



# Conservación y aprovechamiento sostenible de especies vegetales tradicionales de México



# Conservación y aprovechamiento sostenible de especies vegetales tradicionales de México

## CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE ESPECIES VEGETALES TRADICIONALES DE MÉXICO

### Autores-Compiladores

Gustavo Solís Aguilar  
Luz María Mera Ovando  
Delia Castro Lara  
Luis Leonardo Pinzón López  
Roberto Noguez Hernández  
Elisabeth Casanova García  
Angelia Rosalia Méndez Valverde

### Coordinación técnica

Rosalinda González Santos  
Juan Guillermo Cruz Castillo

### Revisión

Oscar Gámez Montiel  
Rosalinda González Santos

### Fotografía

Ana María Sánchez Maldonado  
Investigadores participantes

### Mapas

Ernesto Ríos Santos

### Diseño

G. Antonio Luna Avila

ISBN: 978-607-7668-99-2  
Primera edición: Marzo 2017

### Forma correcta de citar

Solís A. G., L. M. Mera O., D. Castro L., L. L. Pinzón L., R. Noguez H., E. Casanova G. & A. R. Méndez V. 2017. Conservación y aprovechamiento sostenible de especies vegetales tradicionales de México. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Universidad Autónoma Chapingo. México. 108 p.

### Impreso en México

DR © 2017 Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas y Universidad Autónoma Chapingo.  
Guillermo Pérez Valenzuela, Núm. 127, Col. Del Carmen, Delegación Coyoacán, C.P. 04100, Ciudad de México.  
[www.gob.mx/snics](http://www.gob.mx/snics)  
[chapingo.mx/web/](http://chapingo.mx/web/)

La presente publicación fue financiada con recursos públicos y es resultado de la participación interinstitucional de:

CONACYT: Financiamiento del diseño e impresión a través del proyecto número 271683 de la convocatoria 2016 para la formación y continuidad de redes temáticas; modalidad tipo A.

UACH: Responsable técnico y financiero del proyecto 271683 «Red Temática Mexicana de Recursos Fitogenéticos (REMEFI)».

SAGARPA: Financiamiento para la realización de las actividades en materia de conservación *in situ* y *ex situ*, utilización sostenible y creación de una capacidad interinstitucional y humana sostenible.

SNICS: Coordinación interinstitucional e interdisciplinaria en la realización de actividades de conservación y aprovechamiento sostenible de recursos fitogenéticos, financiados por SAGARPA.

Universidades, centros de investigación, organizaciones civiles, asociaciones de productores e investigadores que realizaron las actividades.



# PRESENTACIÓN

La Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) atiende a nivel nacional 44 cultivos de los que México es centro de origen, diversificación o domesticación, a través de un esquema llamado Redes por cultivo y agrupadas en Macro Redes, así como una Red temática de Centros de Conservación; una de estas Macro Redes es la que integra los cultivos de achiote, quelites, romerito, verdolaga y yuca, considerados «de impulso» y que son parte de la biodiversidad agrícola, de importancia local y regional para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible, los cuales reportan un alto potencial para su producción y comercialización; representando un ingreso económico para pequeños y medianos productores, ya que muchos de estos forman parte de la subsistencia de grupos étnicos y grupos vulnerables del país.

En ocho años de trabajo las actividades han sido enfocadas en conservación, mejoramiento participativo y aprovechamiento sostenible de estos cultivos; generando con ello información suficiente para incidir en la sociedad y en la consolidación de una política pública que se oriente al aprovechamiento sostenible de estos recursos fitogenéticos.

**Dr. Manuel R. Villa Issa**  
Director General del SNICS



# INSTANCIAS PARTICIPANTES

CICY	Centro de Investigación Científica de Yucatán
CP	Colegio de Postgraduados
EMC	Escuela Mexicana de Cocina
IT de Conkal	Instituto Tecnológico de Conkal
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
INCMNSZ	Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán
SP-Hortalizas	Sistema Producto Hortalizas del Distrito Federal
UACh	Universidad Autónoma Chapingo
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana
UNICACH	Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
UPCH	Universidad Popular de la Chontalpa
UNACH	Universidad Autónoma de Chiapas
	Secretaría de Educación de Chiapas

## Siglas y acrónimos

CC-SO	Centro de Conservación de Semillas Ortodoxas
CC-SR	Centro de Conservación de Semillas Recalcitrantes
CNVV	Catálogo Nacional de Variedades Vegetales
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
RFAA	Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SNICS	Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas
TIRFAA	Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura
UPOV	Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales

# CONTENIDO

1	Introducción
2	Antecedentes de la Macro Red Impulso
5	Análisis de resultados conforme al Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO
<b>7</b>	<b>CONSERVACIÓN Y MANEJO <i>IN SITU</i></b>
9	Línea 1. Estudio e inventario de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura
15	Línea 2. Apoyo al manejo y mejoramiento en los sistemas tradicionales de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura
19	Línea 4. Promoción de la conservación y manejo <i>in situ</i> de las especies silvestres afines de las cultivadas y las plantas silvestres comestibles
<b>21</b>	<b>CONSERVACIÓN <i>EX SITU</i></b>
23	Línea 5. Apoyo a la recolección selectiva de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura
27	Línea 6. Mantenimiento y ampliación de la conservación <i>ex situ</i> de germoplasma
35	Línea 7. Regeneración y multiplicación de las muestras <i>ex situ</i>
<b>39</b>	<b>UTILIZACIÓN SOSTENIBLE</b>
41	Línea 8. Incremento de la caracterización y evaluación y mayor desarrollo de subconjuntos específicos de colecciones para facilitar el uso
49	Línea 10. Promoción de la diversificación de la producción y aumento de la diversidad de los cultivos para una agricultura sostenible
53	Línea 11. Promoción del desarrollo y comercialización de todas las variedades, principalmente las variedades de los agricultores/variedades nativas y las especies infrutilizadas
59	Línea 12. Apoyo a la producción y distribución de semillas
<b>61</b>	<b>CREACIÓN DE UNA CAPACIDAD INSTITUCIONAL Y HUMANA SOSTENIBLE</b>
63	Línea 14. Promoción y fortalecimiento de redes sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura
67	Línea 17. Creación y fortalecimiento de capacidad en materia de recursos humanos
71	Línea 18. Fomento y fortalecimiento de la sensibilización de la opinión pública sobre la importancia de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura
75	Anexo I. Integrantes de la Macro Red Impulso en el periodo 2008 - 2015
83	Anexo II. Mapas con los puntos de colecta de los cultivos en atención por la Macro Red Impulso
84	A) Puntos de colecta de la Red Achioté
85	B) Puntos de la colecta de la Red Quelites
86	C) Puntos de colecta de la Red Romerito
87	D) Puntos de colecta de la Red Verdolaga
88	E) Punto de colecta de la Red Yuca
89	Anexo III. Publicaciones generadas
93	Literatura consultada



