

PROYECTO

“CONOCIMIENTO DE LA DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN
ACTUAL DEL MAÍZ NATIVO Y SUS PARIENTES SILVESTRES EN
MÉXICO,
SEGUNDA ETAPA 2008-2009.

INFORME FINAL FZ 016



Director del Proyecto: Dr. Alejandro Ortega Corona

Responsable: Dr. Noel O. Gómez Montiel

Colaboradores: Dr. Bulmaro Coutiño Estrada

Ing. Alberto Trujillo Campos

Nov./ 2010

Proyecto: "CONOCIMIENTO DE LA DIVERSIDAD Y DISTRIBUCIÓN ACTUAL DEL MAÍZ NATIVO Y SUS PARIENTES SILVESTRES EN MÉXICO, SEGUNDA ETAPA 2008-2009.

Región: Pacífico Sur

Responsable: Dr. Noel O. Gómez Montiel

Colaboradores: Dr. Bulmaro Coutiño Estrada, Ing. Alberto Trujillo Campos

Informe Final FZ016

RESUMEN

La región del Pacífico Sur, en este caso los estados de Guerrero, Chiapas y Morelos, se caracteriza por tener una gran variabilidad genética de maíz y sus parientes silvestres, dado su orografía que ha permitido aislamientos geográficos y en consecuencia aislamientos de diferentes tipos de maíz. Bajo esta perspectiva se inició la colecta de maíces nativos a partir de 2008 y con una ampliación se terminó en abril de 2010. En estos tres estados se tuvo como meta coleccionar 1500 muestras de maíz y 50 de *Tripsacum*. Se han tenido problemas con los tiempos; sin embargo, finalmente se coleccionaron 1805 muestras, 20.3% más a lo programado, aunque aún falta cumplir con la información requerida de hojas pasaporte, conservación *ex situ* y fotografías. Hasta ahora se han entregado 1447 colectas a recursos genéticos del INIFAP y 178 más obtenidas en Guerrero están empaquetadas para entregarse; ya se ha capturado la información en 1577 hojas pasaporte y todas las colectas ya fueron caracterizadas en mazorca y grano; además se entregaron las fotografías correspondientes. De Teocintle se georreferenciaron 11 poblaciones y 90 de *Tripsacum*. Se identificaron 20 razas en Guerrero, 18 en Chiapas y 14 en Morelos; sin embargo, como algunos se repitieron en total fueron 33 razas puras, más aquellas que tienen introgresión sobre otra. Tuxpeño, Vandéño, Tepecintle y Olotillo, se localizaron en los tres estados; Ancho, Pepitilla, Elotes Occidentales y Cónicos en Morelos y Guerrero. Las razas más frecuentes fueron: Tuxpeño, Olotillo, Vandéño, Tepecintle, Pepitilla, Ancho, y Comiteco específicamente en Chiapas. Se localizaron maíces blancos y de colores Negro (azul), Amarillo y Rojo en diferentes tonalidades; en Guerrero y Morelos se tuvo un porcentaje similar de maíces de color de un 10 al 15%, en cambio en Chiapas se tuvo un % muy alto de maíces amarillos (34.5) y menos del 1 % de rojos y negros.

Debido a los períodos de colecta que son muy cortos, no se ha terminado de hacer una colecta completa, tanto de maíz como de sus parientes silvestres; se hace una estimación que falta un 20% que correspondería aproximadamente a 500 colectas en el Pacífico Sur.

I. INTRODUCCIÓN

Mesoamérica es considerada a nivel mundial como uno de los centros de diversidad primaria y el posible Centro de origen y domesticación del maíz (Hernández, 1994). Esta especie en México, más que en otros países en América, tiene una gran diversidad genética y ha tenido un importante papel en el desarrollo de las razas modernas y

altamente productivas de las Américas (Goodman y Bird, 1977). Se han identificado y descrito en diferentes tiempos, las razas de maíz; así Wellhausen *et al* (1951) describieron 25 y siete sin definir; Hernández y Alanís (1970) agregaron cinco más; Ortega (1991) identificó 41 y Sánchez *et al* (2000) agruparon 59 en total. A continuación se incluye un cuadro de distribución nacional del maíz y sus parientes silvestres, elaborado a partir de la base de datos del INIFAP.

Específicamente la Cuenca del Balsas en México es la región con mayor consenso y evidencias para considerarse el principal centro de origen en México. La colección de maíz para mantener la diversidad genética en bancos de germoplasma, se inicio desde 1940 por la Oficina de Estudios Especiales (OEE), Wellhausen *et al* (1951). A la fecha en el Banco de Germoplasma de maíz del INIFAP se conservan alrededor de 11000 accesiones (Sánchez, 1989), 2500 en la UACH, 4000 en el Colegio de Postgraduados (Ortega, 2003) y existen muestras en otros lugares como la Universidad de Guadalajara y Antonio Narro de Saltillo; la colección de maíces nativos en México se inició en 1943, otro fuerte impulso se tuvo en los 70's y desde entonces no se había hecho un esfuerzo constante y continuo para actualizar la situación que guarda la diversidad genética de los maíces nativos en México, a pesar de las advertencias de Hernández (1971), quien sugiere que no se debe coleccionar una sola vez, sino que hay que regresar y volver a regresar una y otra vez por nuevas colectas, en función de nuevos conocimientos del material y las nuevas demandas genéticas del hombre, además de que las nuevas colecciones en una misma región con diferencia de 20 años o más, la más reciente en promedio tiende a superar a las antiguas en rendimiento o en sus componentes (Ortega, 2003).

La exploración y recolección de maíces criollos de México se ha realizado con cierto dinamismo. A finales de los años 40's se realizó la primera recolección de aproximadamente 2000 muestras, la cual ha estado bajo el resguardo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Wellhausen *et al.*, 1951); para 1954 ya contaba con 3,480 y en 1966 sólo se adicionaron 322 (Cárdenas y Hernández, 1988); en 1978 la colección estaba constituida por 8176 (Ortega y Ángeles, 1978) y para principios de los noventa se contaba con cerca de 10 000 colectas (Ortega *et al.*, 1991).

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

Por otro lado, el incremento de las vías de comunicación, tanto terrestre como aérea, ha permitido el acercamiento de las personas facilitado la comercialización e intercambio de semillas a zonas siniestradas. El riesgo de pérdida de maíces nativos,

que durante mucho tiempo fueron movilizados a la región serrana del noroeste, desde los sitios de domesticación del centro y sur de nuestro país, no tiene como responsable exclusiva la introducción de materiales mejorados a los valles de producción intensiva desde hace 50 años, sino que incluye a otros como son la incidencia de epifitas, la exposición a factores climáticos, la substitución por cultivos como pastos forrajeros, cacahuate, ajonjolí y sorgo, además de factores demográficos como la migración de pobladores, situación que deriva en que la edad de los custodios de este importante recurso fitogenético, sean personas de la tercera edad que en el mediano plazo, no tendrán a quien transferir los materiales y el conocimiento del cultivo del maíz).

