



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

COMPONENTE 3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL *Tripsacum spp.* EN MÉXICO Y  
SITUACIÓN ACTUAL DE LAS POBLACIONES)

*INFORME FINAL DE ACTIVIDADES 2007-2008*

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

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

Participantes en la recolección, identificación, caracterización y documentación:

INIFAP: Dr. Noel Orlando Gómez Montiel, Dr. Víctor Antonio Vidal Martínez, Dr. Juan Manuel Hernández Casillas, M.C. Flavio Aragón Cuevas, Dr. Bulmaro Coutiño Estrada.

Universidad de Guadalajara: Dr. José de Jesús Sánchez González, Dr. Francisco Javier Santana Michel, Dr. Roberto Miranda Medrano, Dr. Lino de la Cruz Larios.

CIMMYT: Dr. Suketoshi Taba, Dra. Dennise E. Costich.

Universidad de Hidalgo: M.C. Manuel González Ledesma.

Iguala, Guerrero, Septiembre del 2008.

## COMPONENTE 3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL *Tripsacum spp.* EN MÉXICO Y SITUACIÓN ACTUAL DE LAS POBLACIONES)

### CONTENIDO

I.	Resumen	3
II.	Introducción	4
III.	Antecedentes	5
IV.	Objetivos	9
V.	Métodos	9
VI.	Resultados	12
VII.	Discusión	17
VIII.	Conclusiones	18
IX.	Bibliografía	19

## PROYECTO FZ002: CONOCIMIENTO DE LA DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL DEL MAÍZ NATIVO Y SUS PARIENTES SILVESTRES EN MÉXICO.

### Componente 3. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL *Tripsacum* spp. EN MÉXICO Y SITUACIÓN ACTUAL DE LAS POBLACIONES.

#### I. RESUMEN

Ante la necesidad de conocer la situación actual en México de los maíces nativos y de sus parientes silvestres, teocintle y *Tripsacum*, se inició este proyecto del 2007 al 2008 con el propósito de que esta información sea considerada en su conservación *in situ* y/o *ex situ* y en la toma de decisiones de autorizar o no la siembra de maíces transgénicos. Para el componente *Tripsacum* se exploraron los estados de Nayarit, Jalisco, Guerrero, Oaxaca y Chiapas y se observó su presencia en Chihuahua al coleccionar maíz. Por diversas razones se retrasó la colecta, iniciándose del 15 de octubre y terminando el 14 de febrero; en varios casos ya no se encontró semilla y sólo se georreferenciaron los sitios donde se observó la presencia de *Tripsacum*. De 100 colectas comprometidas se ubicaron 174 y se colectó semilla de 105; en los seis estados no se terminó de hacer los recorridos; así que es necesario continuar con la ubicación geográfica y/o colecta en otros transectos. En la colecta participaron 15 investigadores y se colectó desde los 126 hasta los 2375 m de altitud.

El *Tripsacum* se localizó principalmente en suelos pedregosos, pendientes muy pronunciadas o someras, cárcavas y barrancas, siempre al lado de la carretera o caminos vecinales. En las áreas de mayor altitud, la vegetación donde se colectó fue pino-encino y *Quercus*, en las partes húmedas otate y carrizo y en las partes intermedias a bajas, tepeguaje, mala mujer, casahuate, cuajote, palma, maguey, huizache, nopal, pastos cola de zorra y rojo, guachipil, guaje, phaseolus, guayabo, amate, palo mulato, eucalipto, tepexquite, anonáceas, cuahulote. No se hizo la identificación de especies, pero de acuerdo a la experiencia de los colectores se identificaron, *T. mayzar*, *T. pilosa*, *T. zopilotinse*, *T. manuseroides*, *T. jalapense*, *T. lanceolatum*. Se observaron plantas con alturas de <1.0 hasta 6.5 m, de hojas muy angostas hasta relativamente anchas. En Guerrero y Nayarit se localizaron poblaciones abundantes y en algunos casos con mucha dispersión, hasta de 6.0 km; por otra parte, se observaron espigas de una hasta 12 ramas.

No fue posible en un sólo año realizar todas las colectas y se considera necesario al menos hacer dos recorridos por transecto, para tomar todos los datos de la hoja pasaporte, una en floración y otra en madurez fisiológica para coleccionar semilla. En todos los casos se observó que los recorridos habría que iniciarlos a partir del 15 de agosto, sobre todo en las partes cálidas y secas.

## II. INTRODUCCIÓN

Desde los años 50's, no se ha hecho un esfuerzo nacional de conocer la situación evolutiva del maíz nativo y de sus parientes silvestres el teocintle y *Tripsacum*; se han realizado estudios estatales o regionales y actualmente no se conoce con certeza si se mantienen *in situ* las 59 razas de maíz (Sánchez, *et al*, 2000) y las especies de teocintle y *Tripsacum* identificadas en México. Es importante conocer su distribución geográfica actual para usar esta información en la toma de decisiones respecto al uso de maíces transgénicos, además de que es necesario conservar estos recursos genéticos de los cuales México es centro de origen y de diversidad genética (Hernández C., 2006).

En el caso específico de *Tripsacum* se carece aún más de información, dado que no tiene un uso específico inmediato, aunque como se conoce es simpático con maíz (de Wet *etal.*, 1978) y puede aprovecharse en estudios futuros, ahora que la biotecnología ha tenido un fuerte desarrollo (Gurney *et al.*, 2003), la cual puede ser una herramienta para mejorar al maíz, como fuente de resistencia a sequía y enfermedades entre otras posibilidades, dado su sobrevivencia prácticamente en las piedras. Además el género *Tripsacum* puede tener un gran potencial agronómico como una planta forrajera, también en el uso de biocombustibles y como una planta que controla la erosión (Springer and Dowald, 2004).

En México, existe un reservorio del CIMMYT en Tlaltizapan, Morelos, con muchos años de establecimiento y en donde varias plantas han muerto por lo que tal vez falta la representación de varias especies; por otra parte, en INIFAP no se tiene semilla en conservación *ex situ* (Tovar, 2006) y por lo tanto, es urgente conocer el estatus de las poblaciones naturales de *Tripsacum* en México, para

realizar estudios que permitan asegurar su preservación a largo plazo, ya que es uno de los parientes más cercanos al maíz.

Ante este panorama, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) convocó a realizar estudios sobre maíces nativos y sus parientes silvestres con el propósito de actualizar la información de conservar *in situ* y *ex situ* los recursos genéticos. Esta convocatoria se diseñó en varias etapas y para el componente *Tripsacum* se consideraron en una primera etapa los estados de Nayarit, Jalisco, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.

### III. ANTECEDENTES

El género *Tripsacum* ha interesado a numerosos científicos por ser el pariente más cercano del género *Zea*, que incluye al teocintle y al maíz, ya que aporta elementos en la biología de la evolución y mejoramiento de los cultivos y su relación con el origen del maíz, que ha causado controversia hasta la fecha (Doebley, 2001; Wilkis, 2004).

Todas las especies de *Tripsacum* son perennes y se ubican desde el Norte-Centro de E.U.A., México, América Central, Bolivia y Paraguay; México y Guatemala son los centros de diversidad del género, donde se ubican 12 de las 16 especies conocidas (Zuloaga *et al.*, 2003), que se describen en el Cuadro 1. Las especies de *Tripsacum* varían en el nivel de ploidía cuyo número de cromosomas haploides es de  $N=18$  (Berthaud *et al.*, 1997). En México se han identificado series poliploides en la mayoría de las especies de *Tripsacum*, ya que su variación morfológica tiende a ser continua (Berthaud *et al.*, 1997); esta misma investigadora hizo nuevas exploraciones sobre *Tripsacum* y actualizó los trabajos realizados por Hernández Xolocotzi y Randolph (1950), Randolph (1970) e investigadores de la University of Illinois crop evolution Laboratory (Dewet, Harland), quienes realizaron un buen trabajo de ubicación del *Tripsacum* en México; sin embargo, no hicieron la exploración en todo el país y desde hace más de 10 años no se visitan estas poblaciones, por lo que no se conoce si han sufrido modificaciones por la apertura y construcción de nuevas carreteras, por sequías, quemadas o presión del ganado para su alimentación.

**Cuadro 1.** El género *Tripsacum* en México.

Especies	Ploidia
<b>SECCION: <i>Tripsacum</i></b>	
<i>andersonii</i> J. R. Gray (1976) Natural intergeneric hybrid: [ <i>Tripsacum</i> 3X = 54 + <i>Zea</i> 1X = 10]	2n = 64
<i>bravum</i> J. R. Gray (1976)	2x, 3x, 4x, 6x
<i>dactyloides</i> (L.) L. (1759)	2x, 3x, 4x
<i>intermedium</i> de Wet & J. R. Harlan (1982)	4x, 5x
<i>latifolium</i> Hitchcock (1906)	2x, 4x
<i>manisuroides</i> de Wet & J. R. Harlan (1982)	2x
<i>zopilotense</i> Hern.-Xol. & Randolph (1950)	2x, 3x, 4x
<b>SECCION: <i>Fasciculata</i></b>	
<i>jalapense</i> deWet & Brink (1983)	4x
<i>lanceolatum</i> Rupr. ex E. Fourn. (1881)	4x
<i>maizar</i> Hern.-Xol. & Randolph (1950)	2x, 3x, 4x
<i>pilosum</i> Scribn. & Merr. (1901)	2x, 3x, 4x

**FUENTES:** Nombre de especies, autor(es), año de publicación (The International Plant Names Index (IPNI) 2005 [http://www.ipni.org] with corroboration from original literature); distribución (Zuloaga *et al.*, 2003); resto de información (Berthaud *et al.*, 1997; de Wet *et al.*, 1983a; de Wet *et al.*, 1983b; de Wet *et al.*, 1976; de Wet *et al.*, 1982; de Wet *et al.*, 1981; Wilkes, 2004)

De los trabajos de Barthaud y colaboradores, realizados de 1989 a 1994, se estableció un jardín botánico en el CIMMYT en Tlaltizapán con clones colectados de poblaciones silvestres, además existen otras tres colecciones en E.U.A. que no son tan ricas en variabilidad genética (Tabla, 2007). En las 130 colectas del CIMMYT se encuentran las especies *T. pilosum*, *zopilotense*, *dactyloides*, *maizar*, *intermedium*, *bravum*, *lanceoletum*; provenientes de los estados de Guerrero (32), Jalisco (34), Nayarit (9), Chiapas (14), Oaxaca (3), México (8), Colima (2), Michoacán (3), San Luis Potosí (2), Zacatecas (1), Morelos (4), Sinaloa (2), Durango (4) y el resto sin identificación. Por otra parte, no se dispone de una información geográfica completa (LN, LW, Altitud) de su ubicación y localización; esto justifica el proyecto de monitoreo y recolección de semilla o rizomas para su conservación *ex situ*.