## ÍNDICE DE CUADROS

- 3 Cuadro 1. Número de actividades por área estratégica y línea de acción realizadas por la Macro Red Impulso, de acuerdo al Segundo Plan de Acción Mundial de la FAO.
- 10 Cuadro 2. Lista de especies prioritarias por Red.
- 12 Cuadro 3. Género y número de especies utilizadas como quelites en México.
- 25 Cuadro 4. Número de colectas y comparativo entre porcentajes de diversidad entre especies recolectadas y prioritarias.
- 36 Cuadro 5. Análisis de germinación y viabilidad de las accesiones en resguardo en los Centros de Conservación de Semillas Ortodoxas.
- 42 Cuadro 6. Resultados obtenidos de la caracterización bioquímica del copalquelite, alache y chepil.
- 43 Cuadro 7. Variedades de romerito que se encuentran en proceso de registro ante el CNVV del SNICS.
- 45 Cuadro 8. Variedades de verdolaga registradas ante el CNVV del SNICS.
- 45 Cuadro 9. Resultados obtenidos de la caracterización bioquímica de cinco morfotipos de verdolaga.
- 46 Cuadro 10. Datos obtenidos de la caracterización molecular en tres morfotipos de verdolaga.
- 54 Cuadro 11. Cultivos y temas cubiertos por cada Red, para fomentar la producción y comercialización de variedades locales.
- 64 Cuadro 12. Número de integrantes e instancias participantes en la Macro Red Impulso.
- 68 Cuadro 13. Tesis realizadas como resultado de las actividades de la Macro Red Impulso.
- 69 Cuadro 14. Talleres y ponencias realizadas por la Macro Red Impulso.
- 72 Cuadro 15. Publicaciones generadas con financiamiento SNICS.
- 73 Cuadro 16. Exposiciones, entrevistas en radio y televisión, donde ha participado la Macro Red Impulso.



## ÍNDICE DE FIGURAS

- 2 Figura 1. Distribución presupuestal de la Macro Red Impulso por Red y área estratégica durante el periodo 2008-2015. En cada barra se muestra el presupuesto asignado en MDP.
- 4 Figura 2. Ubicación de las instancias que integran la Macro Red Impulso a nivel nacional.
- 11 Figura 3. Exploración en campo del inventario de quelites en México.
- 16 Figura 4. A) Entrega de semillas de achiote de materiales indehiscentes y de cuatro valvas, B) Materiales de verdolaga con mayor follaje.
- 28 Figura 5. Resguardo de las 588 accesiones recolectadas por la Macro Red Impulso por Centro de Conservación. Dentro de los barras se muestra el número de accesiones por cultivo.
- 30 Figura 6. Recolecciones realizadas por la Macro Red Impulso proyectadas en las provincias biogeográficas de México.
- 32 Figura 7. Zonas de mayor riqueza de especies georreferenciadas por la Macro Red Impulso.
- 42 Figura 8. Materiales de achiote (*B. orellana*) con porcentajes altos de bixina y carotenoides.
- 43 Figura 9. (A) Copalquelite (Fam. Euphorbiaceae) y (B) alache (*Anoda cristata*), quelites con concentraciones de Ca, K y vitamina C cercanos al 40% de la ingesta diaria recomendada.
- 44 Figura 10. Resultados obtenidos de la descripción anatómica de la semilla y testa de la verdolaga.
- 50 Figura 11. Paquete para la producción hidropónica de verdolaga.
- 54 Figura 12. Gomitas elaboradas con verdolaga, como diversificación del uso de la especie.
- 55 Figura 13. Diversidad de platillos elaborados con los cultivos en atención. A) Gajos de yuca frita, B) Sopa de yuca con camarones, C) Nieve de romerito y D) Ceviche de romerito.
- 56 Figura 14. Recetarios de las Redes A) Verdolaga, B) Yuca, C) Quelites y D) Romerito.
- 73 Figura 15. Poster de las Redes Quelites y Verdolaga con información sobre las especies, platillos y bebidas.



# Introducción

El Convenio sobre de la Diversidad Biológica (CDB) y el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (TIRFAA) tienen como objetivo común la conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica y de los recursos fitogenéticos, así como la distribución justa y equitativa derivada de su uso a través del Protocolo de Nagoya (CDB, 1998; TIRFAA, 2009; Navarrete, 2008; Núñez, 2010; Jiménez, 2011).

Para atender estos objetivos, la Macro Red Impulso trabaja en la conservación y el aprovechamiento sostenible de los cultivos de achote (*Bixa orellana* L.), quelites (se reportan más de 250 especies)<sup>(3)</sup>, romerito (*Suaeda edulis* Flores Olv. & Noguez), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) y yuca (*Manihot esculenta* Crantz); los cuales corresponden a especies denominadas por la FAO como «subutilizadas», es decir, especies de la biodiversidad agrícola que son de importancia local y regional para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible (TIRFAA, 2009; FAO, 2013).

En México, muchas de estas especies se encuentran insertas tradicionalmente en diferentes agroecosistemas, en ellos se pueden encontrar de forma cultivada o silvestre; y su diversidad florística está estrechamente ligada a las condiciones sociales, económicas y ecológicas del lugar donde se encuentran (Martínez *et al.*, 2007).

La presente publicación contiene los resultados obtenidos por la Macro Red Impulso en conservación y manejo *in situ*, *ex situ*, utilización sostenible y creación de una capacidad institucional y humana sostenible, acorde al Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO, los cuales permitirán determinar las actividades prioritarias para cada uno de los cultivos en atención a corto, mediano y largo plazo, que aseguren su conservación y aprovechamiento sostenible.

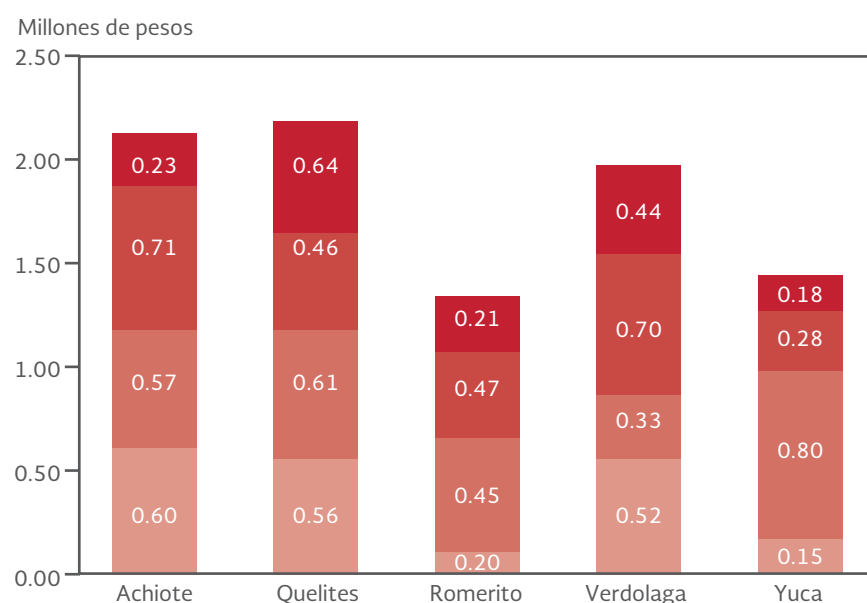
Planta de romerito (*Suaeda edulis* Flores Olv. & Noguez)

## Antecedentes de la Macro Red Impulso

La Macro Red fue creada en el año 2008 y actualmente está conformada por las Redes Achioté, Quelites, Romerito, Verdolaga y Yuca; sin embargo, desde el 2002 se iniciaron algunas actividades en la Red Misceláneos, donde se incluían algunas especies subutilizadas. Durante el periodo 2008 - 2015 se ejerció un presupuesto de \$ 9, 134,100.00 M.N. distribuidos en cuatro áreas estratégicas de acuerdo al Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO (FAO, 2012); de este presupuesto, el 30.2% ha sido destinado para la conservación *ex situ*, el 28.6% para la utilización sostenible, el 22.7% para la conservación y manejo *in situ*; y el 18.5% para la creación de una capacidad institucional y humana sostenible. Las Redes Quelites y Achioté son las que han ejercido mayor presupuesto con más de 2 MDP

cada una. En la Figura 1, se presentan los datos estadísticos por área estratégica y por Red.

