables. Presente.
Q.A. Romana Alejandra Barrios Pérez. Dir. de Reg. de Bioseguridad, Biodiversidad y Recursos Genéticos. Presente.

LALC/RABP/ptm



Instituto Nacional de Ecología



**INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA
PRESIDENCIA**

OFICIO No. D.O.O.P.-100.- 073

México, D.F., 06 ABR 2011

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE Y
RECURSOS NATURALES

"2011, Año del Turismo en México"

**ING. SANDRA DENISSE HERRERA FLORES
SUBSECRETARIA DE FOMENTO Y
NORMATIVIDAD AMBIENTAL
PRESENTE**

En respuesta a su oficio No. 070 del 18 de marzo del presente año, mediante el cual solicita información disponible sobre la localización y distribución geográfica en nuestro país del maíz y sus parientes silvestres, así como de las áreas geográficas en las que se sitúan, le informo que este Instituto no cuenta con mayor información disponible a la que se publicó en nuestra página en el año de 2006, en la dirección electrónica http://www.ine.gob.mx/descargas/bioseguridad/origen_maiz.pdf y que lleva por nombre "México como el centro de origen del maíz y elementos sobre la distribución de parientes silvestres y variedades o razas de maíz en el norte de México", anexo impresión.

Reciba un cordial saludo.

**EL PRESIDENTE
DR. FRANCISCO BARNÉS REGUEIRO**

El Director General del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental, firma en suplencia por ausencia, con fundamento en los artículos 42 fracción I, 110 y 153 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, y conforme al Oficio No. D.O.O.P.100.- 071 del 31 de marzo de 2011.

ING. VÍCTOR GUTIÉRREZ AVEDOY

- C.c.p Ing. Juan Rafael Elvira Quesada.- Secretario del Ramo.
- Dr. José Sarukhán Kermez.- Coordinador Nacional de la CONABIO.
- Dr. Juan Manuel Torres Rojo.- Director General de la Comisión Nacional Forestal.
- Lic. Luis Alberto López Carbajal.- Director General del Sector Primario y Recursos Naturales Renovables.
- Ing. Víctor Javier Gutiérrez Avedoy.- Director General del Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental.
- Q.A. Romana Alejandra Barrios Pérez.- Dir. De Reg. De Bioseguridad, Biodiversidad y Recursos Genéticos.

*CO 4106
indicado
6.4.11-31*

México como el centro de origen del maíz y elementos sobre la distribución de parientes silvestres y variedades o razas de maíz en el norte de México.

El proceso de domesticación

La existencia de centros de domesticación y origen de la agricultura fue descubierta desde el siglo antepasado por el botánico y naturalista De Candolle (1882) quien reconoció que la diversidad genética de las plantas domesticadas, creada durante cientos o miles de años de agricultura, no se distribuye de manera homogénea en el planeta. La distribución de esta diversidad tiene un patrón que fue descrito a finales de los años 20 y principios de los 30 del siglo pasado por el reconocido genetista Nikolai Vavilov (1926, 1931, 1992). Este científico ruso describió la distribución espacial de la diversidad genética para cada una de las especies agrícolas que estudió y llegó a la conclusión de que el grado de diversidad es un indicador del tiempo que una especie se ha cultivado en determinada región: los cultivos presentan mayor diversidad en aquellas áreas en donde se han cultivado por más tiempo. Así, al encontrar el centro de mayor diversidad genética de un cultivo, se ubica también su centro de origen.

En particular, las cadenas montañosas con una larga historia agrícola proporcionan condiciones ideales para generar una mayor diversidad debido a su heterogeneidad en lo referente a topografía, tipos de suelos y climas. Conforme Vavilov fue descubriendo lo que él consideró los centros de origen de más y más especies cultivadas, se dio cuenta que éstos se traslapaban, de tal manera que varios cultivos compartían una misma región de alta diversidad. Vavilov identificó ocho centros de origen en el planeta (fig.1), entre los que se encuentra la región mesoamericana que abarca el sureste de México y parte de Centroamérica. De acuerdo a Vavilov, el sureste de México y Centroamérica es considerado el centro de origen y diversificación de varios cultivos, como el maíz, el chile, la calabaza, el frijol, la papaya, la guayaba, el algodón, el tabaco, el cacao y el tomate entre otros (Centro 7 en fig.1).



Fig. 1. The eight centers of origin, according to N. I. Vavilov.

Conforme el estudio de la distribución de cultivos agrícolas en el mundo y el interés de conocer los procesos que llevaron a su domesticación han ido aumentando se ha llegado a la conclusión de que además de la distribución de la diversidad de un cultivo existen otros tipos de evidencia que permiten sustentar hipótesis de centros de origen y domesticación. Las diferentes fuentes de evidencia propuestas inicialmente por Harlan y Wet (1973) y actualmente reconocidas y adoptadas por especialistas de varias disciplinas (Smith 2001) incluyen información generada de fuentes como la antropología física, la historia, el arte, la arqueología, el lenguaje y la tradición oral, la nutrición y la religión, así como la arqueobotánica, la palinología y la paleobotánica; además de la variación en los patrones de distribución de variedades y parientes silvestres, la reconstrucción filogenética, la genética y la biología molecular y la morfología con el estudio de los cambios durante el proceso de domesticación.

La domesticación es un proceso evolutivo que involucra cambios genéticos asociados a características morfológicas, fisiológicas y de comportamiento en poblaciones de plantas manipuladas por los seres humanos, con respecto a las poblaciones silvestres de las cuales se originan (Helbaek 1959; Harris 1972; Doebley 1992; Harlan 1992). En este proceso, la selección artificial interviene como fuerza evolutiva principal, favoreciendo la supervivencia y reproducción de fenotipos que presentan características ventajosas para los seres humanos; esto es, individuos con mejores características para ser utilizadas como alimento, medicina u otros usos (Zohary 1984; Harlan 1992). Aunque la domesticación está dirigida principalmente por la selección artificial, la selección natural puede seguir influyendo en la evolución de las plantas bajo domesticación.

La domesticación es un proceso relativamente reciente en la historia de la humanidad, pues en general se encuentra asociado a las prácticas agrícolas, cuya antigüedad se estima en no más de 12,000 años en medio oriente (Zohary y Hopf 1994) y en alrededor de 10,000 años en mesoamérica (MacNeish 1992, Piperno y Flanery 2001). En sus niveles más avanzados, las plantas alcanzan una total dependencia del hombre para sobrevivir y reproducirse (Hawkes 1983). La domesticación es un proceso continuo y aún en sus etapas más avanzadas la domesticación sigue operando, generando nuevas variantes de acuerdo con las variaciones ambientales y culturales, espaciales y temporales a las que continuamente las somete la sociedad humana. A través de estos procesos se pueden encontrar diferentes grados de domesticación que parecen relacionarse con distintos grados de intensidad con los que opera el proceso o con la antigüedad con la que éste se ha llevado a cabo (Hillman y Davies 1990; Casas y Caballero 1996; Casas et al. 1997b; 1998; 1999c).