Es difícil tener un sólo lugar de conservación *ex situ*, porque sus condiciones de adaptación son muy variables entre especies, unas se adaptan a condiciones muy húmedas, otras a condiciones secas, o en altitudes bajas, intermedias o de clima frío, de esta manera, el monitoreo *in situ* puede llenar los espacios vacíos para tener un enfoque hacia donde existe la diversidad y buscar

mecanismos de protección (Taba, 2007). Otra forma de conservación *ex situ* es por semilla en cuartos fríos, pero tiene que conocerse el período de llenado de grano a madurez fisiológica para hacer la colección oportunamente, ya que la semilla se tira fácilmente después de alcanzar la madurez y normalmente su rendimiento es bajo.

El interés en conservar y aprovechar el género *Tripsacum* ( $2n=36$ ) es que es el único que se cruza con el género *Zea* ( $2n=20$ ) y produce híbridos fértiles; este parentesco entre los dos géneros se ha sustentado bioquímica, morfológica y molecularmente (Larson and Doebley, 1994). González-Ledesma (2007) hace una descripción de varias especies de *Tripsacum* y presenta un resumen de su poliploidía y sistemática (Cuadro 2). Existe interés en *Tripsacum per se* como una planta forrajera y productora de grano y puede ser una fuente muy amplia de genes que pueden transferirse a maíz, como la apomixis (Sadivan y *et al.*, 2001). Esta variabilidad genética del *Tripsacum* puede verse perturbada por la introducción de maíces transgénicos en los centros de origen ya que pueden tener impactos deletéreos en maíces nativos y sus parientes silvestres, y en los sistemas tradicionales pueden crear situaciones que no ignoran las normas de la bioseguridad (Bellón and Berhaut, 2005).

**Cuadro 2. Principales estudios sistemáticos en *Tripsacum*.**

<b>Autores</b>	<b>Fuente de datos</b>	<b>Taxa tratados</b>
Cutler & Anderson (1941)	Morfología	7 especies; <i>T. australe</i> sp. nov., <i>T. dactyloides</i> var. <i>occidentale</i> var. nov.
Hernández & Randolph (1950)	Morfología, citología	<i>T. maizar</i> sp. nov, <i>T. zopilotense</i> sp. nov.
Randolph (1970)	Morfología, citología	México y Guatemala; 7 especies, 80 poblaciones; complejo agámico
De Wet, Gray & Harlan (1976)	Morfología, citología	Apoyan dos secciones dentro del género; 11 especies; <i>T. andersonii</i> sp. nov y <i>T. bravum</i>
De Wet et al. (1981)	Morfología, proteínas de la semilla, números de cromosomas	Sudamérica; 5 especies; <i>T. dactyloides</i> var. <i>meridonale</i> var. nov., <i>T. australe</i> var. <i>hirsutum</i> var. nov., <i>T. peruvianum</i> sp. nov.; <i>T. cundinamarce</i> sp. nov.
De Wet, Harlan & Brink (1982)	Morfología, números de cromosomas	Sección <i>Tripsacum</i> ; Mesoamérica, 6 especies; <i>T. dactyloides</i> es dividida en tres complejos: Norteamericano (var. <i>dactyloides</i> ), Sudamericano (var. <i>meridonale</i> ) y Mesoamericano (vars. <i>hispidum</i> y <i>mexicanum</i> ); <i>T. intermedium</i> sp. nov., <i>T. manisuroides</i> sp. nov.
De Wet, Cohen & Brink (1983)	Morfología, números de cromosomas, proteínas de la semilla	Sección <i>Fasciculata</i> ; 5 especies y dos variedades; <i>T. jalapense</i> sp. nov.
De Wet, Cohen & Brink (1985)	Proteínas de la semilla	Diversidad considerable, limitada para distinción de especies; permiten distinguir razas diploides y tetraploides de <i>T. bravum</i> y <i>T. zopilotense</i>
Larson & Doebley (1994)	DNA del cloroplasto	Filogenia incongruente con la taxonomía en uso; las dos secciones no son reconocidas
Berthaud et al. (1997)	Morfología, niveles de ploidía, números de cromosomas, marcadores moleculares	158 poblaciones de México; series poliploides en la mayoría de las especies, dominan tetraploides; tres grupos: noroeste, sur y central; complejo agamico: diploides son sexuales, poliploides son apomícticos, sugieren nuevas especies; señalan deficiencias en morfología

## IV. OBJETIVOS

**Objetivo General.** Determinar la distribución geográfica y el estado actual de las poblaciones naturales de *Tripsacum* en México y conservar la diversidad en jardines botánicos y semilla en bancos de germoplasma.

### Objetivo Específicos.

1. Localizar poblaciones naturales de *Tripsacum* en los estados de Nayarit, Jalisco, Guerrero, Oaxaca y Chiapas.
2. Georreferenciar las colectas, obtener datos ecológicos y conocer el tamaño de las poblaciones de *Tripsacum* visitadas.
3. Colectar los datos mínimos necesarios de morfología y tomar muestras para herbario de cada población visitada para su identificación a nivel de especie en otra etapa.
4. Colectar semilla y clones vivos para estudios posteriores y conservación en bancos de germoplasma del INIFAP y CIMMYT.
5. Establecer una base de datos de *Tripsacum* que incluyan todas las poblaciones estudiadas y germoplasma colectado como resultado del proyecto.
6. Elaborar mapas de distribución.

## V. MÉTODOS USADOS

### ***Recolección y conservación ex situ. Grupos taxonómicos:***

#### SECCIÓN: *Tripsacum*

- T. andersonii* J. R. Gray (1976)
- T. bravum* J. R. Gray (1976)
- T. dactyloides* (L.) L. (1759)
- T. intermedium* de Wet & J. R. Harlan (1982)
- T. latifolium* Hitchcock (1906)
- T. manisuroides* de Wet & J. R. Harlan (1982)
- T. zopilotense* Hern.-Xol. & Randolph (1950)

#### SECCION: *Fasciculata*

- F. jalapense* deWet & Brink (1983)
- F. lanceolatum* Rupr. ex E. Fourn. (1881)
- F. maizar* Hern.-Xol. & Randolph (1950)
- F. pilosum* Scribn. & Merr. (1901)

**Plan de recolección y exploración.** El plan detallado de exploración y recolección del *Tripsacum* en México es difícil de definir debido a las variaciones climáticas que ocurren entre años y entre regiones, a las prácticas agrícolas y al manejo de agostaderos. Se considera que con el fin cumplir con los objetivos planteados se iniciaron los trabajos de exploración y recolección en el período que abarcó el 1 de Julio de 2007 al 30 de Junio de 2008, en los estados de Guerrero, Jalisco, Nayarit, Chiapas y Oaxaca.

### **Exploración y recolección**

**1. Oaxaca:** 22 al 26 de octubre de 2007.

Participante: Flavio Aragón Cuevas.

**2. Chiapas:** 5 al 12 de enero de 2008.

Participantes: Bulmaro Coutiño Estrada, Suketoshi Taba y Denise Costich

**3. Guerrero:** 5 al 20 de noviembre de 2007.

Participantes: Noel Orlando Gómez Montiel, José de Jesús Sánchez González, Lino de la Cruz Larios, Juan Manuel Hernández Casillas, Juan Cañedo Castañeda y Pablo Murillo Navarrete.

**5. Jalisco:** 2 al 15 de diciembre de 2007.

Participante: Roberto Miranda Medrano y Francisco Javier Santana Michel.

**6. Nayarit:** 2 al 15 de diciembre de 2007

Participantes: Víctor Antonio Vidal Martínez y Filiberto Herrera Cedano.

**Técnica de colecta:** Durante los meses de octubre a enero se recorrieron las regiones indicadas con anterioridad y se obtuvieron muestras de semilla de todas las poblaciones encontradas, tratando de muestrear todas las sub-poblaciones (fragmentos). Dependiendo del tamaño de la población, se reunió la máxima cantidad de semilla de la mayor cantidad de plantas. Para evitar disturbios, las poblaciones muy pequeñas, con menos de 50 individuos, sólo fueron documentadas. Se colectaron muestras vegetativas para la identificación de especies y para su conservación *ex situ* en jardines botánicos.