De acuerdo al Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, las actividades realizadas se clasifican en cuatro áreas estratégicas y 18 líneas de acción. En el cuadro 1 se presenta la distribución de las 144 actividades realizadas por la Macro Red Impulso, 33% de ellas se han realizado en el área estratégica utilización sostenible, 29% en la creación de una capacidad institucional y humana sostenible, 20% en conservación *ex situ*; y el 18% en conservación y manejo *in situ*. Las Redes Verdolaga y Quelites tienen el mayor número de actividades con 36 y 33 respectivamente.



**Figura 1.** Distribución presupuestal de la Macro Red Impulso por Red y área estratégica durante el periodo 2008-2015. En cada barra se muestra el presupuesto asignado en millones de pesos.

- Conservación y manejo *in situ*
- Conservación *ex situ*
- Utilización sostenible
- Creación de una capacidad institucional y humana sostenible

Actualmente, en la Macro Red Impulso participan 14 instancias a nivel nacional, más de 50 investigadores y 48 productores de los estados de Morelos, Chiapas, Guerrero, Yucatán, Tabasco, Veracruz, Puebla, Chihuahua, Oaxaca, Durango y la Ciudad de México (Figura 2, Anexo I).

**Cuadro 1.** Número de actividades por área estratégica y línea de acción realizadas por la Macro Red Impulso, de acuerdo al Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO.

Área estratégica	Conservación y manejo <i>in situ</i>				Conservación <i>ex situ</i>			Utilización sostenible				Creación de una capacidad institucional y humana sostenible					Total por Red		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		17	18
Achioté	2	6	-	-	3	3	1	9	-	-	1	-	-	5	-	-	-	1	31
Quelites	6	-	-	-	5	-	1	5	-	-	3	-	-	5	-	-	2	7	34
Romerito	2	3	-	1	4	-	-	4	-	-	-	1	-	4	-	-	-	-	19
Verdolaga	3	-	-	-	5	-	-	12	-	1	4	-	-	5	-	-	3	4	37
Yuca	1	2	-	-	5	3	-	6	-	-	2	-	-	4	-	-	-	-	23
<b>Total por línea</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>144</b>
<b>Total por área</b>	<b>26 (18%)</b>				<b>28 (20%)</b>			<b>47 (33%)</b>				<b>40 (29%)</b>							

1) Estudio e inventario de los RFAA. 2) Apoyo al manejo y mejoramiento en fincas de los RFAA. 3) Asistencia a los agricultores en caso de catástrofe para restablecer los sistemas de cultivos. 4) Promoción de la conservación y manejo *in situ* de las especies silvestres afines de las cultivadas y las plantas silvestres comestibles. 5) Apoyo a la recolección selectiva de RFAA. 6) Mantenimiento y ampliación de la conservación *ex situ* de germoplasma. 7) Regeneración y multiplicación de las muestras *in situ*. 8) Incremento de la caracterización y evaluación y mayor desarrollo de subconjuntos específicos de colecciones para facilitar el uso. 9) Apoyo al fitomejoramiento, la potenciación genética y las actividades de ampliación de la base. 10) Promoción de la diversificación de la producción y aumento de la diversidad de los cultivos para una agricultura sostenible. 11) Promoción del desarrollo y comercialización de todas las variedades, principalmente las variedades de los agricultores/variedades nativas y las especies infrautilizadas. 12) Apoyo a la producción y distribución de semillas. 13) Creación y fortalecimiento de programas nacionales. 14) Promoción y fortalecimiento de redes sobre los RFAA. 15) Creación y fortalecimiento de sistemas amplios de información sobre los RFAA. 16) Elaboración y fortalecimiento de sistemas de vigilancia de la diversidad genética y reducción al mínimo de la erosión de los RFAA. 17) Creación y fortalecimiento de capacidad en materia de recursos humanos. 18) Fomento y fortalecimiento de la sensibilización de la opinión pública sobre la importancia de los RFAA.



Figura 2. Ubicación de las instancias que integran la Macro Red Impulso a nivel nacional.

## Análisis de resultados conforme al Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO

A continuación se presentan los principales resultados alcanzados en cada uno de los cultivos atendidos en la Macro Red Impulso por área estratégica y línea de acción\*.



Mujer de origen tarahumara describiendo el uso de los quelites.

\* En el presente apartado (Análisis de resultados), el número del superíndice corresponde a la numeración del Anexo III. Publicaciones generadas, con la cita completa, en la cual se pueden consultar mayor información del resultado correspondiente.





Capsulas de achiote.



Conservación  
y manejo *in situ*

Conservación y manejo *in situ*

# Línea 1

Estudio e inventario de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura



Inventario de quelites en la Sierra Tarahumara.

## Inventario de especies reportadas en México

Para conocer la diversidad de especies, su distribución y evaluación, se realizaron cinco diagnósticos que corresponden a las Redes Achioté <sup>(12)</sup>, Quelites <sup>(2)</sup>, Romerito <sup>(1)</sup>, Verdolaga <sup>(5)</sup> y Yuca <sup>(6)</sup>, en los cuales se describió el estado del arte de los géneros y especies en atención, a partir de dichos documentos las Redes identificaron las especies prioritarias para su conservación y aprovechamiento sostenible. En la Red Achioté se contempla la única especie

reportada en México; en la Red Quelites se reportan 250 especies, de las que se identificaron 29 como prioritarias; en las Redes Romerito y Verdolaga se reportaron 12 y 14 especies respectivamente <sup>(10, 24, 27)</sup>, de las cuales se identificaron cuatro como prioritarias en cada una; y en el caso de yuca, aunque se reportan 27 especies en el país, solo una es prioritaria para la Red, lo anterior con base en criterios como la amenaza de erosión genética, diversidad de especies y uso de las mismas (Cuadro 2) <sup>(6)</sup>.

Cuadro 2. Lista de especies prioritarias por Red.