La domesticación es un proceso que involucra varias escalas tanto a nivel biológico como social y se describe como un mutualismo que evoluciona entre humanos y poblaciones de plantas o animales. Zeder (2006) expone que para entender la naturaleza evolutiva de las relaciones de domesticación es más valioso considerar la totalidad de escalas involucradas en vez de tratar de definir la demarcación exacta entre una población de plantas silvestres y una

población de plantas domesticadas. Para lo anterior ilustra las diferentes escalas de transformación tanto de los grupos humanos como de las plantas asociadas a estos, durante el proceso de domesticación (fig. 2).

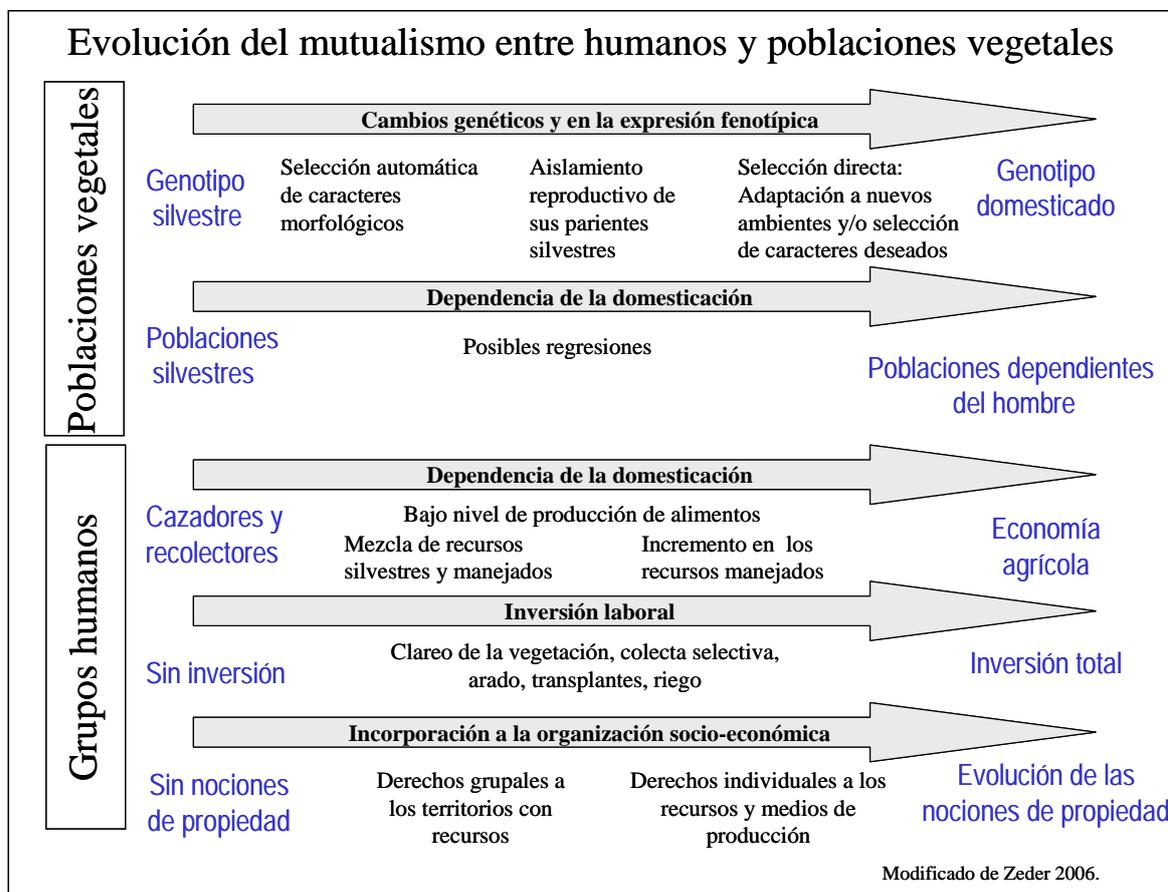


Figura 2. Tendencias de cambio durante el proceso de domesticación.

La velocidad de este proceso varía dependiendo de las características de la planta y de la intensidad de selección. Características de la planta como son una limitada propagación vegetativa, polinización cruzada, y distribución de poblaciones simpátricas con sus parientes silvestres en las que el flujo génico puede ocurrir entre ellas, incrementan el tiempo de fijación de los caracteres deseados en una población a través de la selección artificial (Harris, 1972; Zohary, 1984). El maíz cumple con todas estas características por lo que su proceso de domesticación ha sido más largo que el de otras plantas.

Evidencia de domesticación del cultivo de maíz en México

El maíz es una planta que ha evolucionado en conjunto con el desarrollo de las civilizaciones en México. Este cultivo ocupa un lugar preponderante en la producción agrícola del país, así como en la vida de las poblaciones indígenas y de los agricultores de pequeña escala (Louette 1996). Además del maíz y su diversidad de razas y variedades, en nuestro territorio existen especies silvestres que genéricamente se conocen con el nombre de teocintle: *Zea mays*

subsp. *mexicana*, *Z. mays* subsp. *parviglumis* *Z. diploperennis*, *Z. perennis* *Z. luxurians*, *Z. huhuetenanguensis*, *Z. nicaraguensis* esta última de distribución en Centroamérica.

La domesticación de maíz y su dispersión a lo largo de toda América, ha generado desde hace tiempo gran interés. Mientras actualmente se acepta que uno de los teocintles, probablemente *Zea mays* subsp. *parviglumus* es el ancestro del maíz domesticado *Zea mays* subsp. *mays*, quedan aún muchas preguntas por responder sobre dónde, cuándo y cómo ocurrió el proceso de domesticación, y sobre cómo ocurrió la dispersión activa, probablemente durante el propio proceso de domesticación, al resto de América (Smalley y Blake, 2003; Afford y Horn 2004).