Adicionalmente, se trató de registrar las condiciones climáticas generales del ciclo de recolección, es decir sequías, heladas, inundaciones, las cuales podrían ayudar a entender el tamaño y situación general de las poblaciones. Como apoyo a los datos de campo se obtuvieron fotografías digitales para ilustrar las características ecológicas de cada una de las regiones. En el sitio de recolección se registró la información siguiente, que fue incorporada a la Base de Datos del Sistema Biótica 4.5, desarrollado por la CONABIO. Para este propósito tomaron el **curso** correspondiente, la semana del 13 al 17 de agosto de 2007, los

investigadores: M.C. Flavio Aragón Cuevas, Dr. Bulmaro Coutiño Estrada y C. Eduardo Pérez

**Hoja pasaporte.** Incluye la información siguiente:

Número y nombre de la muestra  
Nombres del colector  
Institución del colector  
Fecha de recolección  
Nombre de la localidad  
Municipio  
Estado  
Ubicación geográfica (latitud y longitud en grados, minutos y segundos)  
Altitud (msnm)  
Tamaño relativo de la población de *Tripsacum* con base en densidad de planta/ha, en ha o en km<sup>2</sup>  
Fragmentación de la población  
Pendiente del terreno  
Tipo de vegetación asociada.  
Nombre del dueño del terreno en donde se recolectó  
Nombre local para el *Tripsacum*  
Condición de colecta (terreno agrícola, silvestre)  
Maíz local (nombres comunes y razas)  
Usos  
Percepción de los productores acerca del *Tripsacum* (maleza, forraje, mejoramiento del maíz)  
Antigüedad del *Tripsacum* en la localidad (< 10 años, 10-30 años, > 30 años).  
Datos de la planta:  
Presencia o ausencia de tallos modificados (rizomas, estolones)  
Altura de planta  
Posición de tallos  
Altura de tallos  
Cantidad de ramas de inflorescencia central y laterales  
Posición de ramas de inflorescencia central  
Color de estigmas y anteras  
Datos de la población y evaluación mínima del estado de conservación:  
Cantidad de individuos o macollos  
Fenología  
Factores de perturbación

**Conservación ex situ.** Las muestras de semilla recolectadas se depositarán en el Banco de Germoplasma de Maíz del INIFAP, en el Banco de Germoplasma de la Universidad de Guadalajara, para su conservación a mediano plazo, y el Banco de Germoplasma de CIMMYT para conservación a largo plazo, y hacerla disponible a la comunidad científica.

**Clasificación.** Con base en la distribución geográfica, altitud del sitio de colecta, y características morfológicas tomadas, posteriormente, en otra etapa del proyecto,

se tendrían las bases para ampliar la caracterización y hacer la clasificación respectiva.

**Documentación.** Los resultados de la recolección se documentaron en detalle, incluyendo la localización geográfica de las poblaciones de *Tripsacum*, inventario de semilla, usos, percepción de los agricultores y tamaño de las poblaciones. Se considera que con base en la información ya mencionada y con el uso de los sistemas de información geográfica podría generarse, entre otras cosas, los requerimientos ambientales y áreas potenciales de distribución del *Tripsacum*. Este tipo de datos apoyaría de gran manera las actividades de recolección, exploración, monitoreo y conservación de la diversidad genética de las especies del género *Tripsacum*. Los datos obtenidos se presentan en forma de bases de datos.

#### **Productos esperados**

1. Cantidad de muestras: 100 de *Tripsacum*.
2. Base de datos de colectas de *Tripsacum*
3. Un artículo científico en revista arbitrada.
4. Mapas de distribución actual por estado.

**Duración del proyecto:** 12 meses (1 de Septiembre de 2007 a 30 de Agosto de 2008)

## **VI. RESULTADOS**

Debido a que la recolecta se retrazó por la incertidumbre de la asignación de recursos y la burocracia administrativa, no se colectaron todas las poblaciones de *Tripsacum* observadas, pero si se ubicaron geográficamente todas, de acuerdo a las coordenadas geográficas. Prácticamente los transectos se iniciaron en noviembre. En la primera etapa del proyecto se consideraron los estados de Nayarit, Jalisco, Guerrero, Oaxaca y Chiapas; sin embargo, aprovechando la colecta de maíz y teocintle en otros estados, se identificó la presencia de *Tripsacum* en estos, como en el caso de Chihuahua, Sonora y Colima.

Por otra parte, la principal preocupación fue actualizar la información de la permanencia del género *Tripsacum* en los lugares donde ya había sido identificado por Hernández X. y Randolph (1950), Randolph (1970) y más recientemente por Barthaud y colaboradores (1997); además de explorar nuevos

transectos, dado que en los últimos 15 años se han abierto nuevas carreteras como lo menciona Taba (2007), por lo que es conveniente la inclusión de otros transectos en los recorridos.

De los resultados obtenidos se desprende que se localizaron 174 poblaciones de *Tripsacum*, colectándose semilla en 105 de ellas y de otro grupo más pequeño se colectó rizomas en Nayarit y Chiapas en donde ya fueron establecidos; de acuerdo a la meta fijada se adquirió el compromiso de coleccionar 100 poblaciones, la cual se rebasó en 74%. No fue posible la identificación en especie, porque el tomar toda la información requerida al medir las características morfológicas que las distinguen, no se hubiera logrado localizar ni el 50% de las poblaciones reconocidas; sin embargo, de acuerdo a la experiencia de los investigadores participantes se ubicaron al menos las especies: *T. mayzar*, *T. pilosa*, *T. zopilotense*, *T. lanceolatum*, *T. manuseroides*, *T. jalapense* y *T. intermedium*; siete de las 12 especies localizadas en México (Zuloaza *et al.*, 2003), pero pudieran estar todas si se hace una delimitación de especies.

En la colección participaron 15 investigadores que coleccionaron desde el 15 de octubre de 2007 al 14 de febrero de 2008; sin embargo, el grueso de las colectas se hicieron a partir del mes de noviembre, casi dos meses después del inicio ideal para tomar todos los datos requeridos en la hoja pasaporte; es por esta razón que no está completa la información recabada. En todos los estados que participaron en esta primera etapa, no se terminó de explorar todos los transectos programados por lo que se seguirá recolectando, principalmente en Jalisco, donde por problemas administrativos sólo se coleccionaron cinco poblaciones, siendo que es el estado donde mayor número de colectas se han obtenido, (34 en el Banco de Germoplasma del CIMMYT). Un resumen de los resultados obtenidos por estado se presenta a continuación.

**Nayarit.** Se colectó del 14 de noviembre al 10 de diciembre de 2007 en altitudes de 121 a 1526 m, localizándose las poblaciones en cerros y barrancas, principalmente en suelos arcillosos y a los lados de las carreteras. La longitud de los tallos varió de 1.6 a 6.5 m, con mayor frecuencia de tallos de más o menos 3.0 m de altura. Las ramas de las inflorescencias variaron de una a cinco, la etapa de colecta en promedio fue de llenado de grano a madures fisiológica. De 40

poblaciones localizadas en 13 casos se obtuvo buena cantidad de semilla, en otras 13 fue escasa y en el resto ya no se encontró en la planta. La vegetación predominante en donde se localizó el *Tripsacum* fue roble, encino en las partes intermedias, y en general los zacates jaragua, guinea, cola de zorra, llanero; además, tepeguaje, guaje, huisache, guamúchil, mezquite, guazima, carrizo, papelillo, anonáceas, higuera, nanche, cacahuananche, palma, nopal, principalmente. Colectaron: Víctor Antonio Vidal Martínez y Filiberto Herrera Cedano.

**Jalisco.** La colecta se inició el 15 de octubre y terminó el 8 de diciembre de 2007, en altitudes de 830 a 1330 m; de cinco, dos colectas se hicieron en Colima, Las poblaciones de *Tripsacum* se localizaron en general fragmentadas, en laderas con pendientes mayores al 60% y tuvieron una longitud de tallo que varió de 2.0 a 3.0 m. En tres casos se colectó semilla. Se identificaron las especies *T. zopiloteense*, *T. pilosum*, *T. lanceolatum* y *T. mayzar*. Colectaron: Francisco Javier Santana Michel y Roberto Miranda Medrano.