Red/ Género	Especies en atención
Achioté ( <i>Bixa</i> )	<i>Bixa orellana</i> L.
Quelites (varios géneros)	<i>Amaranthus</i> spp., <i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L. f., <i>Xanthosoma</i> spp., <i>Bidens</i> spp., <i>Cosmos parviflorus</i> (Jacq.) Pers., <i>Galinsoga parviflora</i> Cav., <i>Porophyllum</i> spp., <i>Tagetes erecta</i> L., <i>Begonia</i> spp., <i>Brassica</i> spp., <i>Lepidium</i> spp., <i>Chenopodium</i> spp., <i>Tinantia erecta</i> (Jacq.) Fenzl, <i>Ipomoea</i> spp., <i>Stellaria ovata</i> Willd. ex Schtdl., <i>Cyclanthera</i> spp., <i>Cnidioscolus chayamansa</i> McVaugh, <i>Crotalaria</i> spp., <i>Arthrostemum ciliatum</i> Ruiz & Pav., <i>Anoda cristata</i> L. Schtdl., <i>Malva parviflora</i> L., <i>Oxalis</i> spp., <i>Phytolacca</i> spp., <i>Peperomia</i> spp., <i>Rumex</i> spp., <i>Calandrinia micrantha</i> Schtdl., <i>Jaltomata procumbens</i> (Cav.) J.L. Gentry, <i>Solanum</i> spp. y <i>Urtica dioica</i> L.
Romerito ( <i>Suaeda</i> )	<i>Suaeda edulis</i> Flores Oliv. & Noguez, <i>S. torreyana</i> S. Watson, <i>S. nigra</i> J. F. Macbr., <i>S. mexicana</i> (Standl) Standl y <i>S. linearis</i> (Elliott) Moq.
Verdolaga ( <i>Portulaca</i> )	<i>Portulaca oleracea</i> L., <i>P. retusa</i> Engelm, <i>P. cornuta</i> y <i>P. rubricaulis</i> Kunth
Yuca ( <i>Manihot</i> )	<i>Manihot esculenta</i> Crantz

## Estudios etnobotánicos

Para entender la relación hombre-planta en un contexto histórico y cultural, las Redes Quelites y Verdolaga realizaron estudios etnobotánicos, los cuales se llevaron a cabo en la Sierra Tarahumara (municipios de Bocoyna y Guachochi, Chihuahua) para el caso de quelites y en la Sierra Madre del Sur (municipios de Alpuyecá, Copanatoyac, Malinaltepec y Olinalá en Guerrero) para verdolaga; estos estudios se llevaron a cabo con el objetivo de identificar las especies utilizadas para la alimentación y la agricultura en ambas zonas; así como identificar la diversidad de usos, diferenciar especies y establecer riesgos de erosión genética o posibles amenazas para los cultivos <sup>(4, 25)</sup>.

A nivel nacional la Red Quelites identificó y describió 250 especies utilizadas como quelites, las cuales se encuentran agrupadas en 117 géneros y 46 familias (Cuadro 3) bajo diferentes grados de manejo y utilizados por más de 14 grupos étnicos. Para la generación de esta lista se realizaron diversas exploraciones de campo (Figura 3), se dividió al país en las regiones norte, centro y sur-sureste, y se visitaron 12 estados; durante los recorridos, además de aplicar encuestas etnobotánicas se recolectó cerca del 50% de los materiales para su ingreso al Herbario Nacional de México (MEXU) del Instituto de Biología de la UNAM; de igual forma se identificaron los diversos usos dados en la gastronomía local (más de 100 platillos y 50 bebidas diferentes) y en la medicina tradicional como nutraceuticos <sup>(4)</sup>.

Por su parte, la Red Verdolaga identificó cinco morfotipos de la especie *Portulaca oleracea* L. dentro de lo que se manejaba como «complejo verdolaga», los productores las tenían muy bien identificadas como diferentes pero no existía un estudio que lo sustentara; se registró también el uso gastronómico con más de 20 platillos y cinco bebidas diferentes <sup>(12, 26)</sup>.



Figura 3. A) Ejemplares de especies utilizadas como quelites en la Sierra Tarahumara, B) Exploración en campo del inventario de quelites en México <sup>(4)</sup>.

Cuadro 3. Género y número de especies utilizadas como quelites en México.

Género	Núm. de especies	Género	Núm. de especies	Género	Núm. de especies
Acacia	3	Dalea	1	Ornithocarpa	1
Acalipha	1	Daucus	2	Ozmorhiza	1
Acanthocereus	1	Descurainia	1	Peperomia	8
Adelia	1	Diastatea	1	Persea	1
Allium	1	Drymaria	1	Phacelia	2
Amaranthus	10	Dryopelaton	1	Phaseolus	4
Anoda	1	Echinopepon	1	Phytolacca	4
Anredera	2	Eruca	1	Pilea	1
Arthrostema	1	Eryhrina	3	Piper	2
Asclepias	1	Euphorbia	1	Pisum	1
Begonia	18	Eysenhardtia	1	Polanisia	1
Berula	1	Fernaldia	2	Pölygonum	1
Beta	1	Fraxinus	1	Porophyllum	4
Bidens	3	Galinsoga	4	Portulaca	1
Boerhavia	2	Gliriciadia	1	Raphanus	2
Brassica	6	Hybanthus	1	Rorippa	3
Byttneria	1	Hydrocotyle	1	Rumex	6
Calandrinia	1	Hylocereus	1	Sabal	1
Calceolaria	1	Ipomea	8	Salpianthus	1
Capparis	2	Jacobinia	1	Sechium	1
Capsicum	2	Jaltomata	1	Senna	2
Cestrum	1	Lactuca	2	Sicyos	1
Chamaedorea	2	Lepidium	2	Simsia	1
Chamissoa	1	Leucaena	5	Sisymbrium	1
Chenopodium	5	Lilaea	1	Smilax	2
Cichorium	1	Lobelia	1	Solanum	6
Cinanchum	1	Lopezia	1	Sonchus	1
Cirsium	1	Lycianthes	1	Spinacia	1
Cleome	2	Malva	1	Stellaria	1
Clidemia	1	Manihot	3	Suaeda	1
Cnidoscolus	4	Matelea	2	Tagetes	1
Commelina	1	Medicago	2	Talinum	2
Comocladia	1	Melothria	1	Taraxacum	1
Coriandrón	1	Merremia	2	Tauschia	2
Cosmos	1	Mimosa	1	Tinantia	1
Crotalaria	8	Mimulus	1	Tridax	1
Croton	1	Monarda	1	Urtica	1
Cucurbita	5	Morus	2	Witheringia	2
Cyclanthera	3	Oenothera	9	Xanthosoma	4



Venta de quelites en mercados.



Cosecha de verdolaga.

Conservación y manejo *in situ*

## Línea 2

Apoyo al manejo y mejoramiento en los sistemas tradicionales de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura



El mejoramiento participativo se realizó con cinco productores de verdolaga en la Ciudad de México, Morelos y Puebla, ocho de romerito en la Ciudad de México y 15 de achiote en Yucatán; los cuales han incidido directamente en la elección de características deseables para el mercado en cada cultivo. En achiote se buscó materiales indehiscentes y con mayor contenido de bixina y norbixina para la industria alimentaria (Figura 4A) y se generó en el 2013 el «Protocolo de mejoramiento participativo

en achiote» donde se integraron los datos generales del cultivo, de los productores participantes y de las comunidades donde se realizaron dichas actividades, también se analizó y comparó estadísticamente algunos de los datos encontrados; en verdolaga se buscó materiales precoces con mayor grosor de las hojas (Figura 4B); mientras que en romerito se identificaron materiales con mayor follaje, succulencia, tolerancia a sales y mayor contenido proteico en base seca.



**Figura 4.** A) Entrega de semillas de achiote de materiales indehiscentes y de cuatro valvas, B) Materiales de verdolaga con mayor follaje.



Plantas de achiote en traspatio de productores (mejoramiento participativo).