Una parte clave para resolver estas preguntas corresponde a la evidencia botánica para determinar la presencia de maíz en diferentes sitios y épocas. Esta evidencia consiste en macrofósiles (usualmente, mazorcas, olotes, granos o fragmentos de la planta) y en microfósiles (polen y fitolitos) para los que se puede determinar su edad usando análisis de carbón radioactivo de materiales asociados a los fósiles recobrados. Una técnica que se está utilizando más recientemente es el espectrofotómetro acelerador de masa (AMS por sus siglas en inglés) para datación de radio carbón, ya que requiere menores cantidades de muestra. Con la aplicación de esta técnica se han logrado obtener datos más exactos asociados a la evidencia botánica (Smith 1994-95 Fritz 1994).

La gran mayoría de la evidencia del proceso de domesticación en sus etapas tempranas en los tres centros de domesticación independiente, que se han identificado en América: Sudamérica, México y más recientemente el este de Norteamérica; proviene de excavaciones de cuevas y refugios rocosos en zonas altas y relativamente secas. Estos sitios contienen restos conservados de plantas y el registro de ocupaciones de corto plazo por parte de pequeños grupos de cazadores recolectores y pre-agricultores. Con los nuevos métodos de corroboración de evidencia aparentemente el proceso de domesticación se inició de manera independiente en los tres centros de origen de América entre 6500 y 5500, años. Varias líneas de evidencia sugieren que las sociedades involucradas en este proceso de domesticación temprana probablemente no fueron exclusivamente cazadores recolectores nómadas de ambientes de con altas elevaciones. Aparentemente los restos recuperados de estas cuevas pueden reflejar una transición hacia una forma de vida con agricultura, alcanzada por sociedades ocupando asentamientos más sedentarios en valles cercanos a ríos. En algunos casos, las cuevas de tierras altas conteniendo restos indicadores del proceso de domesticación, pueden representar un componente de los primeros alimentos producidos y utilizados en una época del año; en otros casos pueden marcar la subsiguiente expansión de sociedades que iniciaban el cultivo de alimentos en zonas de valles cercanos a ríos con mayores recursos, hacia zonas adyacentes con ambientes de tierras altas (Smith 1994).

En México la gran mayoría de la información arqueológica que se tiene sobre el proceso de domesticación temprano de los tres principales cultivos domesticados en nuestro país (maíz, calabaza y frijol) proviene de cinco cuevas que fueron excavadas entre los años cincuentas a sesentas del siglo pasado. Estas son las cuevas de Romero y Valenzuela cerca de Ocampo en Tamaulipas; las cuevas de Coxcatlán (fig. 3) y San Marcos en Tehuacán, Puebla; y la cueva de Guilá Naquitz en Oaxaca (Smith 1997).



Figura 3. Cueva de Coxcatlán en el Valle de Tehucán en Puebla.

Las cuevas de Romero y Valenzuela en Tamaulipas, fueron las más importantes para abordar las explicaciones sobre los orígenes de la agricultura en México por más de cuatro décadas. Junto con las cuevas de San Marcos y Coxcatlán en Tehuacán y la cueva de Guilá Naquitz en Oaxaca, estas "cuevas de Ocampo" han proporcionado casi toda la evidencia disponible desde el comienzo de la domesticación de numerosas plantas, incluyendo maíz, frijol y calabaza (Smith 1997). En su artículo sobre las cuevas Ocampo Smith (1997) reanaliza las dimensiones culturales y temporales de los restos de cinco plantas cultivadas provenientes de las cuevas, incluido el maíz. Con quince fechas de radiocarbono obtenidas por AMS de los restos encontrados confirmó la integridad estratigráfica de las dos cuevas, y analizó la dimensión temporal de la aparición inicial de las principales plantas domesticadas en el noreste México. La transición hacia la producción de alimentos en Tamaulipas demuestra que este proceso se presentó en tiempos para el caso del maíz desde 2400 a. C., hace más de tres mil años. La cronología reportada de restos de plantas de proveniencias de la región y preservadas en las cuevas de Ocampo, confirma el papel que tuvo la periferia norte de Tamaulipas en el origen de la agricultura en México, al mismo tiempo que subraya la necesidad de establecer bases de secuencias arqueobotánicas fechadas por AMS en todo México, para entender suficientemente el contexto temporal, medioambiental y cultural de la domesticación inicial de la región.

Otras fuentes de evidencia como son la presencia de polen fósil de maíz recuperado de sedimentos del Lago Shelby en Alabama, que se han datado con fecha a nivel estratigráfico de hace 3500 años (Fern & Lui 1995); así como la recuperación de polen fósil de maíz en sitios arqueológicos clave, de San Andrés en zonas de tierras bajas tropicales de México cerca de La Venta, Tabasco datados de hace 5800 a 6200 años (Pope et al, 2001) y nuevos registros en Veracruz (Sluyter, 2006) contribuirán a la ampliación de las regiones identificadas conformando parte del proceso de domesticación en nuestro país.

En un ejercicio que incluyó varios tipos de información Blake (2005), establece fechas para la dispersión inicial de maíz desde las regiones de su domesticación temprana hasta otras regiones donde su uso temprano también indica que formaron parte del proceso de domesticación tardío de este cultivo. La información integrada incluye tanto fechas datadas por AMS de microfósiles de maíz (fig. 4a), como fechas de microfósiles, particularmente polen (fig. 4b), y datos de cocientes de carbón radioactivo en restos humanos que permiten hacer inferencias sobre cambios de dietas de plantas C3 a plantas C4 (fig. 4a).

Con las isoclinas se presentan los contornos de las edades con intervalos de 500 años que muestran los posibles patrones de dispersión del maíz durante su domesticación temprana, desde hace más de 8000 años hasta épocas más recientes.

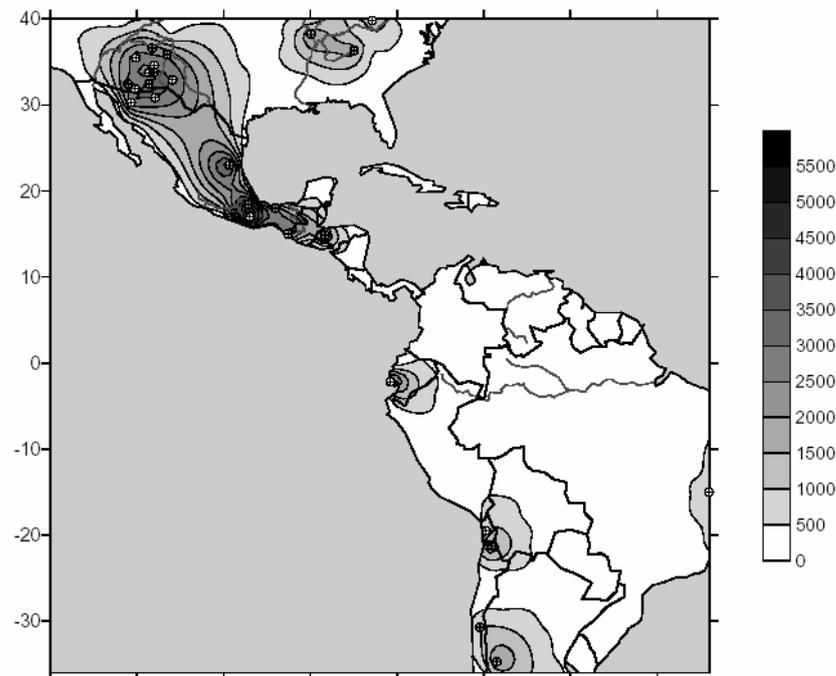


Figura 4a. fechas de datos de microfósiles de maíz (tomada de Blake, 2005)