Problema

La Región del Pacífico Sur se caracteriza por tener los mayores índices de pobreza, analfabetismo, desnutrición y marginación, aunado a ésto su orografía accidentada también contribuye a tener ambientes de producción marginales; sin embargo, el aislamiento geográfico de pequeños valles entre las montañas, donde se refugiaron las étnias durante la conquista de los españoles, sirvió para que los pobladores llevaran sus culturas, entre ellas, la domesticación y el cultivo del maíz, que al sembrarse y evolucionar en diferentes nichos ecológicos, también originaron diferentes formas que ahora se conocen como razas. Esta riqueza germoplásmica también a dado lugar a una gran riqueza alimentaria por el aprovechamiento del grano, después de su nixtamalización; sin embargo, poco esfuerzo, tiempo e inversión se ha canalizado para su preservación, mantenimiento y mejoramiento agronómico; así, el maíz nativo tiene problemas de acame por su altura de planta y deficiente sistema radicular, plantas improductivas por la alta asincronía entre sus floraciones, color de grano desuniforme que se castiga en la comercialización; pero también tiene alta calidad alimentaria y forrajera que justifican reconocerle un valor agregado que el consumidor debería pagar.

Por otra parte, dado que México es un Centro de Origen y existe inquietud por la introducción de maíces transgénicos, falta tener información actualizada de la situación de los maíces nativos; es necesario saber si se mantiene la diversidad germoplásmica y racial, conservar *ex situ* las formas criollas antes de que se crucen con maíces transgénicos o mejorados, para conservar el valor agregado que ha sido seleccionado por cientos de años por los productores.

Origen del maíz

El origen del maíz ha sido estudiado por más de 100 años y se han generado varias hipótesis, que ahora con mas información y usando tecnología de punta de la biotecnología y arqueología, se ha logrado conjuntar mayores bases para acercarse a la definición del ó de los Centros de origen, domesticación y diversidad genética del maíz y de sus parientes silvestres.

Actualmente se aceptan como parientes silvestres del maíz, al tripsacum y al teocintle, los cuales tienen una amplia distribución en el Pacífico Sur.

Ha sido aceptado que Mesoamérica, que incluye a México, desde Sinaloa hasta el Norte de Veracruz por el Norte y hasta Nicaragua en el Sur, es el Centro de origen del Maíz (Sánchez, *et al*, 2000, Boege, 2008); sin embargo, con nuevos estudios se ha focalizado más el lugar donde se considera nació el maíz; existe la propuesta de Miranda (2003) de que el maíz pudo originarse en México entre los paralelos 19 y 21°

LN, en donde convergen la Cuenca del Río Balsas, el cinturón volcánico transversal y la Cuenca de los ríos Lerma-Santiago (Ron *et al*, 2006).

Matsuoka *et al* (2002) concluyen que la domesticación del maíz ocurrió en México hace 10000 años, aproximadamente, y que la especie tropical de teocintle, *Zea mays spp parviglumis*, fue el que dio origen al maíz después de un proceso de evolución.

Recientemente (Kato *et al*, 2009) se han propuesto dos hipótesis en base a la distribución de la diversidad genética del maíz, una que considera que tuvo un origen multicéntrico y otra que se dio en un sólo lugar, unicéntrica. Las dos hipótesis tienen su explicación; (Kato *et al*, 2009) pero los datos más recientes (Hastorf, 2009) consideran que el maíz se originó en la parte central de la Cuenca del Balsas en un sólo evento y de ahí se dispersó a todos lados.

El lugar de origen, de acuerdo a los vestigios más antiguos (8700 años AP) encontrados en el Valle de Iguala, Guerrero, corresponde específicamente al refugio de Xihuatoxtla en la comunidad de Tlaxmalac, donde se hicieron exploraciones, porque todo indicaba que en la Cuenca el Balsas se ubican las mayores poblaciones del Teocintle, *Zea mays spp parviglumis*, reconocido como el ancestro directo del maíz (Hastorf, 2009).

Origen de la diversidad genética

Ante la conquista de los españoles, las poblaciones indígenas fueron obligadas a emigrar hacia las montañas que conforman pequeños valles separados por la orografía que separa zonas aisladas con condiciones climáticas y de suelos muy específicas, definidas como nichos ecológicos, donde las etnias se llevaron sus culturas, entre ellas la cultura del maíz; (Muñoz, 2003; Boege, 2008) estos nichos ecológicos son muy diversos y por lo tanto tuvieron que coevolucionar el maíz en distintas condiciones ambientales, dando lugar a diferentes tipos de maíz que se agruparon en razas.

La raza se define como una población con un alto número de características y genes en común, que se distinguen como grupos y diferencian de otras poblaciones, pueden transmitir dichas características a siguientes generaciones y además ocupan un área ecológica específica (Hernández y Alanís, 1970).

En el mundo se han diferenciado más de 250 razas y en México 59, separadas en cuatro grupos y algunos subgrupos (Sánchez *et al* 2000); en el Pacífico Sur, se han identificado más de 30, cantidad que se incrementa al considerar el cruzamiento entre ellas.

El maíz se construyó durante miles de años, ha sido adaptado a los cambios ambientales y ha evolucionado lentamente, como sucede con todas los seres vivos, de esta manera, ahora existe una preocupación por la entrada al mercado de los maíces transgénicos, que debido al avance tecnológico ahora es posible transferir genes ó ADN de una especie a otra en un mínimo de tiempo. Si los maíces transgénicos contaminan a los maíces nativos, esta evolución natural de las especies se rompería y posiblemente traería consecuencias funestas en la supervivencia del maíz nativo.

Antecedentes del Centro Regional

Las colectas de maíz como de sus parientes silvestres realizadas antes de la implementación de este proyecto se presentan en el Cuadro 1

Cuadro 1. Distribución de las razas de maíz en el Pacífico sur de México. Bases de datos del INIFAP.