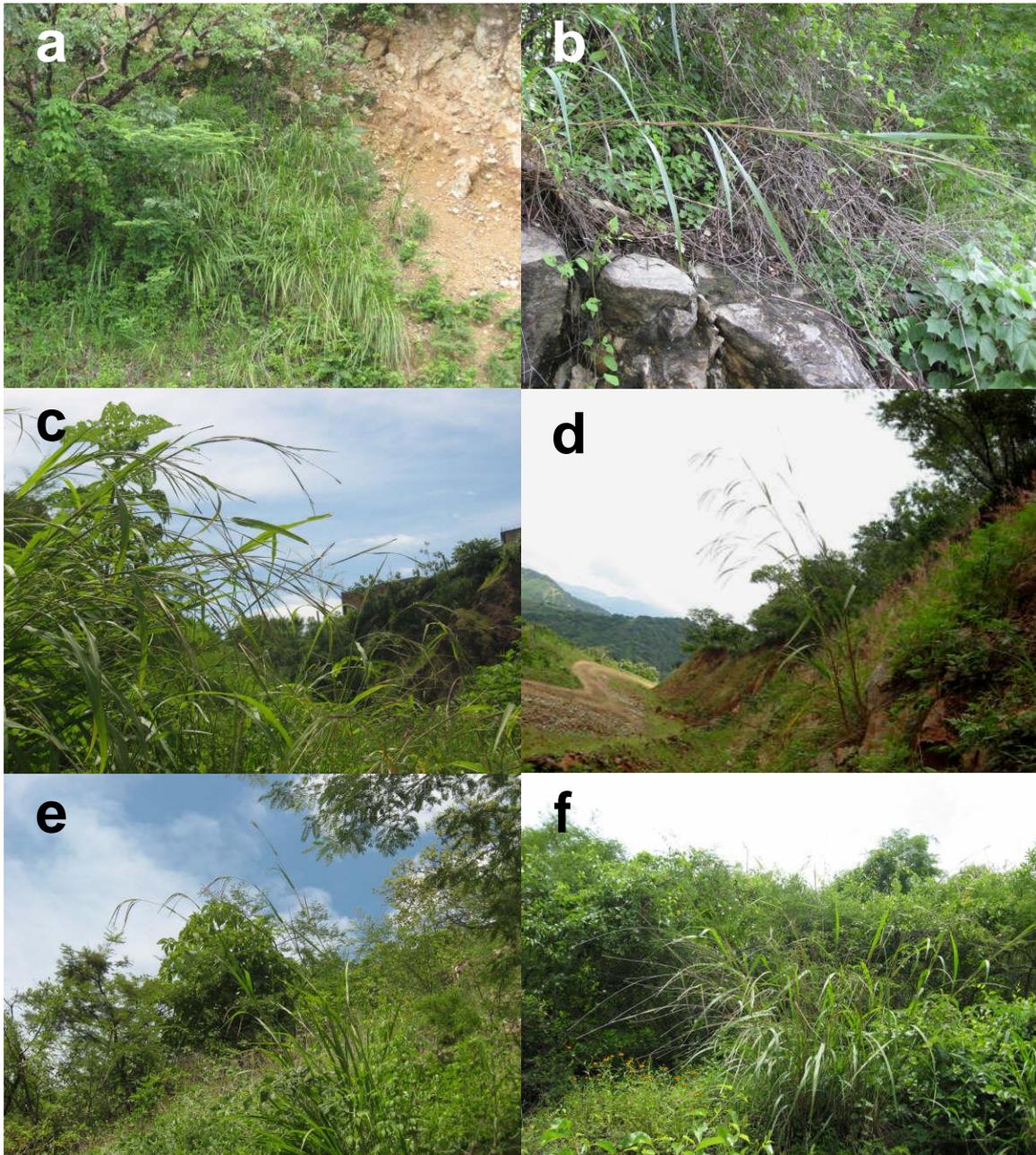
**Oaxaca.** En este estado se colectaron 13 poblaciones del 23 de octubre al 28 de noviembre de 2007, en altitudes que variaron de 276 a 1976 m, localizándose en montañas y laderas, generalmente las poblaciones de *Tripsacum* se distribuyen de forma muy fragmentada. Las inflorescencias tienen desde una hasta 12 ramas y la longitud del tallo varía de 1.5 a 3.0 m, identificándose al menos tres especies, entre ellas *T. pilosa* y *T. mayzar*. La vegetación más frecuente donde se localizó el *Tripsacum* fue: pino-encino, quercues, tepeguaje, mala mujer, palo mulato. Colectó: Flavio Aragón Cuevas.

**Guerrero.** Se colectó del 16 de noviembre del 2007 al 30 de enero del 2008, en altitudes que variaron de 500 a 1920 m; las poblaciones se ubican en montaña entre las piedras, en laderas muy pronunciadas y altas y en algunos casos en laderas bajas a la orilla de las carreteras, también en barrancas y cárcavas, se desarrolla en suelos calcáreos y lateríticos. Se ubicaron 61 poblaciones, una de ellas en Morelos, en 38 se colectó semilla, en el resto en algunos casos fue imposible colectar por la inclinación de la ladera y lo alto de su ubicación y en otras poblaciones ya no se localizó semilla. La longitud de los tallos varía de <1.0 a 5.0 m y las inflorescencias tienen desde una, hasta ocho ramas. En las partes

con mayor altitud, la planta aún estaba en floración y en las partes secas ya no se localizó semilla. Entre la vegetación predominante en donde habita, se encuentran: tepeguaje, mala mujer, huizache, cuajote, palma, casahuate, nopal, maguey, nanche, anonáceas, guaje, amate, cuahulote, guachipil, guaje, otate, carrizo, pastos tipo braquiaria y cola de zorra, phaseolus, entre otras. Colectaron: Noel Orlando Gómez Montiel, José de Jesús Sánchez González, Lino de la Cruz Iarios, Juan Manuel Hernández Casillas, Pablo Murillo Navarrete y Juan Cañedo Castañeda.

**Chiapas.** Se colectó del 31 de enero al 14 de febrero del 2008, en altitudes de 735 a 1415 m, localizándose las poblaciones en barrancas pedregosas con pendientes fuertes; en todas las 28 colecciones realizadas se tuvo semilla. La longitud de los tallos varió de <1.0 a 6.0 m; identificándose las especies de *T. pilosa*, *T. zopilotense*, *T. manuseroides*, *T. jalepense*, *T. intermedium*, Colectaron: Bulmaro Coutiño Estrada, Suketoshi Taba y Denise Costich.

**Chihuahua y Sonora.** En este estado, se hizo un recorrido para ubicar posibles colectas de maíz y de teocintle del 16 al 20 de octubre del 2007 y se aprovechó para ubicar poblaciones de *Tripsacum*, en total se ubicaron 26, en altitudes de 1274 a 2375 m, de todas se tomó la ubicación geográfica y en general se trata de poblaciones pequeñas y en sólo siete casos se trata de medianas a abundantes, siempre se localizó en suelos pedregosos. Los tallos son pequeños y la vegetación predominante corresponde a pino-encino, cedro, zacate cola de zorra y rosado, huizaches, mezquites, nopal. Tomaron la información: Sergio Ramírez Vega y José de Jesús Sánchez González.



**Figura 1.** Panoramas de algunos sitios de recolección de *Tripsacum* en 2007 en el estado de Guerrero. (a) Campuzano, Mpio. de Taxco de Alarcón; (b) Huitzucó, Mpio. de Huitzucó; (c) Iguala, Mpio. de Iguala; (d) Olinalá, Mpio. de Olinalá; (e) Papalutla, Mpio. de Copalillo; (f) Paso Morelos, Mpio. de Huitzucó.

## VII. DISCUSIÓN

Debido a problemas de tipo administrativo se retrazó la recolección de las poblaciones de *Tripsacum* y para cumplir con el llenado de la hoja pasaporte, los recorridos deben iniciarse a partir el 15 de agosto para tomar los datos de la inflorescencia, sobre todo en las áreas cálido-secas; en las partes más frescas y frías es posible encontrar poblaciones en floración hasta el mes de diciembre; además es necesario al menos dos visitas a las áreas de colecta, una en floración para la toma de datos de los órganos florales y otra en madurez fisiológica para la colecta de semilla y/o rizomas. Por otra parte, una exploración completa no es posible hacerla en un sólo año o temporal; habría que buscar un mecanismo que permita explorar, reconocer y recolectar poblaciones de *Tripsacum* al menos durante dos años.

Por otra parte, es muy difícil tomar la información requerida para su clasificación en el mismo periodo de colecta; si se hiciera así, se requeriría mayor tiempo y/o personal involucrado para georreferenciar y/o colectar las poblaciones existentes. También en muchos casos se dificulta tomar datos o colectar, porque el *Tripsacum* se ubica en laderas muy altas y pendientes muy fuertes.

Respecto a los resultados, se confirma la observación del Dr. Taba, de que al abrir nuevos caminos se localizan más poblaciones de *Tripsacum*. De esta manera, a excepción de Jalisco, en todos los estados donde se colectó se ubicaron poblaciones de *Tripsacum* que no estaban reportadas, esto se puede comprobar al comparar el listado que presenta el CIMMYT (Taba, 2007), donde por ejemplo para Nayarit se colectó tres veces más de lo reportado, en Guerrero se colectó el doble, lo mismo que en Chiapas; además de que aún falta colectar y/o georreferenciar nuevas poblaciones.

Por otra parte, prácticamente se mantienen *in situ* las poblaciones observadas y reportadas por los investigadores Hernández X. y Randolph (1950), Randolph (1970) y Berthaud et al (1997). En algunos casos las poblaciones de *Tripsacum* son muy abundantes y en otros como en Chihuahua son muy pequeñas; también se observó que existen poblaciones muy dispersas hasta de 6.0 km, con partes de población más abundantes a través del área de dispersión.

Normalmente el *Tripsacum* por evolución natural o de sobrevivencia se ubica en laderas muy pronunciadas, en barrancas, cárcavas, entre las piedras y en algunos casos pegadas a las carreteras donde no puede transitar el ganado; sin embargo, se encontraron poblaciones ramoneadas por caprinos, principalmente, y en otros casos trabajadores que dan mantenimiento a las carreteras mutilan y en algunos casos erradican su presencia cuando el *Tripsacum* está muy cerca de la carretera; pero aún así se han mantenido. Se encontraron algunas poblaciones asociadas con *Phaseolus* y en donde había también teocintle.

Uno de los criterios para hacer una nueva colecta en el trayecto de un transecto, fue la altitud, sobre todo en donde se presentó una población muy disgregada; también se observó que en un mismo lugar estaban conviviendo dos especies, lo cual se pudo deducir por su longitud de tallo, ancho de hoja, ramas de las espiga, posición de las hojas, entre otras características.

Considerando la importancia de conservar *ex situ* las especies de *Tripsacum*, se estableció el material colectado en Santiago Ixcuintla Nayarit, y en Ocozocoautla, Chiapas. Inicialmente se propuso el INIFAP y el CIMMYT, pero al comentar esta situación con los participantes del proyecto, se decidió hacer una reflexión al respecto, ya que es necesario contar con recursos para su mantenimiento posterior, inclusive en CIMMYT tienen este problema (comunicación personal, Dr. Taba).

## VIII. CONCLUSIONES

- ▶ Se colectó semilla de 105 poblaciones y se georreferenciaron 174.
- ▶ En todos los estados involucrados no se terminó la exploración de la ubicación de las poblaciones de *Tripsacum*.
- ▶ En Jalisco faltó hacer una mayor exploración.
- ▶ Se inició tarde la recolección de poblaciones de *Tripsacum*, la fecha de inicio hubiera sido en septiembre.
- ▶ El *Tripsacum* se ubica entre piedras, laderas, cárcavas y barrancas.