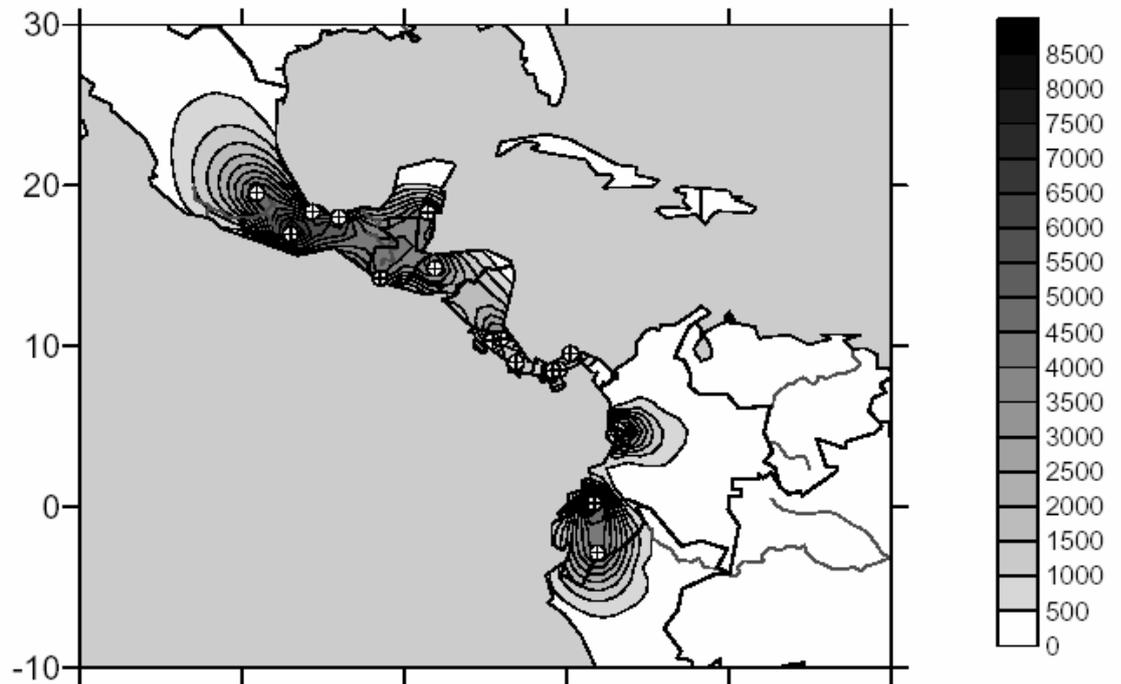


Figura 4b. Fechas de datos de microfósiles, polen de maíz (tomada de Blake, 2005).

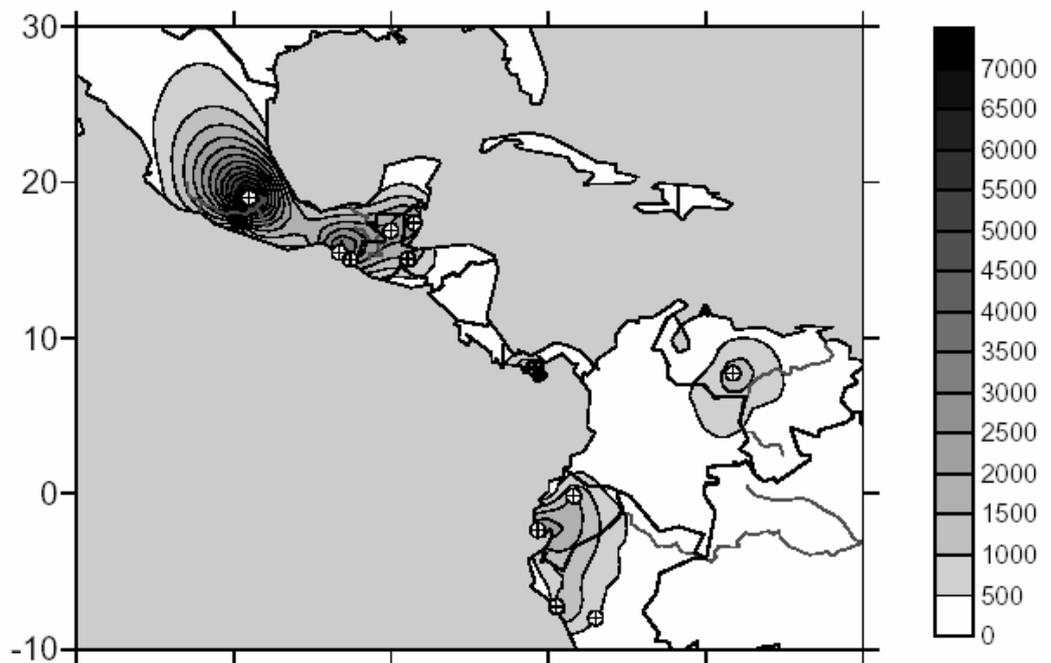


Figura 4b. Fechas de datos de isótopos de carbón radioactivo de moderado a altamente estables (tomada de Blake, 2005).

Con la información presentada en el análisis de Blake (2005) y considerando que aún se requiere la exploración de otros sitios arqueológicos así como la generación de mayor información actualizada sobre la distribución de parientes silvestres y variedades criollas de maíz y tomando en cuenta que el origen de de este cultivo se asocia a un proceso de domesticación que abarca varios miles de años y una parte considerablemente extensa de nuestro territorio, se puede estimar que el centro de origen y domesticación del maíz abarca porciones del territorio contenidas en estas isoclinas temporales de al menos hace 500 años, antes de la llegada de los españoles, momento en el que el uso de cultivo se modificó y el proceso de domesticación entró en su etapa tardía para posteriormente dar lugar a procesos actuales de mejoramiento y selección asociados a las variedades actuales.