Conservación y manejo *in situ*

## Línea 4

### Promoción de la conservación y manejo *in situ* de las especies silvestres afines de las cultivadas y las plantas silvestres comestibles

La Red Quelites identificó a los municipios de Bocoyna y Guachochi, Chihuahua, como una de las áreas de mayor diversidad de especies utilizadas como quelites a nivel nacional, con 42 especies en aprovechamiento de las 250 registradas para tal fin; el 40% de los quelites registrados son de las familias Asteraceae, Apiaceae, Amaranthaceae y Brassicaceae; dichas familias incluyen a los principales quelites utilizados en México por lo cual la diversidad taxonómica de los quelites tarahumaras es similar al patrón nacional <sup>(4)</sup>. Con base en lo anterior, se han diseñado talleres dirigidos a 30 líderes rarámuri, más de 150 productores, organizaciones civiles, instancias gubernamentales, promotoras de salud y amas de casa en Chihuahua para dar a conocer aspectos importantes de los quelites, sus beneficios, usos y manejo agrícola sostenible para su conservación y manejo *in situ*.

Nabo (*Brassica rapa* L.) una especie utilizada como quelite.



Colección de campo de la Red Yuca.



---

## Conservación *ex situ*

---



Conservación *ex situ*

## Línea 5

Apoyo a la recolección  
selectiva de recursos  
fitogenéticos para la  
alimentación y la agricultura



Semillas de achiote.

Del 2008 al 2013 se realizaron 588 recolecciones de 29 géneros y 23 especies, de ellas, 165 son cultivadas, 170 silvestres, 124 semidomesticadas, 20 toleradas y 109 no reportan el grado de manejo; éstas se encuentran resguardadas en los Centros de Conservación designados por el SNICS. Las Redes presentan un avance del 59% respecto a las especies que se identificaron como prioritarias; sin embargo, sólo se tiene el 8% de avances respecto al número total de especies que se reportan para México (Cuadro 4).

En el género *Bixa* se reporta una sola especie en el país, la cual se encuentra resguardada en los Centros de Conservación de Semillas Ortodoxas (CC-SO), el 69% son cultivadas y el resto silvestres; la Red Quelites ha realizado 185 recolecciones de 16 especies (que corresponden a 25 géneros) de las 250 reportadas en el país, el 45% son cultivadas, el 23% silvestres, el 22% semidomesticadas y el 10% toleradas, las cuales se encuentran en los CC-SO y en los Centros de Conservación de Semillas Recalcitrantes (CC-SR); del género *Suaeda* se han realizado 125 recolecciones de seis de las 12 especies reportadas en México, 98% son silvestres, el resto cultivadas y se encuentran en los CC-SO; del género *Portulaca* se han hecho 71 recolecciones de una de las cuatro especies prioritarias para la Red, 34%

son cultivadas, 33% semidomesticadas, 31% silvestres y 2% toleradas que se encuentran en los CC-SO; por último, del género *Manihot* se reportan 27 especies en el país pero solo una es prioritaria, de las 128 recolecciones realizadas, el 48% son semidomesticadas y el resto silvestres, éstas se encuentran resguardadas en los CC-SR (Cuadro 4, Anexo II).

Como se observa de manera específica por cultivo en atención en el Anexo II, cada una de las redes diseñó su estrategia de recolección con base en la información generada durante los inventarios de los géneros; la Red Achiote las realizó en el sureste del país, en los estados de Chiapas, Campeche, Yucatán y Quintana Roo; la Red Quelites en el centro y norte del país; la Red Romerito en zonas costeras de Sinaloa, Sonora y la Península de Yucatán, así como la zona centro de México; la Red Verdolaga exploró el centro y sur-sureste; mientras que la Red Yuca recolectó en Veracruz, Tabasco y Campeche.

Para garantizar una adecuada conservación y manejo de las accesiones, las Redes Achiote, Romerito y Verdolaga, elaboraron un protocolo de recolección, con ello sentaron las bases de las condiciones adecuadas y manejo del material recolectado para su resguardo en los Centros de Conservación.

Cuadro 4. Número de colectas y porcentajes de diversidad entre especies recolectadas y prioritarias.

Red	Especies reportadas en México	Especies prioritarias para la red	Especies colectadas prioritarias	Accesiones colectadas	Porcentaje de diversidad colectado (del total)	Porcentaje de diversidad colectado (prioritarias)
Achiote ( <i>Bixa</i> )	1	1	1	79	100	100
Quelites (Varias familias)	250	29	16	185	6	55
Romerito ( <i>Suaeda</i> )	12	4	4	125	34	100
Verdolaga ( <i>Portulaca</i> )	14	4	1	71	7	25
Yuca ( <i>Manihot</i> )	27	1	1	128	3	100
<b>Total</b>	<b>304</b>	<b>39</b>	<b>23</b>	<b>588</b>	<b>8</b>	<b>59</b>

Conservación *ex situ*

## Línea 6

Mantenimiento y  
ampliación de la conservación  
*ex situ* de germoplasma

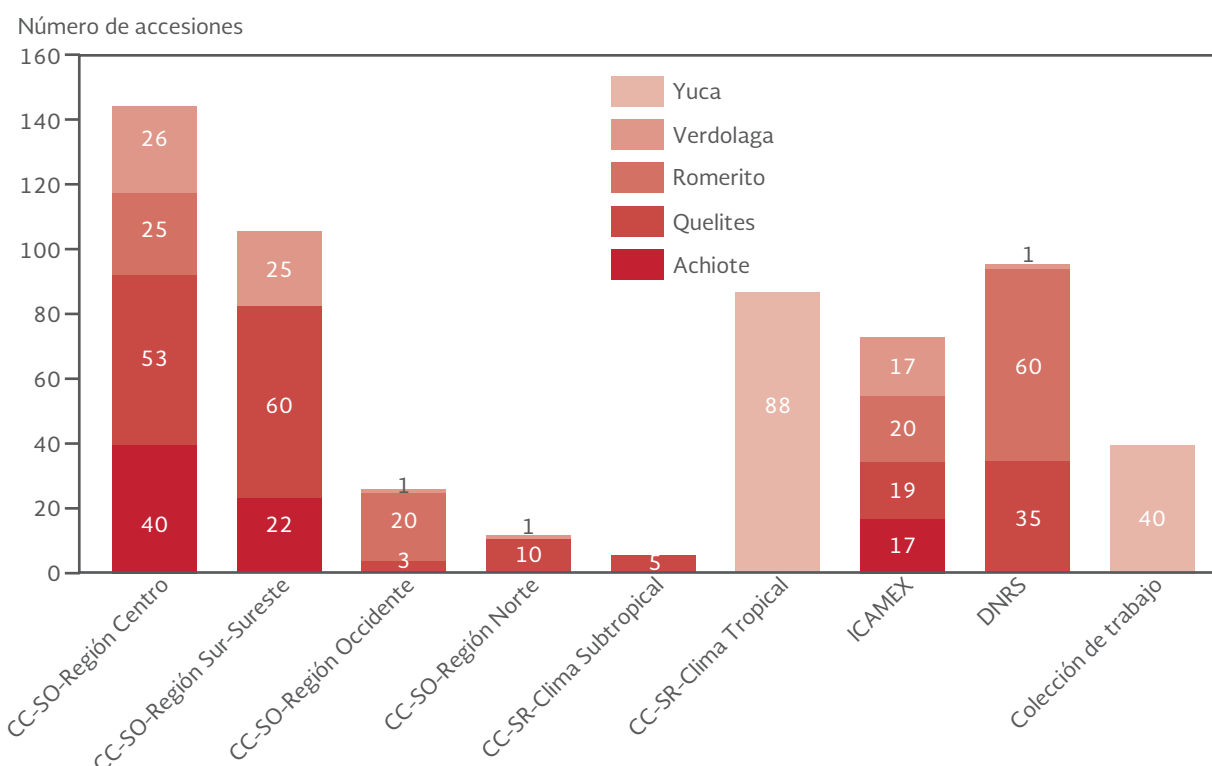


Accesiones de Yuca en bancos de germoplasma.