- ▶ Se encontraron poblaciones de *Tripsacum* desde 126 hasta 2375 msnm
- ▶ Se pudieron identificar siete especies.
- ▶ Se observaron poblaciones de *Tripsacum* con una longitud de tallo de <1.0 a 6.5 m, e inflorescencias desde una hasta 12 ramas.
- ▶ La vegetación predominante donde se localizó el *Tripsacum* fue, tepeguaje, mala mujer, cuajote, palma, nopal, pino, encino, entre otras.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

- Bellon, R. and Berthaud, J. 2004. Transgenic maize and the evolution of landrace diversity in México. The importance of farmers behavior. *Plant Physiology* 134: 883-888.
- Berthaud, J. , Y. Sadivan, M. Barre, and O. Leblanc. 1997. *Tripsacum*. In: D. Fucillo, L. Sears and P. Stapleton (eds.). *Biodiversity in trust*. Cambridge University Press, Cambridge U. K.
- De Wet, J. M. J., J. R. Harland, and A. V. Randrianasolo. 1978. Morphology of teosintoid and tripsacoid maize (*Zea mays* L.); *American J. Botany* 65(7): 741-747.
- Doebley, J. F. 2001. George Beadle's other hypothesis: one gene, one triat. *Genetics* 158: 487-493.
- González-Ledesma, M. 2007. Diversidad y distribución del género *Tripsacum* (*Poaceae: Tripsacinae*) en México. Proyecto CONABIO, 16 Páginas.
- Gurney, A. L., D. Grimanelly, K. Kanampiu, D. Hoisington, J. D. Scholes, and M. C. Press. 2003. Novel sources of resistance *Striga hermonthica* in *Tripsacum dactyloides*, a wild relative of maize. *New Phytologist* 160: 557-568.
- Hernández C., J. M. 2006. La diversidad y distribución de maíz en México. 2006. Publicación interna INIFAP-CIRCE-CEVAMEX. 17 páginas.
- Hernández Xolocotzi, E., and L. F. Randolph. 1950. Descripción de los *Tripsacum* diploides de México: *Tripsacum mayzar* y *Tripsacum zopilotense*, spp Nov. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D. F. Folleto Técnico 4: 1-28.
- Larson, S. R. and J. F. Doebley. 1994. Restriction site variation in the chloroplast genome of *Tripsacum* (*Poaceae*): Phylogeny and rates of sequence evolution. *Systematic Botany* 19: 21-34.
- Randolph, L. F. 1970. Variation among *Tripsacum* population of México and Guatemala. *Brittonia* 22: 305-307.

- Sánchez G., J. J., M. M. Goodman and C. W. Stuber. 2000. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of México. *Economic Botany* 54 (1): 43-59.
- Savidan, Y., J. G. Carman and T. Dresslahaus (eds). 2001. *The Flowering of Apomixis: From Mechanisms to Genetic Engineering*. México, D. F. CIMMYT, European Comission DG VI (FAIR).
- Springer, T. L. and C. L. Dewald. 2004. Eastern gamagrass and other *Tripsacum* species. In: L. E. Moser, B. L. Burson and L. E. Sollenberger (eds.). *Warm-Season (C4) Grasses*. Agronomy Monograph 45. American Society of America, Soil Science Society of America, Madison, WI. pp 955-973
- Taba. S. 2007. Exploración y conservación de la biodiversidad de *Tripsacum* en México. Proyecto CONABIO.
- Tovar G., M. R. 2006. Campo Experimental Valle de México, Programas de Investigación. Publicación Especial Núm. 4. INIFAP-CIRCE-CEVAMEX. 24p.
- Willkes, G. 2004. Corn, strange and marvelous: but is a definitive origin known. In: C. W. Smith (ed.). *Corn: Origin, history, technology, and production*. John Wiley and Sons, Inc. pp 3-63
- Zuloaga, F. O., O. Morrone, G. Davidse, T. S. Filgueiras, P. M. Peterson, R. J., Soreng, and E. Judziewienz. 2003. *Catalogue of New World Grasses (Poaceae): II Subfamilies Panicoideae, Aristidoideae, Arundinoideae, and Danthonioideae*. Smithsonian Institution, Washington, D. C.



Apéndice 1. Registro de poblaciones de *Tripsacum* 2007-2008

No.	Clave	Estado	Municipio	Ubicación	Latitud N	Longitud W	Altitud (m)	Material colectado
1	NLJPJ-01	Guerrero	Guerrero	Carretera Huitzucó-Paso Morelos Km. 38 Huitzucó- Atenango del Río	18° 14' 27"	99° 13' 18.5"	1146	Semilla
2	NLJPJ-02	Guerrero	Guerrero	Carretera Copalillo-Papalutla 4.0 km antes de llegar a Papalutla	18° 02' 42.5"	98° 55' 19"	770	Semilla
3	NLJPJ-03	Guerrero	Guerrero	Km. 4 Carretera Papalutla-Chichila	18° 01' 8.4"	98° 53' 6.7"	810	Semilla
4	NLJPJ-04	Guerrero	Guerrero	Papalutla-Olinalá 5.0 Km			910	Semilla
5	NLJPJ-05	Guerrero	Guerrero	Km. 10 Carretera Papalutla-Olinala	17° 59' 52.2"	98° 51' 58.2"	1238	Semilla
6	NLJPJ-06	Guerrero	Guerrero	km 16 Papalutla-Olinala	17° 59' 48.7"	98° 51' 47.3"	1372	Semilla
7	NLJPJ-07	Guerrero	Guerrero	Km. 22 Papalutla-Olinala	17° 59' 48.7"		1605	Semilla
8	NLJPJ-08	Guerrero	Olinalá	Km. 26 Carretera Papalutla-Olinalá (más o menos 4 km)	17° 57' 27.22"	98° 51' 3.4"	1681	Semilla
9	NLJPJ-09	Guerrero	Olinalá	Crucero a la libertad Carretera Olinala-Tlatlahuquitepec (tres caminos)	17° 44' 32.6"		1520	Semilla
10	NLJPJ-10	Guerrero	Tlatlahuquitepec	Km. 6 Tlatlahuquitepec- Tres caminos	17° 34' 15"	98° 47' 12.7"	1913	Semilla
11	NLJPJ-11	Guerrero	Atlixac	Km. 5 de Mesones-Tlatlahuquitepec			1939	Semilla
12	NLJPJ-12	Guerrero	Atlixac	Km. 2 Salida a Atlixac-Mesones, a 33 km de Tlatlahuquitepec a Chilapa	17° 32' 53"	98° 55' 24.4"	1653	Semilla
13	NLJPJ-13	Guerrero	Atlixac	Km. 52 de Tlatlahuquitepec a Petatlán	17° 35' 15.3"	99° 00' 16"	1325	Semilla
14	NLJPJ-14	Guerrero	Chilapa	Km. 69 después de Tlatlahuquitepec-Chilapa	17° 35' 4.1"	99° 01' 08.7"	1598	Semilla
15	NLJPJ-15	Guerrero	Chilapa	Xochimilco, Salida a Chilapa-Chilpancingo	17° 35' 37.4"	99° 12' 16.5"	1450	Semilla
16	NLJPJ-16	Guerrero	Chilapa	KM. 15 Santa Ana (Chilapa) a Colotliapa	17° 31' 37.8"	99° 13' 12.3"	1639	Semilla
17	NLJPJ-17	Guerrero	Colotliapa	Km. 19 Santa Ana-Colotliapa (unos kilómetros antes de Vista Hermosa)	17° 30' 40"	99° 13' 23.6"	1410	Semilla
18	NLJPJ-18	Guerrero	Colotliapa	Muy cercana a la colecta 17	17° 30' 26.3"	99° 13' 36.2"	1264	Semilla
19	NLJPJ-19	Guerrero	Colotliapa	Km. 24 Santa Ana- Colotliapa	17° 27' 35.2"	99° 12' 51.5"	1070	Semilla
20	NLJPJ-20	Guerrero	Tierra Colorada	Km. 59 después de Tierra Colorada	17° 11' 34.2"	99° 30' 40.3"	470	Semilla
21	NLJPJ-21	Guerrero	Tierra Colorada	km 54 ± 9 km después de Tierra Colorada.	17° 11' 53.9"	99° 30' 27.8"	503	Semilla
22	NLJPJ-22	Guerrero	Tierra Colorada	El Rincón unos 50 m hacia Chilpancingo a 21 km de Tierra Colorada-Chilpancingo	17° 17' 46.6"		763	Semilla
23	NLJPJ-23	Guerrero	Chilpancingo	De 23 a 24 Km de Tierra Colorada a Chilpancingo muy cerca de la entrada a Agua de Obispo				Semilla
24	NLJPJ-24	Guerrero	Chilpancingo	Un kilómetro antes de la desviación a Acahuzotla	17° 19' 31.5"	99° 28' 00.4"	944	Semilla
25	NLJPJ-25	Guerrero	Chilpancingo	Camino terracería Acahuzotla-Palo Blanco ± 3.0 km después de Acahuzotla	17° 22' 32.1"	99° 27' 02.6"	932	Semilla
26	NLJPJ-26	Guerrero	Chilpancingo	A 2 Km antes de llegar a Palo Alto de Acahuzotla	17° 23' 36.6"	99° 27' 49.3"	1100	Semilla
27	NLJPJ-27	Guerrero	Acapetlahuaya	CEIBITAS a la salida rumbo a Arcelia	18° 24' 0.2"	100° 05' 05.8"	1383	Semilla
28	NLJPJ-28	Guerrero	Acapetlahuaya	Saliendo de Rancho Nuevo a Arcelia (unos 500 m)	18° 24' 34"	100° 00' 33.7"	1585	Semilla
29	NLJPJ-29	Guerrero		A 3 km despues del Pochote	18° 25' 29.3"	99° 56' 24.6"	1648	Semilla
30	NLJPJ-30	Guerrero		Km 48.5 Carretera Iguala-Teloloapan	18° 22' 29.9"	99° 56' 24.6"	1325	
31	NLJPJ-31	Guerrero		Entrada a Apaxtla 1.0 km antes.	18° 08' 27.7"	99° 56' 16.6"	1187	
32	NLJPJ-32	Guerrero		Km. 45 unos 5.0 km después de Apaxtla hacia el "Caracol"	18° 03' 54.5"	99° 57' 57.9"	1314	
33	NLJPJ-33	Guerrero		Km.47 a 2.0 km de la anterior hacia el "Caracol"	18° 03' 14.1"	99° 58' 17.3"	1294	