Presencia de poblaciones de parientes silvestres del maíz, incluyendo diferentes razas o variedades del mismo, las cuales podrían constituir una reserva genética.

En la gran mayoría del territorio de México, incluyendo las áreas correspondientes a los campos experimentales del INIFAP, se reporta la presencia de variedades y razas de *Zea* spp. fig. 5 y Tabla 1.

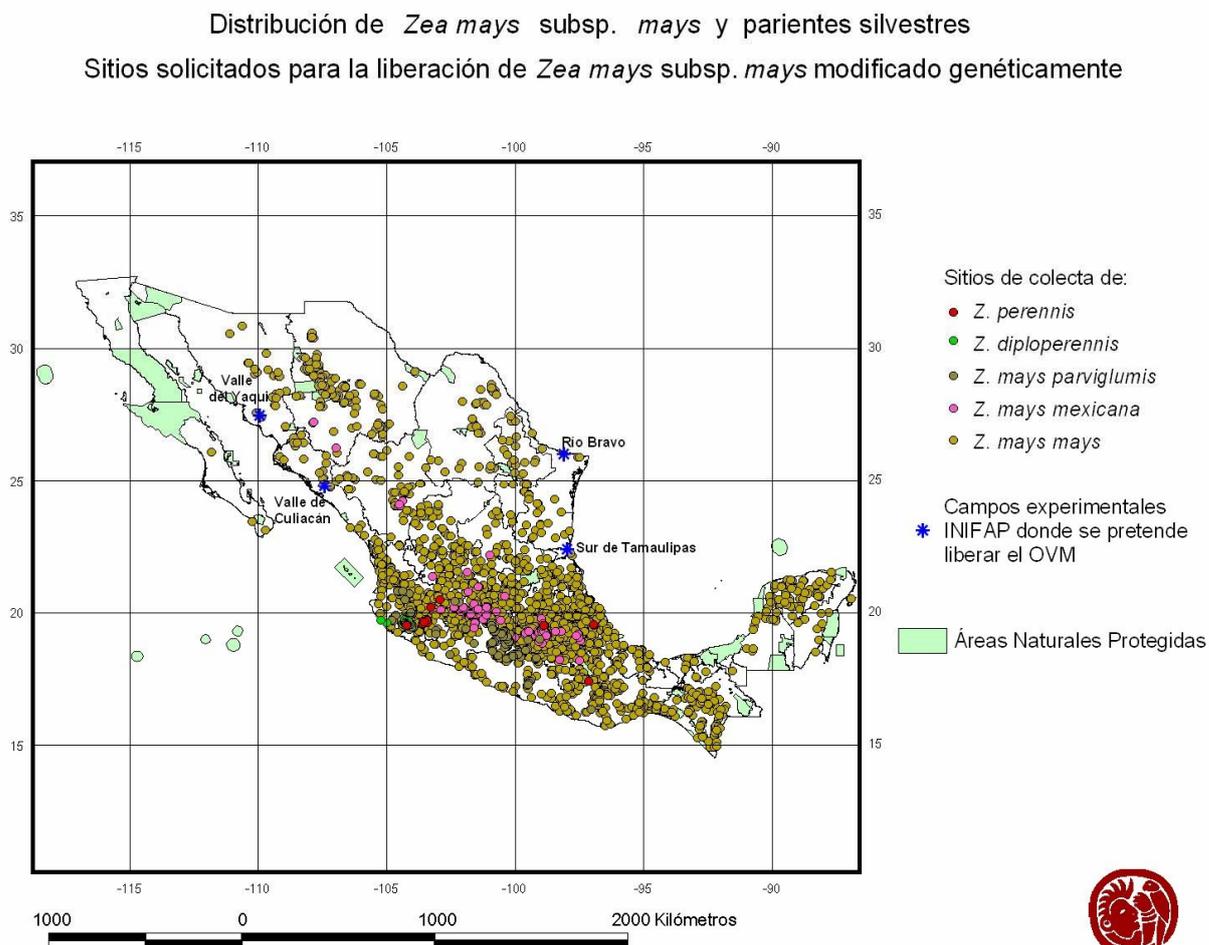


Fig 5. Distribución a nivel nacional de *Zea* spp.

Tabla 1. Presencia de razas o variedades de *Zea mays* a distancias menores a 64 km de los sitios donde se pretende liberar de manera experimental OGMs de maíz.

Sitios	Distancias con taxa viables
CE Valle de Culiacán, INIFAP	3.51 km a 10 km con <i>Z. mays mays</i> (a 10 km esta la raza Dulcillo del noreste)
CE Valle del Fuerte, INIFAP	18.47 km y 39 km con <i>Z. mays mays</i> (a 18.47 km esta la raza Tabloncillo perla)
CE Valle del Yaqui, INIFAP	10 y 17 km con <i>Z. mays mays</i>
CE Sur de Tamaulipas, INIFAP	21 y 35 km con <i>Z. mays mays</i> (raza Tuxpeño)
CE Río Bravo, INIFAP	56 y 61 km con <i>Z. mays mays</i>

En los campos experimentales del INIFAP se realizan evaluaciones de rendimiento, incidencia de plagas y enfermedades y de las características morfológicas de la Planta y del Producto de variedades de cultivos de **maíz**, entre otros productos (soya, alfalfa, sorgo grano, sorgo forrajero, algodón). Lo cual implica la presencia de las variedades a evaluar en los diversos campos.

A continuación se presenta información de las principales actividades reportadas para cada uno de los campos experimentales, la información referente a estas actividades se obtuvieron de la página del INIFAP para cada uno de los centros experimentales regionales (<http://www.inifap.gob.mx/> consultada 12 de octubre 2006). El que se lleve a cabo investigación o el desarrollo de variedades mejoradas implica el uso de variedades parentales que pueden ser razas o variedades mejoradas tanto criollas, acriolladas o adaptadas a las condiciones locales; como fuentes de variación genética, mismas que **constituyen una reserva genética de material** para la producción de estas variedades híbridas.

Campo Experimental Valle de Culiacán

Las principales actividades reportadas para este campo experimental son el penetrar en mercados internacionales, mayor rentabilidad mediante el combate de maleza, reducir riesgos de producción mediante variedades tolerantes a sequía y mayor productividad mediante tecnología para otoño-invierno.