## Resguardo de accesiones en los Centros de Conservación

Se mantienen en resguardo 588 accesiones en los diferentes Centros de Conservación designados por el SNICS (Figura 5). Del total de accesiones, 144 se encuentran en el CC-SO-Región Centro en la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), 107 en el CC-SO-Región Sur-Sureste en el Centro Regional Universitario Sur de la UACH, 24 en el CC-SO-Región Occidente en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad de Guadalajara (CUCBA-UDG), 11 en el CC-SO-Región Norte en la Universidad Autónoma

Agraria Antonio Narro (UAAAN), cinco en el CC-SR de Clima Subtropical en la Fundación Salvador Sánchez Colín (CICTAMEX S. C.), 88 en el CC-SR de Clima Tropical en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Rosario Izapa (INIFAP-C.E. Rosario Izapa), 73 en el Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX), 96 en el Depositorio Nacional de Referencia de Semillas (DNRS-SNICS) y 40 en la colección de trabajo de Yuca



**Figura 5.** Resguardo de las 588 accesiones recolectadas por la Macro Red Impulso en los Centros de Conservación. Dentro de los barras se muestra el número de accesiones por cultivo.

en el INIFAP-C.E. Cotaxtla. Destaca el resguardo de 27 accesiones de los géneros *Coriandrum*, *Crotalaria* y *Chenopodium* (Red Quelites) que fueron repatriadas del Centro Nacional para la Preservación de Recursos Genéticos (NCGRP por sus siglas en inglés) de Fort Collins, EEUU en el año 2010.

## Distribución de accesiones en resguardo

En 1990 se recopilaron y publicaron las propuestas actualizadas de regionalización biogeográfica basadas en la distribución de plantas propuesta por Rzedowski y Reyna-Trujillo (Espinosa *et al.*, 2008). Resulta llamativo que las distribuciones geográficas de los seres vivos poseen límites que se repiten para taxones diferentes, dicho patrón biogeográfico permite el reconocimiento de componentes bióticos; ésta regionalización biogeográfica, jerarquizada a diferentes niveles (reino, región, dominio, provincia y distrito) resulta básica para una comprensión adecuada de la evolución biótica de nuestro planeta y de la distribución de especies (Morrone, 2005; Escalante, 2009). Con base en las provincias biogeográficas de México se proyectó un mapa con sistemas de coordenadas planas, proyección cónica conforme Lambert y datum WGS1984 de las 588 recolecciones realizadas por la Macro Red Impulso para conocer su distribución dentro de dichas provincias (Figura 6).

El achiote puede considerarse de amplia distribución en el sureste del país ya que las recolecciones se realizaron en siete provincias biogeográficas cuyas características varían significativamente entre ellas; estas van desde zonas con climas templados y húmedos (1,000 – 1,500 mm de precipitación anual) como la Provincia de Los Altos de Chiapas y la Provincia del Soconusco, hasta climas áridos y semiáridos como la Provincia de Oaxaca, situación que se repite en las provincias de Yucatán y Petén donde se encuentra más ampliamente distribuida (Anexo II, inciso A).

Bajo el término de quelites se engloba la recolección de 16 familias, por lo que se puede suponer que dado su condición de arvenses su distribución es amplia; su presencia se reportó en nueve provincias biogeográficas, sin embargo, fue en la Provincia del Eje Neovolcánico y en la Sierra Madre Oriental donde se registró el mayor número de recolecciones (Anexo II, inciso B). Las condiciones para su presencia dependen en gran medida del género y la especie en cuestión.

Las accesiones del género *Suaeda* (romerito) se recolectaron en siete provincias biogeográficas, sin embargo, la mayor presencia se observó en cuatro de ellas; *S. linearis* fue recolectada en su mayoría en las zonas costeras de la Provincia de Yucatán tanto en clima semiárido como en tropical subhúmedo, así mismo se recolectó en la Provincia del Golfo de