No.	Clave	Estado	Municipio	Ubicación	Latitud N	Longitud W	Altitud (m)	Material colectado
34	NLJPJ-34	Guerrero		Km. 49.5 Apaxtla-Caracol	18° 02' 44.4"	99° 59' 41.5"	1418	Semilla
35	NLJPJ-35	Guerrero		Km 53	18° 01' 47"	99° 59' 57.7"	1325	
36	NLJPJ-36	Guerrero		Km.7.5 Teloloapan-Apaxtla	18° 19' 26.3"	99° 59' 57.7"	1569	
37	NLJPJ-38	Guerrero	Chilapa	1.0 km después de Santa Ana hacia Chilpancingo. Se extiende ± 3.0 km hasta Tenexatlejo	17° 33' 39.1"	99° 13' 38"	1570	
38	NPJ-39	Guerrero	Chilapa	1.0 Km delante de Zoquiapa viniendo de Chilapa	17° 34' 0.3"	99° 16' 29.9"	1900	
39	NPJ-40	Guerrero		Chilapa-Chilpancingo Crucero de Almoloya	17° 36' 6.6"	99° 18' 36.4"	1715	
40	NPJ-41	Guerrero		A 30 km de Chilapa de la Carret. Chilapa-Chilpancingo	17° 35' 50"	99° 19' 47.9"	1590	
41	NPJ-42	Guerrero	Tixtla	Km 4 hacia Chilpancingo después de la entrada a Ayotzinapa	17° 33' 14.7"	99° 24' 48.8"	1435	
42	NPJ-43	Guerrero	Tixtla	Tixtla km 46 Chilapa a Chilpancingo antes de un puente	17° 33' 10.3"	99° 26' 06.6"	550	
43	NPJ-44	Guerrero	Chilpancingo	Chilpancingo Km. 50 Chilapa-Chilpancingo cerca de un estación de microondas	17° 33' 6.3"	99° 27' 37.5"	1645	
44	NPJ-45	Guerrero	Chilpancingo	Entrada a Chilpancingo de Chilapa 55 km	17° 32' 56.3"	99° 29' 01.4"	1370	
45	NPJ-46	Guerrero	Chilpancingo	5.0 km antes de la desviación a Huixtiltepec	17° 41' 24.2"	99° 32' 2"	980	
46	NPJ-47	Guerrero	Iguala	54 Km Iguala a Cuernavaca ± 1.0 km después de Platanillo.	18° 23' 32.6"	99° 29' 49"	898	
47	NPJ-48	Guerrero	Iguala	Km 52 hacia Platanillo Carret. Mex-Cuernavaca	18° 23' 8.1"	99° 29' 45.4"	1037	
48	NPJ-49	Guerrero	Buenavista de Cuellar	Km. 41 Buenavista de Cuellar-Iguala, delante de la quebradora 1.0 km	18° 26' 26.8"	99° 27' 53.3"	1100	
49	NPJ-50	Guerrero	Amacuzac	1 km después del Cristo, Morelos antes de Casahuatlán y muy cerca de Amacuzac	18° 34' 13.6"	99° 24' 08.4"	1120	Semilla
50	NPJ-51	Guerrero		± 2.0 km después de Michapa hacia las Grutas de Cacahuamilpa, limites entre Morelos y Guerrero	18° 41' 19.2"	99° 29' 10.1"	1166	Semilla
51	NPJ-52	Guerrero		2 km antes de llegar a las grutas de Cacahuamilpa por Michapa	18° 40' 5.4"	99° 29' 44.5"	1158	Semilla
52	NPJ-53	Guerrero		Carretera Toluca-Iguala del Mogote a Cacahuamilpa, Km 110 ± hasta 114	18° 40' 56.4"	99° 32' 3.9"	1475	Semilla
53	NPJ-54	Guerrero	Cacahuamilpa	Km. 117 despues de Cacahuamilpa a Taxco	18° 40' 0.3"	99° 30' 51.9"	1187	Semilla
54	NPJ-55	Guerrero	Taxco	0.5 km antes de llegar a la desviación a Cuernavaca y Taxco	18° 35' 33.2"	99° 30' 51.9"	1187	Semilla
55	NPJ-56	Guerrero	Taxco	Después de la caseta del libramiento a Taxco, en una carcava en ambos lados de la carretera	18° 35' 2"	99° 34' 33.1"	1750	Semilla
56	NPJ-57	Guerrero	Taxco	De 2 a 3 km después de Mezcaltepec hacia Taxco	18° 26' 1.5"	99° 37' 47.7"	1120	Semilla
57	NPM-58	Guerrero	Teloloapan	Km 26 Carretera Iguala-Teloloapan	18° 23' 21.4"	99° 40' 46.2"	1094	Semilla
58	NPM-59	Guerrero	Teloloapan	Km. 32 Iguala-Teloloapan 2 kms antes de Xalostoc	18° 25' 13.9"	99° 42' 46.7"	1335	Semilla
59	NPM-60	Guerrero	Teloloapan	Km. 35.5 Iguala- Teloloapan	18° 25' 51.5"	99° 44' 18.3"	1445	Semilla
60	NPM-61	Guerrero	Teloloapan	Km. 37 Iguala-Teloloapan	18° 25' 55.7"	99° 44.5' 13.8"	1540	Semilla
61	NPM-62	Guerrero	Teloloapan	2 km después de Teloloapan	18° 23' 10.9"	99° 52' 00.5"	1610	Semilla
62	NPM-63	Guerrero	Ixcapuzalco	Desviación Pachivia-Ixcapuzalco a 3.5 km	18° 26' 16.0"	99° 56' 54.7"	1691	Semilla
63	2007-FAC-01	Oaxaca	Villa Sola de Vega	8 km. Al sur de El Vado, orilla de carretera, 3 km antes de La Colorada	16° 34' 30.4"	96° 55' 6.3"	1777	Ninguno
64	2007-FAC-02	Oaxaca	Villa Sola de Vega	10 km al sur de El Vado	16° 34' 31.1"	96° 55' 55.6"	1868	Planta
65	2007-FAC-03	Oaxaca	Villa Sola de Vega	1.7 km. Al sur de La Colorada	16° 34' 12"	96° 56' 43.9"	1858	Planta
66	2007-FAC-04	Oaxaca	Villa Sola de Vega	3.3 km. Al sur de la Colorada	16° 34' 18.1"	96° 57' 12.5"	1844	Ninguno