Principales Sistemas Producto reportados para este campo experimental:

Garbanzo

Maíz grano

Hortalizas

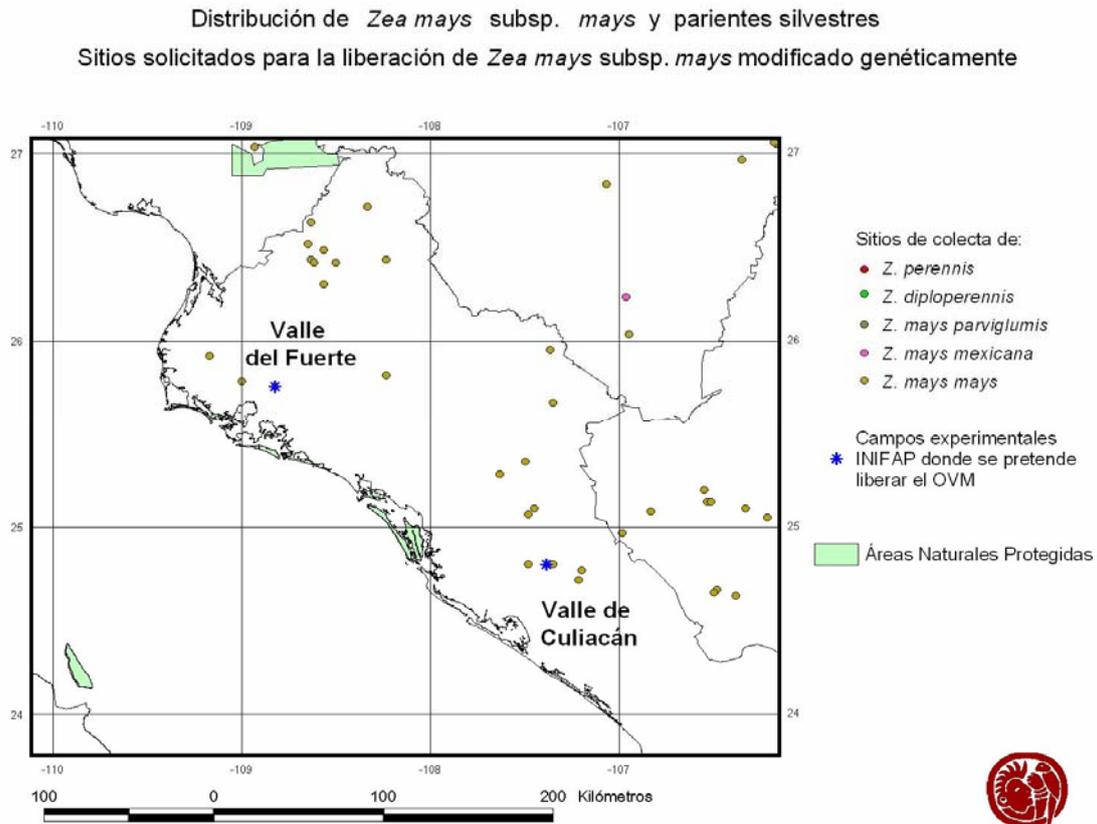
Frijol

Cartamo

Forrajes

Bovinos carne

En la figura 6 se observa la presencia de colectas de *Zea mays mays* en y los alrededores de el campo experimental Valle de Culiacán.



Campo Experimental Valle del Fuerte

Las principales actividades reportadas para este campo experimental son: mejorar la productividad y rentabilidad mediante la utilización de sistemas de labranza reducida de conservación, incrementar el potencial de rendimiento de los cultivos, apoyo en la toma de decisiones mediante una estimación precisa y anticipada del volumen de producción, mayor productividad con variedades mejoradas de frijol trigo garbanzo soya cártamo y maíz.

Principales Sistemas Producto reportadas para este campo experimental son:

Maíz grano

Frijol

Hortalizas

Garbanzo

Trigo

Cártamo

Bovinos carne

Soya

En la figura 6 (arriba), se observa la presencia de colectas de *Zea mays mays* en los alrededores de el campo experimental Valle del Fuerte.

Campo Experimental Valle del Yaqui

Las principales actividades reportadas para este campo experimental son: mejorar su competitividad mediante el mejoramiento genético de variedades, incremento en los niveles de producción mediante el desarrollo de tecnología para la producción, capacitación a técnicos y productores y el apoyo en su toma de decisiones mediante diagnósticos de laboratorio de agua-suelo y fitopatología.

Principales Sistemas Producto reportados para este campo experimental son:

Trigo

Maiz forrajero

Cartamo

Hortalizas

Algodón

Frutales

Maiz grano

Garbanzo

Colza

Cebada

Maiz grano

En la figura 7 se observa la presencia de colectas de *Zea mays mays* en los alrededores de el campo experimental Valle del Yaqui.

Distribución de *Zea mays* subsp. *mays* y parientes silvestres
Sitios solicitados para la liberación de *Zea mays* subsp. *mays* modificado genéticamente

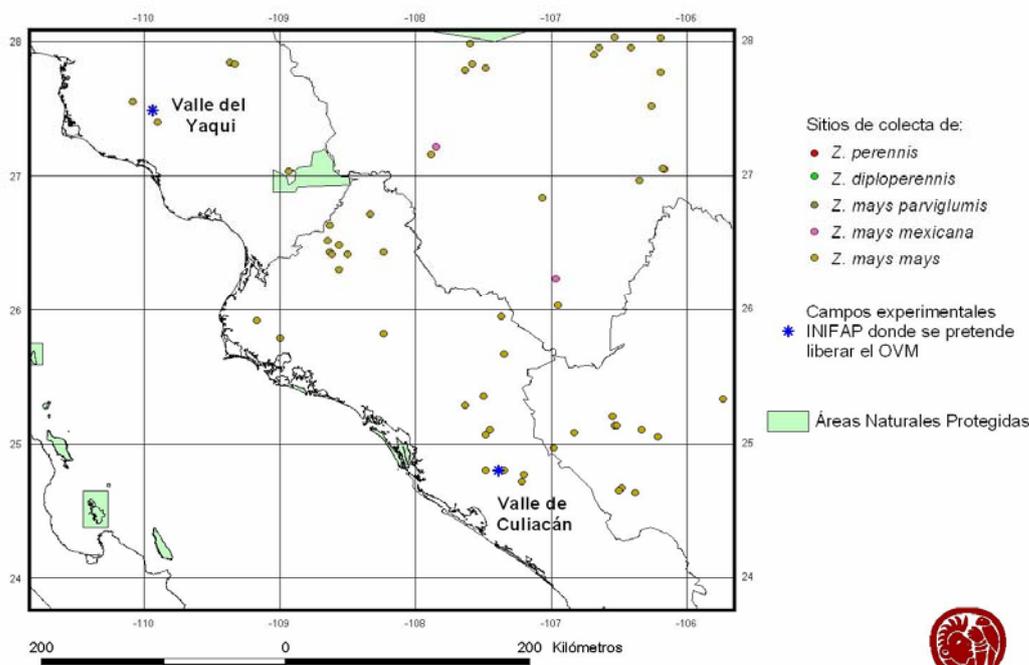


Fig. 7. Distribución de sitios de colecta *Zea* spp. en el área circundante a los campos experimentales Valle Culiacán y Valle del Yaqui.