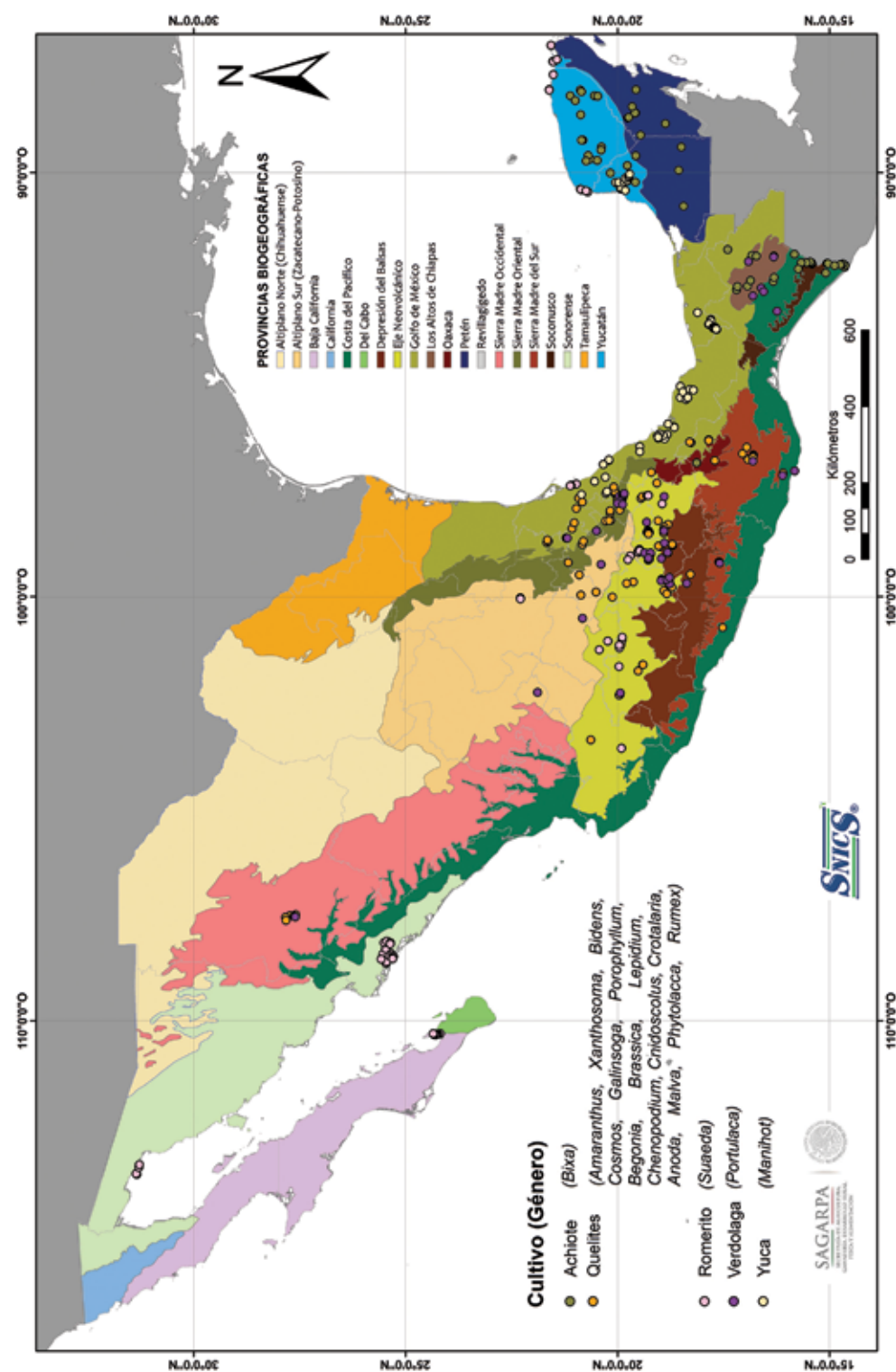


Figura 6. Recolecciones realizadas por la Macro Red Impulso proyectadas en las provincias biogeográficas de México.

México, específicamente en Tuxpan, Veracruz cuyas condiciones climáticas son parecidas a la parte tropical subhúmeda de Yucatán; las recolecciones de *S. mexicana* se delimitaron a la Provincia del Altiplano Sur en clima semiárido de San Luis Potosí y el Estado de México; *S. nigra* se recolectó en su mayoría en las zonas costeras de la Provincia Sonorense y en menor proporción en la Provincia de Baja California cuya característica principal es la precipitación anual menor a 500 mm; mientras que *S. edulis* y *S. pulvinata* fueron recolectadas (con una amplia distribución) en la Provincia del Eje Neovolcánico, principalmente en suelos salinos (Anexo II, inciso C).

De acuerdo con Mera *et al.* (2011), la verdolaga es un cultivo arvense y cosmopolita por su amplia distribución, lo cual es comprobado con los resultados obtenidos en la Figura 6, las recolecciones del género se encuentran representadas en nueve provincias biogeográficas desde la Sierra Madre Occidental hasta Los Altos de Chiapas (Anexo II, inciso D); por último, las colectas del género *Manihot*

(yuca) restringe la distribución a las provincias del Golfo de México y Yucatán con orografía llana (en su mayoría) y una precipitación anual de 1,000 - 2,000 mm (Anexo II, inciso E).

### Áreas de mayor riqueza de especies colectadas

Con base en los 588 registros de colecta se identificaron las áreas con mayor riqueza de especies, se encontraron cinco zonas con mayor riqueza (5-7 especies) y cinco más con rango de 3-5 especies. Dos zonas de mayor riqueza se localizan en el estado de Chihuahua, uno en la Ciudad de México, uno en Guerrero y otro en Puebla, éstos corresponden a los puntos de colecta de la Red Quelites y Verdolaga, lo cual obedece al gran número de recolecciones (número de registros) en dichos sitios y no necesariamente a una zona rica en endemismos. Las cinco zonas de mayor riqueza restantes, se localizan en sitios donde se georeferenciaron colectas de la Macro Red y se ubican en los estados de Puebla, San Luis Potosí, Guerrero y Michoacán (Figura 7).

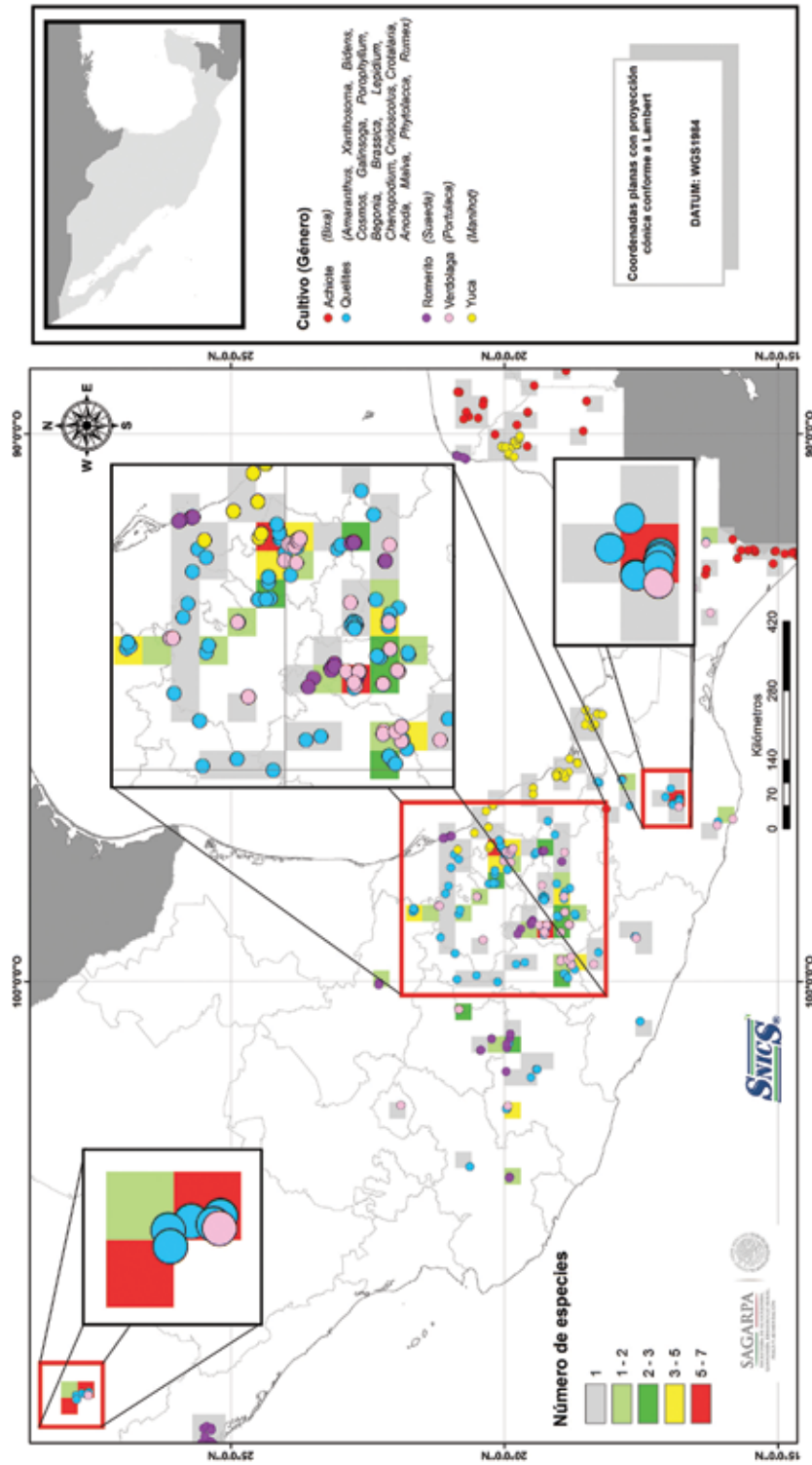


Figura 7. Zonas de mayor riqueza de especies georreferenciadas por la Macro Red Impulso.