No.	Clave	Estado	Municipio	Ubicación	Latitud N	Longitud W	Altitud (m)	Material colectado
67	2007-FAC-05	Oaxaca	Villa Sola de Vega	3.8 km. Al sur de la Cumbre	16° 28' 38.7"	96° 01' 12.4"	1976	Planta
68	2007-FAC-06	Oaxaca	Villa Sola de Vega	1.7 km al norte de San Isidro Ojo de Agua	16° 27' 0.4"	97° 01' 58.4"	1481	Planta
69	2007-FAC-07	Oaxaca	Villa Sola de Vega	300 m. al norte de San Isidro Ojo de Agua	16° 26' 7.0"	97° 03' 8.3"	1284	Planta
70	2007-FAC-08	Oaxaca	Villa Sola de Vega	3.5 km, al sur de Los Sabinos	16° 26' 7.0"	97° 03' 8.3"	1006	Ninguno
71	2007-FAC-09	Oaxaca	Villa Sola de Vega	6.0 km al sur de los Sabinos, pasando Los Limones	16° 26' 7.0"	97° 03' 8.3"	961	Planta
72	2007-FAC-10	Oaxaca	San Gabriel Mixtepec	7.2 km al norte de San Gabriel Mixtepec	16° 26' 7.0"	97° 03' 8.3"	798	Planta
73	VAVM-FHC-01	Nayarit	Tepic	La Fortuna, Carretera Libre Tepic-Mazatlán	21° 33' 11.3"	104° 56' 2"	825	Semilla, planta
74	VAVM-FHC-02	Nayarit	Tepic	El Rincón, km. 9.6 Carretera 15	21° 34' 25.6"	104° 55' 53.8"	817	Semilla, planta
75	VAVM-FHC-03	Nayarit	Tepic	El Rincón, km. 9.6 Carretera 15				Semilla, planta
76	VAVM-FHC-04	Nayarit	Tepic	Arriba de La Villita, km. 14.5 Carretera 15 Tepic – Mazatlán	21° 36' 26.3"	104° 57' 9.3"	708	Semilla, planta
77	VAVM-FHC-05	Nayarit	Tepic	Carretera 15, antes de la primera curva de la herradura	21° 37' 6.4"	104° 57' 52.5"	633	Semilla, planta
78	VAVM-FHC-06	Nayarit	Tepic	Carretera 15, frente de El Mirador del Águila	21° 38' 42.2"	104° 58' 24.31"	586	Semilla, planta
79	VAVM-FHC-07	Nayarit	Tepic	Carretera 15, km. 23.5, 100 m antes del Restaurante El Sesteo	21° 39' 13.7"	104° 59' 18.0"	588	Semilla, planta
80	VAVM-FHC-08	Nayarit	Tepic	Carretera 15, km. 24.8	21° 39' 44.8"	104° 59' 46.1"	541	Semilla, planta
81	VAVM-FHC-09	Nayarit	Tepic	Carretera 15, km. 27.5	21° 40' 6.8"	104° 00' 54.9"	492	Semilla, planta
82	VAVM-FHC-10	Nayarit	Tepic	Ejido la cantera, segunda curva rumbo a Mora (poste 53) enfrente de la bloquera San Juan	21° 30' 11.1"	104° 48' 55.4"	955	Semilla, planta
83	VAVM-FHC-11	Nayarit	Tepic	Atonalisco, km. 24.2 carretera Tepic-Aguamilpa	21° 37' 9.1"	104° 49' 13.3"	558	Semilla, planta
84	VAVM-FHC-12	Nayarit	Tepic	Atonalisco, km. 2.5 dentro de la huerta de mangos	21° 37' 12.6"	104° 49' 26.5"	577	Semilla, planta
85	VAVM-FHC-13	Nayarit	Tepic	Km. 14.4 pasando Atonalisco, a 150 m de la vía del tren	21° 41' 6.2"	104° 50' 42.3"	293	Semilla, planta
86	VAVM-FHC-14	Nayarit	Tepic	Km. 10.4 carretera Tepic-Camichí-San Luis de Lozada	21° 29' 59.5"	104° 45' 27.3"	1167	Semilla, planta
87	VAVM-FHC-15	Nayarit	Tepic	Km. 7.4 carretera Tepic-Camichí-San Luis de Lozada	21° 29' 43.8"	104° 47' 7.3"	991	Semilla, planta
88	VAVM-FHC-16	Nayarit	Tepic	Atonalisco, cerca de la aviación del aguacate	21° 37' 16.1"	104° 49' 23.4"	572	Semilla, planta
89	VAVM-FHC-17	Nayarit	Tepic	Norte de Tepic, subiendo el empedrado del cerro de la Cruz	21° 32' 5.8"	104° 53' 1.7"	1126	Semilla, planta
90	VAVM-FHC-18	Nayarit	Tepic	Norte de Tepic, cima del cerro de la Cruz	21° 32' 5.8"	104° 53' 1.7"	1126	Semilla, planta
91	VAVM-FHC-19	Nayarit	Xalisco	Km. 27 carretera Tepic-Compostela	21° 18' 27.3"	104° 54' 57.2"	821	Semilla, planta
92	VAVM-FHC-20	Nayarit	Xalisco	Km. 26.9 carretera Tepic-Compostela	21° 18' 35.2"	104° 55' 7.0"	865	Semilla, planta
93	VAVM-FHC-21	Nayarit	Xalisco	Km. 26.3 carretera Tepic-Compostela	21° 18' 49.8"	104° 55' 7.0"	893	Semilla, planta
94	VAVM-FHC-22	Nayarit	Xalisco	Km. 23.7 carretera Tepic-Compostela	21° 19' 40.2"	104° 55' 17.0"	1018	Semilla, planta
95	VAVM-FHC-23	Nayarit	Xalisco	Km. 23.0 carretera Tepic-Compostela	21° 19' 53.8"	104° 54' 57.5"	1032	Semilla, planta
96	VAVM-FHC-24	Nayarit	Xalisco	Km. 4.5 carretera Xalisco-Malinal	21° 19' 53.9"	104° 54' 57.5"	1034	Semilla, planta
97	VAVM-FHC-25	Nayarit	Xalisco	Km. 5.1 carretera Xalisco-Malinal	21° 25' 49.3"	104° 56' 54.7"	1034	Semilla, planta
98	VAVM-FHC-26	Nayarit	Santa María del Oro	Km. 16.05 carretera Santa María del Oro-La Laguna	21° 20' 41.2"	104° 33' 56.8"	973	Semilla, planta
99	VAVM-FHC-27	Nayarit	Santa María del Oro	Km. 15.5 carretera Santa María del Oro-La Laguna	21° 20' 25.0"	104° 33' 42.6"	1022	Semilla, planta
100	VAVM-FHC-28	Nayarit	Santa María del Oro	Km. 15.0 carretera Santa María del Oro-La Laguna	21° 20' 19.2"	104° 33' 36.3"	1048	Semilla, planta

No.	Clave	Estado	Municipio	Ubicación	Latitud N	Longitud W	Altitud (m)	Material colectado
101	VAVM-FHC-29	Nayarit	Santa María del Oro	Km. 79.2 carretera libre Guadalajara-Tepic	21° 12' 43.9"	104° 38' 38.3"	1045	Semilla, planta
102	VAVM-FHC-30	Nayarit	Santa María del Oro	Km. 180.4 carretera Guadalajara-Tepic	21° 13' 0.9"	104° 38' 28.6"	1095	Semilla, planta
103	VAVM-FHC-31	Nayarit	Santa María del Oro	Km. 187.2 carretera Guadalajara-Tepic	21° 16' 27.1"	104° 38' 57.2"	1271	Semilla, planta
104	VAVM-FHC-32	Nayarit	Santa María del Oro	Carretera Guadalajara-Tepic, Monte de los cuartos	21° 18' 11.1"	104° 39' 9.0"	1227	Semilla, planta
105	VAVM-FHC-33	Nayarit	Ahuacatlán	Km. 14.2 carretera Ahuacatlán-Amatlán de Cañas	21° 58' 31.9"	104° 28' 3.1"	1437	Semilla, planta
106	VAVM-FHC-34	Nayarit	Ahuacatlán	Km. 13.85 carretera Ahuacatlán-Amatlán de Cañas	21° 58' 39.8"	104° 28' 8.2"	1442	Semilla, planta
107	VAVM-FHC-35	Nayarit	Ahuacatlán	Km. 7.6 carretera Ahuacatlán-Amatlán de Cañas	21° 00' 11.3"	104° 29' 0.2"	1334	Semilla, planta
108	VAVM-FHC-36	Nayarit	Jala	Km. 8.0 carretera Aguaje-Jomulco	21° 05' 38.3"	104° 23' 38.3"	1526	Semilla, planta
109	VAVM-FHC-37	Nayarit	Jala	Km. 126 carretera Guadalajara-Tepic, Mirador La Joya	21° 10' 58.9"	104° 32' 40.5"	1312	Semilla, planta
110	VAVM-FHC-38	Nayarit	Jala	Mirador La Joya 2 Valle, 400 m de la bajada rumbo a Tegupexpan	21° 10' 58.9"	104° 32' 40.5"	1312	Semilla, planta
111	VAVM-FHC-39	Nayarit	Jala	Camino Valle de La Joya a Tegupexpan, km 2.9 de la entrada al Valle	21° 11' 47.5"	104° 32' 48"	1352	Semilla, planta
112	VAVM-FHC-40	Nayarit	Jala	Km. 43.1 tramo Mojarritas cruceo Villa Hidalgo	21° 46' 30.5"	104° 05' 15.5"	121	Semilla, planta
113	FJSM-RMM-11569	Jalisco	Ejutla	Entronque Carretera El Grullo - Ejutla	19° 54' 1"	104° 10' 33"	1329	
114	FJSM-RMM-12019	Jalisco	Tolimán	Arroyo de la Primera Agua, antes de El Rodeo, Ejido de El Rodeo	19° 33' 52"	104° 02' 41"	1120	
115	FJSM-RMM-11684	Jalisco	El Limón	Rancho El Recodo, 2 km al NW de San Miguel	19° 50' 56"	104° 05' 23"	832	
116	FJSM-s/n	Jalisco	Casimiro Castillo	Carretera Autlán-Casimiro Castillo, 4-5 km al S de los Mazos				
117	FJSM-RMM-11547	Colima	Minatitlán	El Sauz, 2 km del entronque rumbo a El Terrero, Cerro Grande	19° 26' 40"	104° 58' 3"	1300	
118	FJSM-RMM-11548	Colima	Minatitlán	El Sauz, 2 km del entronque rumbo a El Terrero, Cerro Grande	19° 26' 40"	104° 58' 3"	1300	
119	SRV-JSG-600	Chihuahua		Km 285 carretera Méx. 16, entre Cahuisori, Chihuahua y Yécora, Sonora.	28° 14' 12.0"	108° 16' 4.6"	2070	
120		Chihuahua		Km 302 carretera Méx. 16, entre Cahuisori, Chihuahua y Yécora, Sonora.	28° 19' 8.0"	108° 15' 40.9"	2135	
121		Chihuahua		Km 303 carretera Méx. 16, entre Cahuisori, Chihuahua y Yécora, Sonora.	28° 19' 35.0"	108° 15' 36.7"	2080	
122		Chihuahua		Km 305 carretera Méx. 16, entre Cahuisori, Chihuahua y Yécora, Sonora.	28° 20' 11.7"	108° 16' 16.0"	1915	
123		Chihuahua		Km 307 carretera Méx. 16, entre Cahuisori, Chihuahua y Yécora, Sonora.	28° 20' 29.5"	108° 16' 18.7"	1650	
124	SRV-JSG-601	Chihuahua		Km 14.4 carretera Mex. 127, Creel-San Rafael (curva)	27° 40' 19.7"	107° 43' 23.4"	2375	
125		Chihuahua		Km 63.3 carretera Mex. 432, Balleza-Guachochi	26° 56' 56.6"	106° 27' 51.1"	1920	
126	SRV-JSG-602	Chihuahua		Km 56.1 carretera Mex. 432, Balleza-Guachochi	26° 57' 37.5"	106° 25' 6.9"	1644	
127		Chihuahua		Km 51.5 carretera Méx. 432, puente "El Reventon" salida, muy cerca de Balleza	26° 57' 26.3"	106° 22' 46.8"	1580	
128	SRV_JSG-603	Chihuahua		Km 34 carretera Mex. 432	26° 51' 55.8"	106° 16' 19.5"	1698	
129		Chihuahua		Km 29.5 carretera Mex. 432	28° 53' 22.9"	106° 14' 33.5"	1720	
130		Chihuahua		Km 25.5 carretera Mex. 432	26° 52' 32.1"	106° 13' 16.5"	1814	
131		Chihuahua		Km 78.5, 79.5 y 80.0 carretera Mex. 24, Parral-Guadalupe y Calvo	26° 39' 12.3"	106° 13' 44.9"	1770 a 1820	
132		Chihuahua		Km 87 carretera Mex. 24, Parral-Guadalupe y Calvo	26° 37' 9.8"	106° 16' 14.3"	2015	
133		Chihuahua		Guadalupe y Calvo Camino a Nabogame	26° 10' 45.5"	106° 56' 53.3"	2200	
134	SRV-JSG-605	Chihuahua		Ladera húmeda, mas o menos a 100 m de la entrada al arrollo Tarahumares	26° 12' 27.7"	106° 57' 12.7"	1927	