Campo Experimental Sur de Tamaulipas, INIFAP

Entre las principales actividades reportadas para este campo experimental se reportan la generación de nuevos materiales genéticos de soya, chile serrano, chile jalapeño, cártamo y **maíz**; generación de nuevas tecnologías para mejorar la producción de los cultivos importantes (soya chile serrano caña de azúcar cártamo y cebolla).

Principales Sistemas Producto reportadas para este campo experimental:

CHILE

CAÑA DE AZUCAR

SOYA

SORGO

CARTAMO

En la figura 8 se observa la presencia de colectas de *Zea mays mays* en los alrededores de el campo experimental Sur de Tamaulipas.

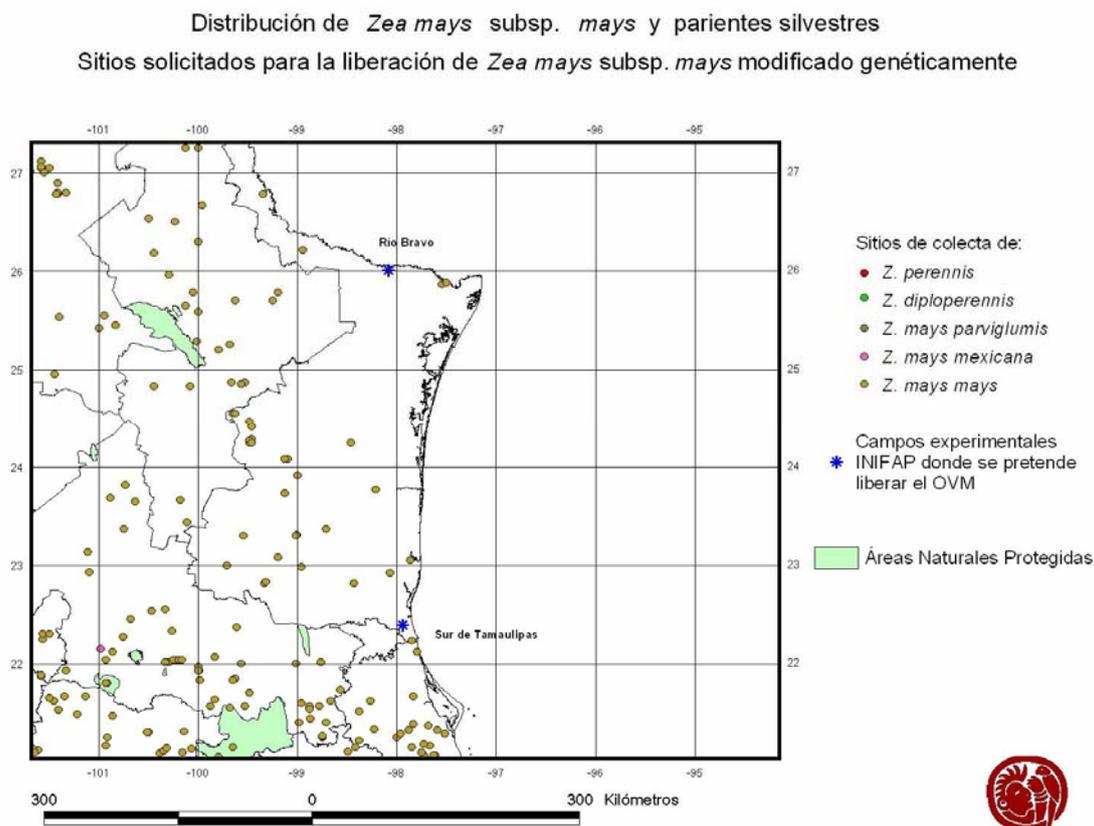


Fig. 8. Distribución de sitios de colecta *Zea* spp. en el área circundante a los campos experimentales Río Bravo y sur de Tamaulipas.

Campo Experimental Río Bravo

Entre las principales actividades reportadas para este campo experimental están: el generar nuevos materiales genéticos de sorgo y maíz, el generar información tecnológica sobre nuevas opciones (canola, ovinos, chile piquín y

trigo), la predicción de cosecha de sorgo, la transferencia de tecnología agrícola y pecuaria a través de demostraciones y talleres.

Principales Sistemas Producto reportados para este campo experimental son:

Maíz grano

Sorgo

Ovinos

Forrajes

Producto cadena:

Maíz forrajero

En la figura 8 se observa la presencia de colectas de *Zea mays mays* en los alrededores del campo experimental Río Bravo.

Además, en este centro experimental se trabaja con la generación de variedades mejoradas mediante métodos tradicionales (no biotecnológicos). El riesgo de flujo génico de maíz GM en este caso se extiende no solo para las variedades mejoradas sino también para las variedades parentales de estos importantes híbridos.

Las variedades mejoradas que se ofrecen como productos en este campo experimental son:

El nuevo híbrido de maíz H-437, para sembrarse todo el año en el noreste de México, que permitirá la disminución de un riego; aplicación de dos en lugar de tres riegos de auxilio en el ciclo O-I, con rendimientos de 4.64 ton/ha. Reducción de los costos de producción en 17%, y aumento del rendimiento en 2.1 ton/ha lo que impacta en un incremento de la rentabilidad. Esta tecnología beneficia a más de 5,000 productores y/o 70,000 ha y podrá aplicarse en el noreste de México (Tamaulipas, Nuevo León y Coahuila) y regiones similares del subtrópico bajo.