Estado	Número de colectas de parientes silvestres		Número de colectas de maíces criollos			Centro de Origen	Centro de Domesticación	Centro de Diversidad	Número de razas	Razas	Diversidad Genética	Comentarios
	Teocintle	<i>Tripsacum</i>	Georreferenciadas	No Georreferenciadas	TOTAL							
Chiapas	1	14	957	996	1,953	SI	SI	SI	13	Nal-Tel , Tehua, Comiteco, Olotón, Tepecintle, Zapalote Chico, Zapalote Grande, Motozinteco, Vandeño, Tuxpeño, Cónico, Dzit Bacal, Quicheño	Alta	Se tienen colectas de parientes silvestres; existe un alto número de colectas de criollos que representan 13 razas, lo que implica alta diversidad genética, además se ubica en Mesoamérica reconocida como Centro Origen del Maíz
Guerrero	32	31	383	28	411	SI	SI	SI	11	Pepitilla, Reventador, Olotillo, Vandeño, Conejo, Ancho, Elotes Occidentales, Tabloncillo, Tepecintle, Nal-Tel , Tuxpeño	Alta	Se han hecho 63 colectas de parientes silvestres y un alto número de colectas de criollos agrupadas en 11 razas. Lo que ubica a Guerrero como parte del Centro de Origen y Centro de Diversidad Genética.
Morelos	3	4	169	14	183	SI	NO	SI	8	Pepitilla, Olotillo, Ancho, Tuxpeño, Tuxpeño Norteño, Cacahuacintle, Chalqueño, Cónico,	Media	Tiene siete colectas de parientes silvestres y buen número de colectas de criollos representativas de ocho razas. Esto es variabilidad media o Centro de Diversidad y parte del centro de Origen.

Antecedentes Región Pacífico sur (Chiapas, Guerrero, Morelos, Oaxaca).

En 2006 se sembraron en la región Sur de México, 1 685 400 ha en temporal , (Cuadro 2) donde se siembra más del 80 % con maíces criollos. El rendimiento medio en la región sur de México es de 1.863 ton ha⁻¹. En esta región se ubican 116 municipios de Chiapas, 81 en Guerrero 33 en Morelos y 570 en Oaxaca, donde casi se tiene terminada la colecta de maíces criollos. En los nichos ecológicos donde se localizan los maíces nativos se siembran 650 mil hectáreas y lo cultivan más de 500 mil productores utilizando 35 millones de jornales al año; sin embargo, poco se ha restituido y reconocido a quienes han preservado la diversidad genética a pesar de las fuertes adversidades que tienen para subsistir. Los sitios donde se ha colectado maíz en los estados de Chiapas, Guerrero y Morelos se muestran en las Figuras 1, 2,3.

El maíz es un invento nuestro, es una planta humana, cultural, no se reproduce sin la intervención oportuna del hombre y más que domesticada la planta de maíz se creó para el trabajo humano. Se convirtió en referencia para entender las formas de organización social, ya que es el fundamento de la cultura popular mexicana; el maíz aparece en todos los planos de nuestra cultura, desde el lejano pasado de los pueblos indígenas hasta las más recientes expresiones contemporáneas (Esteva, 2003); así, estudiar al maíz es conocer al país (Barkin, 2003).

Cuadro 2. Importancia del cultivo de maíz de temporal en la región Sur de México. 2006 PV.

Estado	Superficie sembrada	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton ha⁻¹)
Chiapas	707 511	1 454 531	2 056
Oaxaca	518528	599 570	1 156
Guerrero	435 035	1 012 111	2 327
Morelos	24 334	72 803	2 992

SIAP, SAGARPA

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

Situación por estados

De cada estado se presenta la superficie y producción de maíz de temporal por Distrito de Desarrollo Rural (DDR) y se puede decir que prácticamente en todos se siembran maíces nativos.

Chiapas. De 10 DDR, los que más producen maíz son Tuxtla Gutiérrez, Comitán y Palenque con 198,385, 138,183 y 135 599 ha, respectivamente, que representan cerca del 70% de la superficie sembrada (Cuadro 3). De los 118 municipios que integran el estado las de mayor superficie sembrada son Villaflores, Palenque, Ocozocoautla, Las Margaritas, Ocozingo, La Trinitaria, Venustiano Carranza, Villa de Corzo y Salto de Agua con 25 mil a 35 mil ha cada uno; que suman 274 583 ha. (SAGARPA, SIAP, 2006); en estos municipios se han colectado las razas de maíz Tuxpeño, Zapalote grande y Chico, Nal tel de altura, Olotón, Comiteco, Motozinteco; Olotillo, Tzet Bacal, ente otras (Welhausen, *et al*, 1951); su distribución se presenta en la Figura 1.

Cuadro 3. Superficie de siembra de maíz de temporal por Distrito de Desarrollo Rural en el Estado de Chiapas. 2006

Distrito	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
COMITAN	138,183.00	138,183.00	334,224.50	2.42	2,163.88	723,221.38
MOTOZINTLA	34,211.00	34,211.00	46,165.95	1.35	2,014.90	93,019.90
PALENQUE	135,599.00	134,013.00	166,382.80	1.24	1,999.43	332,671.36
PICHUCALCO	65,492.00	65,492.00	71,552.91	1.09	2,737.70	195,890.68
SAN CRISTOBAL DE LAS CASAS	81,803.60	81,803.60	96,337.57	1.18	2,354.86	226,861.81
SELVA LACANDONA	38,700.00	38,700.00	33,793.00	0.87	3,137.24	106,016.60
TAPACHULA	35,010.25	33,634.25	80,465.87	2.39	2,009.65	161,708.35
TONALA	7,614.00	7,614.00	10,879.03	1.43	1,549.35	16,855.41
TUXTLA GUTIERREZ	198,385.42	198,385.42	429,224.81	2.16	2,211.52	949,238.78
VILLA FLORES	94,548.00	94,548.00	287,540.70	3.04	2,047.29	588,678.29
	829,546.27	826,584.27	1,556,567.14	1.88	2,180.54	3,394,162.57