No.	Clave	Estado	Municipio	Ubicación	Latitud N	Longitud W	Altitud (m)	Material colectado
135		Chihuahua		Km 147.6 carretera Méx. 24, a un kilómetro del puente.	26° 17' 19"	106° 28' 44"	2440	
136		Chihuahua		Km 149 carretera Méx. 24	26° 17' 4"	106° 29' 25"	2240	
137		Chihuahua		Km 70.5 carretera Méx. 24	26° 41' 57.5"	106° 07' 57"	1950	
138		Chihuahua		Km 55.5 carretera Méx. 24	26° 42' 29.3"	106° 06' 39.1"	2280	
139	SRV-JSG-597	Sonora	Yécora	Km 307 carretera Méx. 16, entre Cahuisori, Chihuahua y Yécora, Sonora.	28° 24' 16.1"	108° 44' 00.7"	1520	
140	SRV-JSG-598	Sonora	Yécora	Km 308.5 carretera Méx. 16, entre Cahuisori, Chihuahua y Yécora, Sonora, puente Talayotes	28° 22' 34.7"	108° 45' 38.1"	1228	
141		Sonora	Yécora	Km 301 carretera Méx. 16, entre Cahuisori, Chihuahua y Yécora, Sonora, puente	28° 23' 58.0"	108° 47' 44.5"	1305	
142		Sonora	Yécora		28° 23' 16.4"	108° 47' 21.2"	1274	
143		Sonora	Yécora	Km 313 carretera Méx. 16, entre Cahuisori, Chihuahua y Yécora, Sonora, puente	28°	108°		
144	SRV-JSG-599	Sonora	Yécora	Km 349 carretera Méx. 16, entre Cahuisori, Chihuahua y Yécora, Sonora, puente	28° 25' 54.1"	108° 30' 52.8"	1650	
145	SRV-JSG-600	Sonora	Yécora		28° 10' 51.5"	108° 12' 47.3"	2068	
146	BCE-01	Chiapas	Zinacantan	Potoptik, Km 23.7 Autopista Tuxtla-San Cristóbal	16° 41'	92° 50' 00"	1386	semilla/macollo
147	BCE-02	Chiapas	Zinacantan	Potoptik, Km 22.7 Autopista Tuxtla-San Cristóbal	16° 41' 39"	92° 50' 11"	1359	semilla/macollo
148	BCE-03	Chiapas	Zinacantan	Km 21.6 carretera 190 Tuxtla-San Cristóbal	16° 41' 53.67"	92° 51' 38"	1290	semilla/macollo
149	BCE-04	Chiapas	Chiapa de Corzo	Km 18.9 Autopista Tuxtla-San Cristóbal	16° 42' 11.4"	92° 52' 31"	1183	semilla/macollo
150	BCE-05	Chiapas	Chiapa de Corzo	Km 18 Autopista Tuxtla-San Cristóbal	16° 42' 24.05"	92° 52' 51"	1128	semilla/macollo
151	BCE-06	Chiapas	Ixtapa	Km 12 Carretera Tuxtla Gutiérrez- Ixtapa	16° 43' 13.34"	91° 55' 15"	837	semilla/macollo
152	BCE-07	Chiapas	Ixtapa	Km 244 Carretera Villahermosa-Tuxtla Gutiérrez, a 2 km de Ixtapa	16° 48' 27.49"	92° 54' 51.9"	1008	semilla/macollo
153	BCE-08	Chiapas	San Cristóbal	Km 28 Carretera 190 Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal (Lado Norte)	16° 44' 56.18"	92° 57' 18.1"	1016	semilla/macollo
154	BCE-09	Chiapas	San Cristóbal	Km 28 Carretera 190 Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal	16° 44' 54"	92° 57' 02"	998	semilla/macollo
155	BCE-10	Chiapas	San Cristóbal	Km 28 Carretera 190 Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal (a 60 m frente a Col. 09)	16° 44' 00"	92° 57' 00"	998	semilla/macollo
156	BCE-11	Chiapas	San Cristóbal	Km 36-37 Carretera 190 Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal	16° 45' 00"	92° 55' 00"	1167	semilla/macollo
157	BCE-12	Chiapas	San Cristóbal	Km 36-37 Carretera 190 Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal				semilla/macollo
158	BCE-13	Chiapas	San Cristóbal	Km 36-37 Carretera 190 Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal				semilla/macollo
159	BCE-14	Chiapas	San Cristóbal	Km 40 Carretera 190 Tuxtla Gutiérrez-San Cristóbal	16° 44' 38"	92° 54' 31.7"	1281	semilla/macollo
160	BCE-15	Chiapas	Tuxtla	Km 14.9 Carretera Tuxtla al Mirador Cañón del Sumidero	16° 48' 00"	93° 04' 00"	1208	semilla/macollo
161	BCE-16	Chiapas	Tuxtla	Km 14.9 Carretera Tuxtla al Mirador Cañón del Sumidero	16° 48' 00"	93° 04' 00"	1208	semilla/macollo
162	BCE-17	Chiapas	Tuxtla	Km 14.9 Carretera Tuxtla al Mirador Cañón del Sumidero	16° 48' 00"	93° 04' 00"	1208	semilla/macollo
163	BCE-18	Chiapas	Tuxtla	Km 9.3 Carretera Tuxtla al Mirador Cañón del Sumidero	16° 48' 00"	93° 05' 00"	998	semilla/macollo
164	BCE-19	Chiapas	Tuxtla	Km 9.3 Carretera Tuxtla al Mirador Cañón del Sumidero	16° 48' 00"	93° 05' 00"	998	semilla/macollo
165	BCE-20	Chiapas	Huixtan	Km. 62.5, Carretera 186 Tuxtla-Ocosingo (Poblado El Progreso)	16° 48' 00"	92° 08' 00"	1300	semilla/macollo
166	BCE-21	Chiapas	San Cristóbal	Km. 58, Carretera 186 Tuxtla-Ocosingo (Poblado El progreso)	16° 49' 00"	92° 07' 00"	1239	semilla/macollo
167	BCE-22	Chiapas	Ocosingo	Km. 135 Carretera 199 Tuxtla-Ocosingo (a 5 min de Ocosingo)	16° 58' 00"	92° 06' 00"	1173	semilla/macollo
168	BCE-23	Chiapas	La Trinitaria	Km. 195 Carretera 190 Tuxtla-La Trinitaria	16° 04' 00"	92° 02' 00"	1415	semilla/macollo

No.	Clave	Estado	municipio	Ubicación	Latitud N	Longitud W	Altitud (m)	Material colectado
169	BCE-24	Chiapas	La Trinitaria	Km 209 Carretera 190 Tuxtla-La Trinitaria (La Campana)	16° 00' 00"	92° 01' 00"	819	semilla/macollo
170	BCE-25	Chiapas	Cintalapa	Carretera 190 Tuxtla Gutierrez-Arriaga (Estación de Microondas Las Minas)	16° 00' 25"	94° 00' 00"	752	semilla/macollo
171	BCE-26	Chiapas	Cintalapa	Km 11.1 Carretera 190 Tuxtla- Arriaga (4 km antes de la Col 25) a 500 m del poblado Niños Héroe	16° 26' 00"	94° 00' 00"	735	semilla/macollo
172	BCE-27	Chiapas	Villaflores	Km 35.9 Carretera Arriaga-Villaflores (Champerico)	16° 22' 59.6"	93° 36' 94.1"	915	semilla/macollo
173	BCE-28	Chiapas	Tuxtla	km 10.2 Carretera Tuxtla-Suchiapa (junto al parking vista a Suchiapa, pasando El Jobo)	16° 40' 13.1"	93° 05' 06.5"	788	semilla/macollo

Lista de colectores y claves en lista de poblaciones: NLJPJ= Noel Orlando Gómez Montiel (INIFAP-Guerrero), Lino de la Cruz Larios (CUCBA-UdeG), José de Jesús Sánchez González (CUCBA-UdeG), Pablo Murillo Navarrete, Juan Cañedo Castañeda (INIFAP-Guerrero, Jubilado). NPJ= Noel Orlando Gómez Montiel (INIFAP-CEIGUA), Pablo Murillo Navarrete, Juan Cañedo Castañeda (INIFAP-Guerrero, Jubilado). NPM= Noel Orlando Gómez Montiel (INIFAP-CEIGUA), Pablo Murillo Navarrete, Margarito Manjarrez, FAC= Flavio Aragón Cuevas (INIFAP-Oaxaca), VAVM = Víctor Antonio Vidal Martínez (INIFAP-Nayarit), FHC= Filiberto herrera Cedano (INIFAP-Nayarit), FJSM= Francisco Javier Santana Michel (CUCSUR-UdeG), RMM= Roberto Miranda Medrano (CUCSUR-UdeG), BCE= Bulmaro Coutiño Estrada (INIFAP-Chiapas), SRV= Sergio Ramírez Vega (INIFAP-Chihuahua, jubilado), JSG= José de Jesús Sánchez González.