Híbrido de maíz tolerante a sequía para el noreste de México H-44, bajo condiciones de temporal, en el ciclo agrícola de otoño invierno 2002/2003, el H-440 produjo en promedio 3.1 ton/ha, mientras que en el ciclo de primavera verano su producción fue de 3.2 ton/ha, 20.% más rendimiento de grano en promedio de ambos ciclos, que los híbridos comerciales sembrados por los productores. Esto equivale a 640 kg/ha más de grano a favor del H-440, lo cual representa una ganancia de \$1088/ha, al valor comercial regional de \$1.70/kg. El H-440 disminuye los riesgos de pérdida del rendimiento de grano de un 20 a 30%, por efecto de falta de humedad e incrementa las ganancias económicas a más de 5,000 mil productores de maíz.

Actualmente se encuentra en el proceso de registro, por lo que en un futuro inmediato el INIFAP contará con semilla básica y registrada de los progenitores que forman el híbrido, para ofertar a las empresas semilleras y/o asociaciones y patronatos de productores interesados en producir semilla certificada del híbrido H-440.

El híbrido H-440 se adapta bien a condiciones de temporal, en tierras agrícolas de mediana a baja productividad y altitud de cero a 1000 msnm del

noreste de México. En el norte y centro de los estados de Nuevo León, Tamaulipas y Coahuila el híbrido H-440 ha presentado buen comportamiento.

Referencias

- Blake M (2005) Dating the Initial Spread of *Zea mays* In: *Histories of Maize: Multidisciplinary Approaches to the Prehistory, Biogeography, Domestication, and Evolution of Maize* (eds. Staller J, Tykot R, Benz BF). Elsevier.
- Casas A. y Caballero J. 1996. Traditional management and morphological variation in *Leucaena esculenta* (Moc. et Sessé ex A.D.C. Benth. (Leguminosae: Mimosoideae) in the Mixtec region of Guerrero, México. *Economic Botany* **50**: 167-181.
- Casas, A., B. Pickersgill, A. Caballero y A. Valiente-Banuet 1997b. Ethnobotany and domestication in xoconochtlí *Stenocereus stellatus* (Cactaceae) in the Tehuacan Valley and La Mixteca Baja, Mexico. *Economic Botany* **51**: 279-292.
- Casas, A., A. Valiente-Banuet y J. Caballero 1998. La domesticación de *Stenocereus stellatus* (Pfeifer) Riccobono (Cactaceae). *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **62**: 129-140.
- Casas, A., A. Valiente-Banuet, A. Rojas-Martínez y P. Dávila (1999c). Reproductive biology and the process of domestication of the columnar cactus *Stenocereus stellatus* in Central Mexico. *American Journal of Botany* **86**: 534-542.
- De Candolle A 1882. Origin of cultivated plants. D. Appleton and Company, New York and London.
- Doebley, J. 1992. Molecular systematics and crop evolution. **En:** *Molecular Systematics of Plants*. P. S. Soltis, D. E. Soltis y J. J. Doyle. Chapman and Hall: 202-222. New York.
- Fearn M.L, y Liu KB 1995. Maize Pollen of 3500 B.P. from Southern Alabama *American Antiquity* **60**: 109-117.
- Harlan JR 1992. Origins and processes of domestication. In: *Grass Evolution and Domestication* (ed. Chapman GP), pp. 159-175. Cambridge University Press, Cambridge.
- Harlan JR. y Wet JMJ 1973. On the quality of evidence for origin and dispersal of cultivated plants. *Current Anthropology* **14**: 51-62.
- Harris DR 1972. The origins of agriculture in the tropics. *American Scientist* **60**, 180-193.

- Hawkes, J. G. 1983. *The Diversity of Crop Plants*. Harvard University Press. USA.
- Helbaek, H. 1959. Domestication of food plants in the old world. *Science* **130**: 365-372.
- Hillman, G. C. y M. S. Davies 1990. Measured domestication rates in wild wheats and barley under primitive cultivation, and their archeological implications. *Journal of World Prehistory* **4**: 157-222.
- Louette, D., and M. Smale 1998. Farmers' seed selection practices and maize variety characteristics in a traditionally-based Mexican community. CIMMYT Economics Working Paper 98-04. Mexico, D.F.: CIMMYT.
- Louette, D 1996. Intercambio de semillas entre agricultores y flujo genético entre variedades de maíz en sistemas agrícolas tradicionales. En: "Flujo genético entre maíz criollo, maíz mejorado y teocintle: implicaciones para el maíz transgénico" (Ed. J.A. Serratos, M.C. Willcox y F. Castillo). México, D.F. CIMMYT. Págs. 60 - 71.
- MacNeish, RS 1992. *The Origins of Agriculture and Settled Life*. University of Oklahoma Press. USA.
- Piperno DR y Flannery KV. 2001. The earliest archeological maize (*Zea mays* L.) from highland Mexico: new accelerator mass spectrometry dates and their implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 98:2101-2103.
- Pope KO, Mary ED, Pohl JG, Lentz DL, von Nagy C, Vega FJ, y Quitmyer 2001. Origin and Environmental Setting of Ancient Agriculture in the Lowlands of Mesoamerica *Science* 292: 1370-1373.
- Smith BD. 1994. The origins of agriculture in the Americas. *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*. Volume 3, Issue 5:174-184
- Smith BD. 1997. Reconsidering the Ocampo Caves and the Era of Incipient Cultivation in Mesoamerica. *Latin American Antiquity*, Vol. 8: 342-383.
- Smith BD. 1997 The Initial Domestication of *Cucurbita pepo* in the Americas 10,000 Years Ago. *Science* 276:932-934.
- Smith BD. 2001. Documenting plant domestication: the confluence of biological and archeological approaches. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 98: 1324-1326.
- Sluyter A y Dominguez G. 2006. Early maize (*Zea mays* L.) cultivation in Mexico: dating sedimentary pollen records and its implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 103:1147-51.

- Vavilov N. 1926. Centers of origin of cultivated plants. Papers on applied botany, genetics and plant breeding 16 (2). En ruso.
- Vavilov N. 1931. Mexico and Central America as a basic center of origin of cultivated plants in the new world. Papers on applied botany, genetics and plant breeding 26 (3). En ruso.
- Vavilov N. 1992. Mexico and Central America as a basic center of origin of cultivated plants in the New World. En *Origins and Geography of Cultivated Plants*. Cambridge University Press. Pp. 207-238.
- Zeder MA. 2006. Central questions in the domestication of plants and animals *Evolutionary Anthropology: Issues, News, and Reviews*.15:105-117.
- Zohary D 1984. Modes of evolution in plants under domestication. In: *Plant Biosystematics* (ed. Grant WF), Academic Press Canada, Montreal. pp. 579-586.
- Zohary, D. y M. Hopf 1994. *Domestication of Plants in the Old World*. Oxford Science Publications. Oxford.