SAGARPA-SIAP-2006

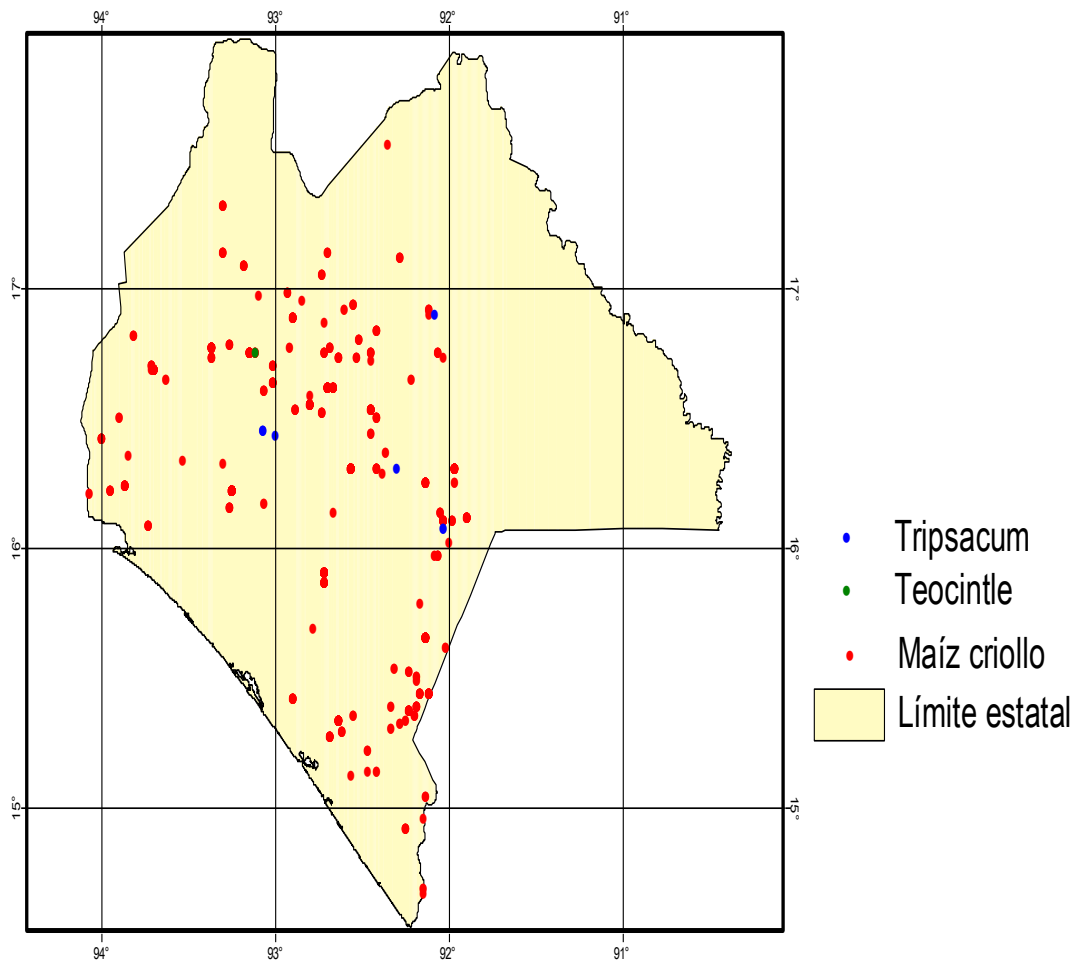


Figura 1. Sitios de colecta de maíz en Chiapas.

Guerrero. El estado se divide en seis DDR y los que siembran mayor superficie de maíz son Costa Chica, Chilpancingo, Atoya e Iguala, con 126 373, 78 500, 67 195 y 66 914 ha y si se considera la superficie sembrada por municipio los mas importantes son Acapulco, San Marcos, Coyuca de Catalán, San Luis Acatlán, Coyuca de Benítez, Heliodoro Castillo, Chilapa y Atoyac con rangos de 13 mil a 21 mil hectáreas cada uno, que en total suman 128 669 ha. En todos los DDR se siembran maíces criollos y las razas que se han identificado con mayor frecuencia son Vandeño, Tuxpeño, Conejo, Tepecintle, Olotillo, Pepitilla, Ancho, Reventador y maíces de color. En el Cuadro 4 se muestra la superficie sembrada por DDR y en la Figura 2 la distribución de las razas colectadas por Welhausen *et al* (1951).

Cuadro 4. Superficie de siembra de maíz de temporal de Distrito de Desarrollo Rural del Estado de Guerrero. 2006 PV.

Distrito	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rend. (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
ALTAMIRANO	60,126.00	60,126.00	220,327.75	3.66	1,929.97	425,226.70
ATOYAC	67,195.00	66,513.00	133,026.00	2.00	2,000.00	266,052.00
CHILPANCINGO	78,500.00	78,421.00	191,266.60	2.44	2,226.54	425,862.05
IGUALA	66,914.00	66,914.00	167,635.15	2.50	2,349.32	393,827.97
LAS VIGAS	126,373.00	126,307.00	343,032.46	2.72	2,177.72	747,027.20
TLAPA	43,855.00	39,490.00	52,036.50	1.32	2,773.38	144,317.04
	442,963.00	437,771.00	1,107,324.46	2.53	2,169.48	2,402,312.96

SAGARPA-SIAP 2006

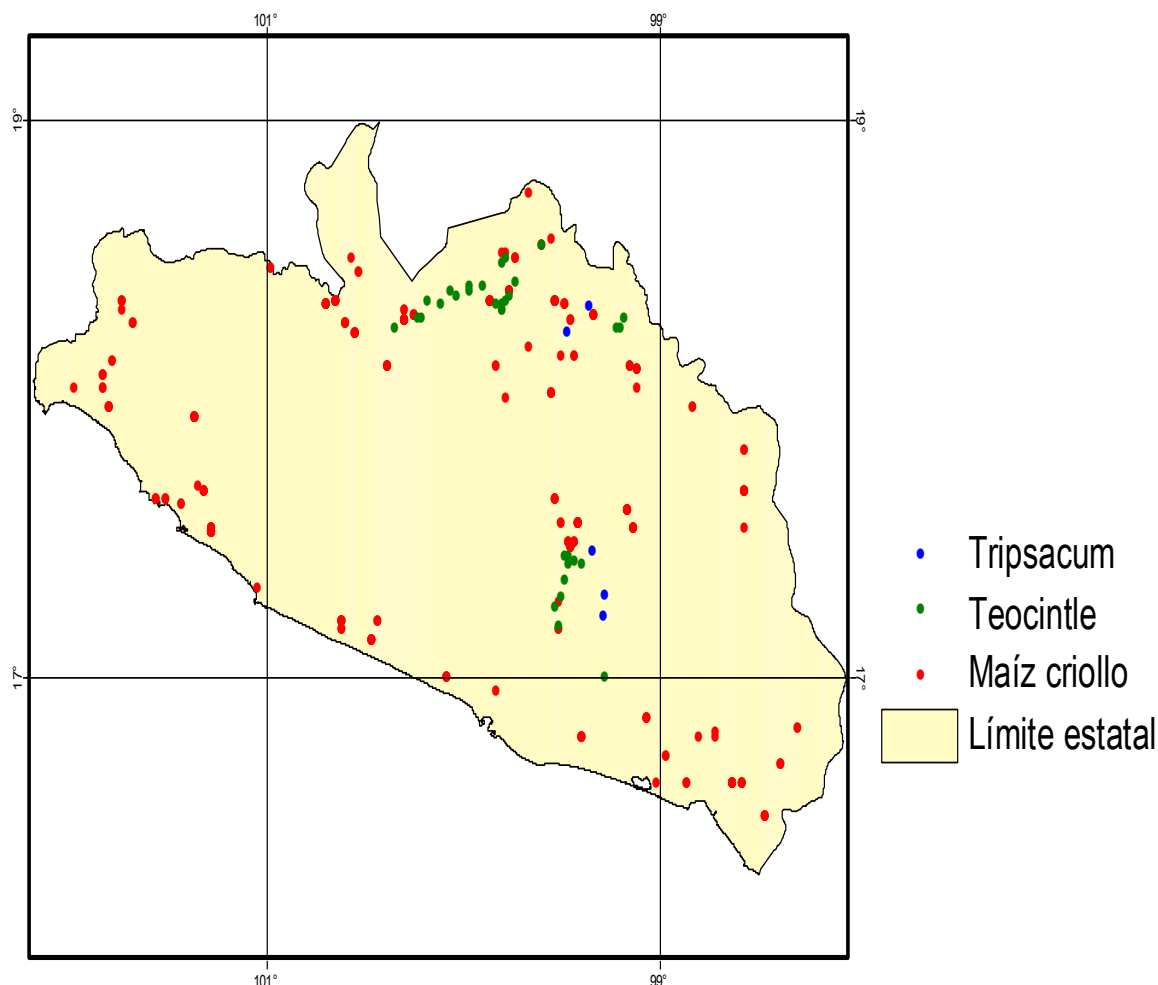


Figura 2. Sitios de colecta de maíz en Guerrero.

Morelos. El estado de Morelos sólo cuenta con un DDR, ubicado en Zacatepec de Galeana y los municipios que más siembran con maíz son: Yecapixtla, Ocuituco, Meacatlán, Tlalquitenango con 3 546, 3 038, 1 916 y 1887 ha, respectivamente. Es un estado pequeño; sin embargo, existe una gran variabilidad genética de maíz como se puede observar en la Figura 2 donde se presenta la distribución de colectas hechas por Wellhausen et al (1951), las razas que se han identificado en el estado son Pepitilla, Ancho, Cónico, Cacahuacintle, de color, entre otros. En el Cuadro 5 se muestra la superficie sembrada que corresponde al único DDR ubicado en el estado de Morelos.

Cuadro 5. Superficie de siembra de maíz de temporal de Distrito de Desarrollo Rural del Estado de Morelos.2006 PV.

Distrito	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles de Pesos)
ZACATEPEC-GALEANA	24,403.60	24,180.34	77,011.86	3.18	3,381.78	260,437.50

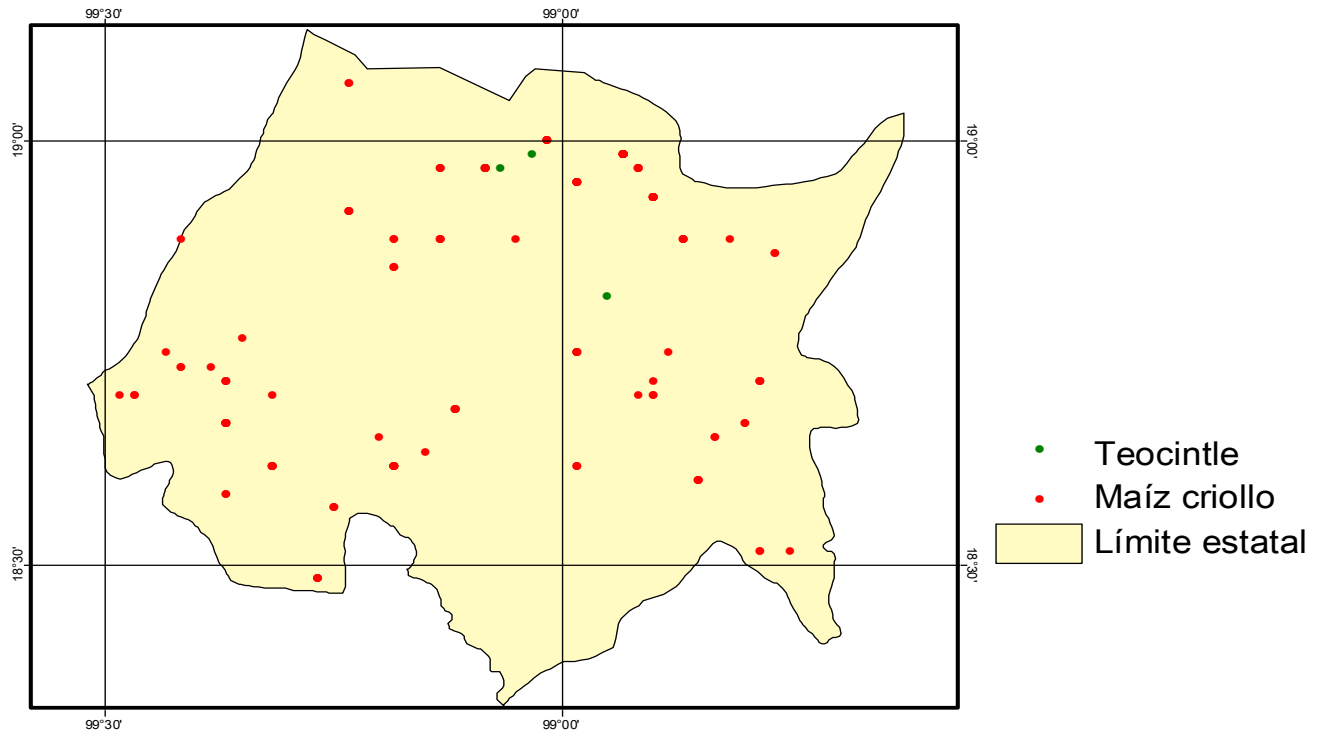


Figura 3. Sitios de colecta de maíz en Morelos.

II. RESULTADOS

1. Determinación de los sitios de colecta.

a) Periodo de colectas.

Guerrero.- Las colectas se iniciaron el 21 de noviembre del 2008 y terminaron el 8 de Marzo de 2009. La segunda etapa de colecta inició el 2 de diciembre 2009 y terminó el 1º. De febrero del 2010; aún así no se ha terminado de colectar, faltando explorar municipios tan importantes en el cultivo de maíz como Tecoanapa, Ayutla, San Marcos, Cuajinicuilapa en la Costa Chica, Atoyac en la Costa Chica y Taxco, entre otras.

Chiapas.- Se colectó de febrero del 2009 a junio del 2010 y faltaron de explorar algunas localidades de muy difícil acceso con vehículo y otras donde es muy peligroso ingresar por ser zonas zapatistas, aun en conflicto con el gobierno.

Morelos.- Se colectó de Diciembre del 2008 a Marzo del 2009. La colecta se realizó en las tres regiones en que se divide geográficamente el Estado: zona norte o templada, zona media o semicálida y zona baja o cálida. Debido a que en la región sur la cosecha se inicia en el mes de octubre prácticamente se colectó sólo grano y no mazorca, por lo que se propuso recolectar en 2009/2010, pero no se contó con el presupuesto solicitado.

b) Ubicación de las localidades donde se realizaron las colectas.

b-1) Criterios.

Guerrero.- El Estado de Guerrero esta dividido en seis regiones geográfico-económicas en donde se ubican los seis distritos de desarrollo rural, y de esta manera, se organizaron las colectas, por región. Las colectas se programaron de acuerdo a las cosechas que se realizan en cada región; se procuró colectar primero en las regiones cálidas y al final en los lugares más fríos. Por otra parte, se colectó principalmente en las comunidades más aisladas (en brechas) y seleccionando la mazorca en trojes, tapancos, casas, asoleaderos y azoteas de casas, muy pocas colectas se realizaron en campo, porque el tiempo no lo permite y es difícil localizar al productor en su predio. Para la segunda etapa la mayoría de las colectas se hicieron en ferias del maíz realizadas en los municipios de Alcozauca (Montaña) Malinaltepec (Montaña), Chilapa (Centro) y San Luis Acatlán (Costas).

Chiapas.- Se visitaron las delegaciones de la SAGARPA en los diferentes Distritos de Desarrollo Rural para hacer contactos con los técnicos de los CADER en los diferentes municipios, solicitando nombres de productores que estuvieran cultivando exclusivamente maíces criollos, posteriormente las autoridades ejidales proporcionaron nombres de productores que aun cultivan variedades criollas.

Morelos.- Las colectas se realizaron de acuerdo con la experiencia personal sobre la distribución geográfica (zonas ecológicas) y de la diversidad genética del cultivo del maíz en el Estado de Morelos; para cada uno de los 33 municipios se realizó un listado de comunidades en donde se tuviera alguna posibilidad de encontrar maíces criollos, esto, a pesar de saber que en la región norte (zona templada) del Estado es donde más se siembran maíces nativos.

b-2) Rutas de colecta.

Guerrero.- Las rutas ó transectos se programaron por cada una de las seis regiones del estado, las cuales se visitaron cuando menos dos veces durante el tiempo de colecta; la región Norte, donde se ubica el Campo Experimental de Iguala, fue la más explorada y las regiones de Tierra Caliente y Costa Chica las menos exploradas. Las regiones Centro, Costa grande y Montaña se exploraron en más del 70% de su superficie. Por experiencia se programaron rutas ó transectos que llevan a serranías, incluyendo las Costas; también se procuró explorar primeramente las comunidades más alejadas y los lugares donde se conoce que hay criollos.

Chiapas.- En base a la información anterior y considerando las regiones en donde cosechan más pronto, por el ciclo vegetativo más corto de las variedades cultivadas, se inició el trabajo en la Frailesca y posteriormente se hizo en la Selva, Comitán, Tuxtla Gutiérrez, Soconusco, Motozintla y San Cristóbal de Las Casas.

Morelos.- En base al listado de comunidades de los 33 municipios con posibilidades de colectar maíces criollos, se trazaron diferentes rutas de acceso (transectos) por zona geográfica del Estado. Dada la premura del tiempo se le dio prioridad a toda la región sur

(zona cálida) del Estado, puesto que en esta zona el maíz se cosecha a partir de la segunda quincena de Octubre, mientras que en la región norte (zona templada) la cosecha se inicia un mes después.

b-3) Localidades visitadas/Localidades colectadas

Guerrero.- Considerando las dos etapas de colectas de 81 se exploraron 40 municipios y 246 comunidades y sólo en el 3.0% de las comunidades visitadas no se colectó, porque no se localizaron productores o bien porque en su mayoría siembran maíces mejorados. En el Anexo de referencia de las colectas se puede observar cuales comunidades y municipios se visitaron (1er Cuatrimestre).

Chiapas.- Los sitios de colecta fueron en 232 localidades de 52 municipios del estado, ubicados en nueve Distritos de Desarrollo Rural, donde se hicieron los recorridos de campo buscando a productores de maíz que cultivaran variedades criollas, principalmente.

Morelos.- El trabajo de gabinete se inició en la segunda quincena de Diciembre de 2008, y el trabajo de campo se inició a partir del primer día de Enero de 2009. Las localidades visitadas para realizar las colectas de maíces criollos fueron aquellas ubicadas en la zona sur-poniente (< 1100 msnm), continuando en la zona sur-centro y sur-oriente del Estado (de 750 a 1,400 msnm). Posteriormente se rastreó la zona norte del Estado (de 1,400 a 2,850 msnm). En el anexo de referencia del registro de las colectas se especifica en que municipios y localidades se colectaron los maíces nativos.

2. Colectas.

a) Grupo de trabajo.

Guerrero.- El grupo de trabajo que más participó en las colectas fue: Noel O. Gómez Montiel (INIFAP), Francisco Palemón Alberto (CP, estudiante doctorado), Juan Cañedo (INIFAP-retirado); otros participantes fueron : José Salgado de la Paz (Director Escuela de Agricultura, UAG), Cesáreo Catalán Everástico (Botánico, UAG), Pablo Murillo Navarrete (INIFAP-retirado), Julio Arriaga Ramírez (Director CBETA 177), Rafael Reza Alemán (INIFAP, retirado) Primo Alberto Vicente (Técnico de INIFAP), Saturnino Espíndola Vicente (Técnico, INIFAP), Octavio Heredia Corraltitlán (Estudiante maestría UAG), Aristeo Aguilar Jaimes (CBETA 96). El grupo de trabajo de apoyo en hacer la clasificación racial fueron: Rafael Ortega Pacska (UACH), Fernando Castillo González (CP, Montecillo) y Juan Manuel Hernández Casillas (INIFAP).

Chiapas.- El equipo de trabajo para realizar las colectas de variedades criollas de maíz en todo el estado estuvo formado por: Dr. Bulmaro Coutiño Estrada, M. C. Grisel Sánchez Grajales, Dr. Francisco Cruz Chávez, Investigadores del Inifap, y por Dr. Carlos Ernesto Aguilar Jiménez, y Carolina Cruz Vázquez, Nayber Emmanuel Sánchez Hernández y Manuel Gómez González, profesor y estudiantes de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas. Francisco Cruz Chávez colectó en la zona de la Meseta Comiteca y la zona Zoque, Carlos Ernesto Aguilar Jiménez en la zona de Palenque y el resto del grupo en todas las regiones del estado.

Los tres estudiantes de la Universidad Autónoma de Chiapas realizaron su tesis profesional con información generada del proyecto y se espera que en diciembre del presente año presenten su examen profesional.

Morelos.- El trabajo de gabinete se inició en la segunda quincena de Diciembre de 2008, y el trabajo de campo se inició a partir del primer día de Enero de 2009. Las localidades visitadas para realizar las colectas de maíces criollos fueron aquellas ubicadas en la zona sur-poniente (< 1100 msnm), continuando en la zona sur-centro y sur-oriente del Estado (de 750 a 1,400 msnm). Posteriormente se rastreó la zona norte del Estado (de 1,400 a 2,850 msnm). En el anexo de referencia del registro de las colectas se especifica en que municipios y localidades se colectaron los maíces nativos.

b) Cuadro de relación de colectas (Se anexa).

3. Caracterización de las colectas.

a) Hojas de Pasaporte.

Guerrero.- De la primera etapa de colecta ya se entregaron las hojas pasaporte a CONABIO y ya están capturadas en el programa BIOTICA y los datos más importantes se tomaron. De la segunda etapa ya se hizo la caracterización y también ya están hechas las hojas pasaporte, las cuales están validándose con las fotografías. Aún están pasando las caracterizaciones de mazorca.

Chiapas.- Hasta octubre, se han capturado 477 hojas pasaporte en Excel de las 705 colectas realizadas y ya se enviaron 277 en archivo digital a la Conabio. Las 200 restantes se envían en anexo al presente informe.

Morelos.- Debido al periodo en que se inició la operatividad del Proyecto, todas las colectas se realizaron en el domicilio del productor. Se registraron los datos correspondientes en una hoja pasaporte por cada colecta las cuales se enviaron a la coordinación nacional del Proyecto para su captura en el Sistema.

b) Datos cualitativos de mazorca y grano.

Guerrero.- Las 537 colectas obtenidas de la primera etapa, ya todas se terminaron de caracterizar y la información se envió a CONABIO, sólo 10 colectas no se caracterizaron porque se colectaron en grano. De la segunda etapa se colectaron otras 178 muestras las cuales ya están caracterizadas en mazorca y grano, pero aún falta pasar la información a las hojas pasaporte, que también ya están listas y están validándose. En un anexo se envían lo mismo que las fotografías.

Chiapas.- Las 705 colectas realizadas ya se caracterizaron en mazorca y grano, pero hace falta capturar la información para enviarla a la CONABIO, pues se cuenta con 705 hojas con datos individuales de las 10 mazorcas medidas.

Morelos.- Todas las colectas obtenidas fueron caracterizadas en mazorca y grano y esta información se envió a la coordinación nacional del Proyecto para su captura en el Sistema.

4. Identificación racial.

Guerrero.- Ya se hizo la clasificación racial en donde participaron por separado el Dr. Rafael Ortega Pacska y el Dr. Juan Manuel Hernández Casillas; se tuvieron dudas al clasificar algunas colectas por lo que se observarán en planta para determinar con mayor confianza su ubicación racial. Tentativamente se identificaron las razas: Ancho, Bolita, Celaya, Chalqueño, Conejo, Cónico, elotes cónicos, elotes Occidentales, Olotillo, Pepitilla, Ratón, Reventador, Tabloncillo, Tepecintle, Tuxpeño, Tuxpeño norteño, Vandeño, Zapalote grande, Mushito; además introgresión sobre estas razas, principalmente influyen Pepitilla, Ancho, Olotillo, Vandeño, Tepecintle.

Por otra parte, considerando las dos etapas de colecta, en el Trópico se colectó el 31.0 %, en la región semicálida el 52.5 % y 16.5 % en lugares mayores a 1850 m de altitud. Respecto al color se colectó el 60.2 de maíces blancos, 13.2 % de amarillos, 12.3 % rojos en diferentes tonalidades y 14.3 % de negros en diferentes tonalidades. Dentro de los maíces de color se identificaron las razas Pepitilla, Ancho, Mushito, Chalqueño, Conejo, Olotillo, Reventador, Tepecintle, Bolita, Elotes Occidentales, Elotes cónicos.

Chiapas.- Las muestras de mazorcas se identificaron racialmente por Bulmaro Coutiño, en el campo de colecta y por Juan Manuel Hernández Casillas a la entrega en el Banco de Germoplasma y en las 700 colectas se encontraron 18 razas diferentes de maíz (Cuadro 2), 384 variedades criollas fueron colectadas en lugares de clima cálido, 170 en zonas intermedias de clima semicálido y 146 en regiones de clima templado.

En las áreas de clima cálido, de 48 a 958 m de altitud, se encontraron 15 razas cultivadas, sobresaliendo las razas Tuxpeño y Vandeño con 140 y 93 muestras, respectivamente. Le siguieron en importancia Comiteco (35), Olotillo (32), Zapalote Grande (24) y Tepecintle (22), y en menor número se encontraron las razas Zapalote Chico (8), Elotero de Sinaloa (7), Dzit-bacal (6), Chiquito y Cubano Amarillo (4), Nal-tel y Tabloncillo (3), Olotón (2) y Tehua (1).

En las regiones intermedias de clima semicálido, de 1024 a 1775 m de altitud, se localizaron 11 razas, siendo la más frecuente la raza Comiteco (101) y en menor importancia: Tehua (20), Tuxpeño (15), Vandeño (13), Chiquito, Cubano Amarillo (3), Olotillo (2) y Zapalote Grande (2).

En las zonas de clima templado, de 1814 a 2989 m de altitud, se hallaron 9 razas, resaltando la raza Olotón (65), seguida de las razas Complejo Cónico (34) y Comiteco (22) y entre las menos frecuentes: Tehua (14), Cubano Amarillo, Tuxpeño (4), Motozinteco, Mountain Yellow y Vandeño (1).

Cuadro 1. Colectas y razas cultivadas por regiones agroclimáticas de Chiapas.

No.	Raza	Región (m)		
		Cálido 0-1000	Semicálido 1001-1800	Templado 1801-3000
1	Chiquito	4	4	0
2	Comiteco	35	101	22
3	Complejo Cónico	0	0	34
4	Cubano Amarillo	4	4	4
5	Dzit-bacal	6	0	0
6	Elotero de Sinaloa	7	3	0
7	Motozinteco	0	0	1
8	Mountain yellow	0	0	1
9	Nal-tel	3	0	0
10	Olotillo	32	2	0
11	Olotón	2	4	65
12	Tabloncillo	3	0	0
13	Tehua	1	20	14
14	Tepecintle	22	2	0
15	Tuxpeño	140	15	4
16	Vandeño	93	13	1
17	Zapalote Chico	8	0	0
18	Zapalote Grande	24	2	0
	Suma	384	170	146

En las 705 variedades criollas colectadas se encontró una variación en el color de grano de siete colores, sobresaliendo las variedades de grano blanco (51 %) y las de grano amarillo (34.5 %), y los colores menos abundantes fueron morado (0.38 %), rojo (0.37 %), negro (0.35 %), pinto (0.02 %) y crema (0.01 %).

Dentro de las variedades de grano blanco sobresalió la raza Tuxpeño (106), y dentro de las de grano amarillo fue la raza Comiteco (104), mientras que las de grano rojo fueron Tehua, Tuxpeño y Vandeño (5); de las de grano negro sobresalieron la raza Olotón (12); de grano pinto la raza Complejo Cónico (8), la raza Elotero de Sinaloa de grano morado (8) y Comiteco de grano color crema (4).

Existen en Chiapas diez Distritos de Desarrollo Rural y solo en el Distrito de Pichucalco no se realizó el muestreo. En el distrito de Tuxtla Gutiérrez se colectaron 183 variedades criollas, siendo Tuxpeño la raza más abundante también en los distritos de Selva Lacandona, Tapachula, Tonalá y Villaflores. El segundo Distrito en donde se obtuvieron más muestras fueron: Villaflores (119), Comitán (112), San Cristóbal de las Casas (104), y menos abundantes en Motozintla (64), Palenque (55), Selva Lacandona (35), Tapachula (21) y Tonalá (7),

Morelos.- En la clasificación racial de los maíces nativos participaron el Dr. Juan Manuel Hernández Casillas y el Dr. Noel O. Gómez Montiel Montiel, investigadores del INIFAP-Campo Experimental “Valle de México” e INIFAP-Campo Experimental “Iguala”, respectivamente. Las razas identificadas fueron: Ancho, Elotes occidentales, Vandeño, Pepitilla, Elotes cónicos, Tuxpeño, Cónico, Chalqueño, Olotillo, Arrocillo, Bolita, Cacahuacintle, Ratón y Palomero toluqueño.

5. Base de Datos

(Guerrero). Incorporación de la información al Sistema Biótica 5.0.- Se enviará a la CONABIO todas las hojas pasaporte y lo que se ha capturado en Excel.

(Chiapas) Incorporación de la información al Sistema Biótica 5.0.- Se enviará a la CONABIO todas las hojas pasaporte y lo que se ha capturado en Excel.

(Morelos). Incorporación de la información al Sistema Biótica 5.0. Se enviará a la CONABIO todas las hojas pasaporte y lo que se ha capturado en Excel.

6. Conservación *ex situ*

(Guerrero). Todas las colectas se trataron con Kaobiol antes de desgranarse, ya fueron entregadas al Banco de Germoplasma del INIFAP, 537y faltan de entregar 178.

(Chiapas). Todas las colectas se trataron con Kaobiol antes de desgranarse. Una muestra de 12 mazorcas se trasladó al banco de germoplasma de maíz del INIFAP, en el Campo Experimental Valle de México, en Chapingo, México. El primer viaje se realizó el 4 de junio del 2009 y se llevaron 213 colectas, en el segundo, del 12 de octubre del mismo año, se transportaron 46 variedades y en el tercero, del 29 de marzo del 2010, se transportaron 267 variedades, haciendo un total de 526 colectas en mazorcas, debido a que las demás fueron colectadas en grano o con menos de 12 mazorcas.

(Morelos). Todas las colectas se trataron con Kaobiol antes de desgranarse, ya fueron entregadas al Banco de Germoplasma del INIFAP, fueron 385.

INDICADORES DE PROGRESO CUANTIFICADOS (Guerrero).

	Actividad	Programado	Efectuado	Desviación
1	Identificación y selección de sitios de colecta	50	41* (246**)	- 18 %
2	Colectas de Maíz	715	537	+ 7.4 %
3	Caracterización de mazorca y grano	715	715	+ 43 %
4	Identificación racial	715	537	+ 7.4 %
5	Elaboración de Base de Datos y Mapas en el Sistema Biótica	500	537	en proceso
6	Conservación <i>ex situ</i> .	500	537	+ 7.4%
7	Informe final y avance de la base de datos		Octubre	0.0

*Municipios

** Comunidades

INDICADORES DE PROGRESO CUANTIFICADOS (Chiapas).

	Actividad	Programado	Efectuado	Desviación
1	Identificación y selección de sitios de colecta	50	52* (232**)	+ 4 %
2	Colectas de Maíz	700	705	+ 0.07 %
3	Caracterización de mazorca y grano	700	705	+ 0.07 %
4	Identificación racial	700	705	+ 0.07 %
5	Elaboración de Base de Datos y Mapas en el Sistema Biótica	700	477	228 faltan
6	Conservación <i>ex situ</i> .	700	526	%
7	Informe final y avance de la base de datos	Junio	Octubre	0.0

*Municipios

** Comunidades

INDICADORES DE PROGRESO CUANTIFICADOS (Morelos).

	Actividad	Programado	Efectuado	Desviación
1.	Identificación y selección de sitios de colecta	20	33	0.0
2.	Colectas de Maíz	300	385	+ 28.3%
3.	Caracterización de mazorca y grano	300	385	+ 28.3%
4.	Identificación racial	300	385	+ 28.3%
5.	Elaboración de Base de Datos y Mapas en el Sistema Biótica	300	385	- 100%
6.	Conservación <i>ex situ</i> .	300	385	+ 28.3%
7.	Informe de Avance Cuatrimestral y avance de la base de datos	Junio	Junio	0.0

*Municipios

** Comunidades

Colectas de *Tripsacum* y *Teocintle*.- Estos parientes silvestres del maíz solo se identificaron y georreferenciaron en el estado de Guerrero; sin embargo, en la próxima colecta 2009-2010 se hará también en los estados de Chiapas y Morelos. Como ya se informo en el 1er cuatrimestre se localizaron 11 nuevas poblaciones de teocintle y se completaron las 50 poblaciones de *tripsacum* comprometidas en el proyecto. Finalmente se lograron conjuntar 60 muestras de *tripsacum* en Guerrero y 30 en Chiapas, no se tuvo ninguna información en Morelos.

III. CONCLUSIONES

- De 1500 colectas de maíz comprometidas y de 50 de *Tripsacum*, se hicieron 1805 y 90 se georreferenciaron, respectivamente; además se georreferenciaron 11 nuevas poblaciones de *Teocintle*.
- Se identificaron 33 razas de maíz en los tres estados Pacífico Sur involucrado, Guerrero, Morelos y Chiapas, además se identificaron varias colectas con introgresión de una raza a otra.
- Las razas más frecuentes fueron: Tuxpeño, Vandeño, Tepecintle, Olotillo, Pepitilla, Ancho y Comiteco, específicamente en Chiapas; las colectas más difíciles de localizar fueron: Conejo, Naltel, Motozinteco, Tabloncillo, Chiquito, Zapalote chico, Mountain Yellow, Celaya, Ratón, Bolita, Cacahuacintle y Palomero toluqueño.
- De acuerdo al color las colectas, las frecuentes fueron las blancas (50-60 %) y de igual importancia las de color amarillo, azul y rojo (10-15 %) en Morelos y Guerrero; pero en Chiapas, las de color amarillo fueron más frecuentes con un 34.5 % y en muy bajo porcentaje se localizaron las rojas y azules.
- En Guerrero y Morelos se colectaron más muestras en la región semicálida y en Chiapas en la parte cálida; en la región templada o fría se colectaron del 15 al 20 % en promedio en los tres estados.
- La colecta se realizó en 126 municipios y en más de 500 comunidades.

- En los tres estados no se terminó de coleccionar, estimándose que aún pueden obtenerse al menos 500 muestras de maíz más, unas 5 poblaciones de Teocintle y otras 50 de Tripsacum.
- Aún falta terminar de entregar físicamente colectas al banco de germoplasma del INIFAP, enviar hojas pasaporte y fotografías a CONABIO y validar las fotografías con las hojas pasaporte.