Plantas de yuca en el CC-SR de clima tropical.

Conservación *ex situ*

## Línea 7

Regeneración y multiplicación  
de las muestras *ex situ*



Se realizó el análisis de germinación y viabilidad en las accesiones recolectadas de semillas ortodoxas (Cuadro 5). De acuerdo al último análisis realizado en el año 2015, se reportaron 162 accesiones con un porcentaje de germinación y viabilidad menor al 80%.

Con el fin de cubrir las necesidades de conservación *ex situ*, se realizaron protocolos de regeneración. La Red Achiote generó el «Protocolo de regeneración de *Bixa orellana* L. (achiote) a partir de hipocótilos de plantas germinadas *in vitro*» con el objetivo de

establecer la forma adecuada de reproducir el cultivo, el cual se ha puesto en práctica en el laboratorio del CICY<sup>(9)</sup>; las plantas regeneradas de esta forma han sido aclimatadas en la misma institución y posteriormente donadas a productores en Mérida y Conkal, Yucatán. La Red Quelites realizó en el año 2010 el protocolo de germinación de dos especies de quelites: *Crotalaria pumila* “Chepil” y *Porophyllum ruderale* var. *macrocephalum* “Pápalo” con el objetivo de determinar las condiciones de germinación y capacidad germinativa de éstas dos especies de quelites.

Cuadro 5. Análisis de germinación y viabilidad de las accesiones en resguardo en los Centros de Conservación de Semillas Ortodoxas.

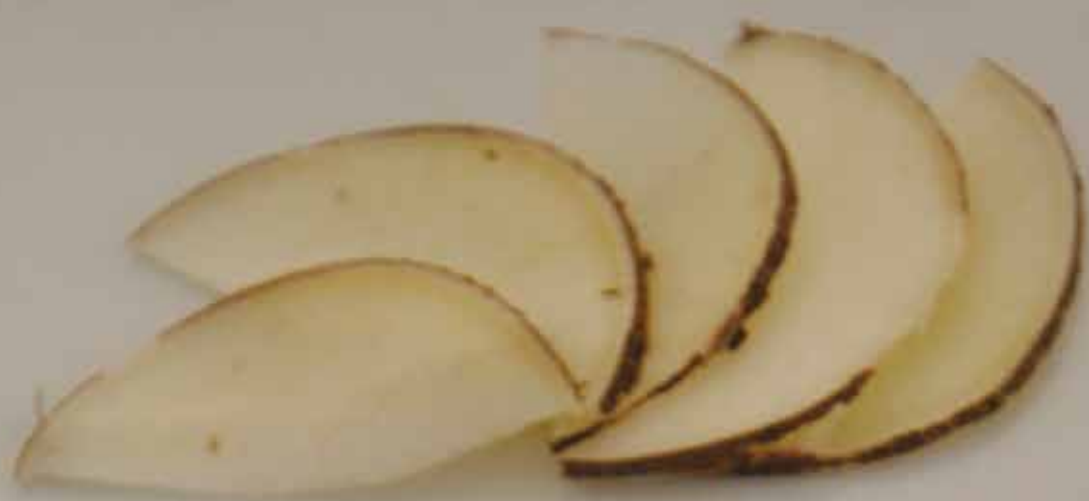
Red	Número de accesiones resguardadas	Número de accesiones analizadas	Número de especies analizadas	Número de accesiones para regeneración*
Achiote ( <i>Bixa</i> )	79	22	1	22
Quelites (Varias especies)	185	70	17	49
Romerito ( <i>Suaeda</i> )	125	93	5	70
Verdolaga ( <i>Portulaca</i> )	71	37	1	21
<b>Total</b>	<b>460</b>	<b>222 (48%)</b>	<b>24</b>	<b>162 (35%)</b>

\* Porcentaje de germinación y viabilidad menor al 80 %



Multiplicación *in vitro* de plantas de achiote.





Utilización  
Sostenible



Pay de yuca.

Utilización sostenible

## Línea 8

Incremento de la  
caracterización y evaluación  
y mayor desarrollo de  
subconjuntos específicos  
de colecciones para  
facilitar el uso



Diversidad de semilla de quelites.

De las 588 accesiones recolectadas, 231 se han caracterizado morfológicamente, cinco molecularmente y 99 bioquímicamente; además de la evaluación agronómica de 10 accesiones (una misma accesión se caracterizó de diferentes maneras). A continuación se describen los resultados obtenidos en cada uno de los cultivos.

### Red Achiote

La Red caracterizó bioquímicamente 27 accesiones para conocer el contenido de bixina y norbixina presente en las semillas (colorantes); así como los niveles de tocotrienoles y tocoferoles, importantes por su relación con la capacidad antioxidante; como resultado se identificaron cuatro materiales con concentraciones mayores al 1.6% de bixina, 2.02% de carotenoides y 1.1% de tocotrienoles y tocoferoles (Figura 8). Con estos materiales se inició un proceso de fitomejoramiento con productores de la Península de Yucatán.



Figura 8. Materiales de achiote (*B. orellana*) con porcentajes altos de bixina y carotenoides.

### Red Quelites

La Red caracterizó 10 accesiones bioquímicamente de las siguientes especies: *Lepidium virginicum* (lentejilla de campo), *Arracacia edulis* (yerba del oso), *Bidens odorata* (aceitilla), *Galinsoga parviflora* (hierba del piojito), *Tridax coronopifolia* (hierba del conejo), *Crotalaria pumila* (Chepil o chipilín), *Anoda cristata* (alache), y copalquelite (Fam. Euphorbiaceae), las últimas tres presentaron concentraciones de calcio (ca), potasio (k) y vitamina C cercanos al 40% de la ingesta diaria recomendada (Figura 9).

En el cuadro 6 se presentan los resultados de las especies que destacaron por sus altas concentraciones de calcio, potasio y vitamina C.

La especie *A. edulis* (yerba del oso) fue el quelite con mayor contenido de proteína (22.7 g/100g), *T. coronopifolia* (hierba del conejo) reportó el mayor contenido de minerales (20.7

Cuadro 6. Resultados obtenidos de la caracterización bioquímica del copalquelite, alache y chepil.

Elemento / Especie	Copalquelite (Fam Euphorbiaceae)	Alache ( <i>Anoda cristata</i> )	Chepil ( <i>Crotalaria pumila</i> )	Ingesta Diaria Recomendada
Ca	453 mg/100g	245 mg/100g	485 mg/100g	1,000 mg
K	1.1 g/100g	0.7 g/100g	0.5 g/100g	4.7 g
Vitamina C	28 mg/100g	62 g/100g	40 g/100g	80 g

g/100g) y *L. virginicum* (lentejilla de campo) presentó mayor contenido de fibra (20 g/100g).

Por otra parte, se evaluaron agronómicamente cinco accesiones de las especies *Chenopodium berlandieri* (huauzontle), *Amaranthus hypocondriacus* (amaranto), *A. retroflexus* (bledo), *Brassica rapa* (nabo) y

*Bidens* spp. para medir la respuesta hidrotrópica e identificar materiales para potenciación en la Sierra Tarahumara. Los datos indican que las raíces de *Bidens* spp., un quelite silvestre, tienen mejor potencial para evadir la sequía en condiciones de agricultura de temporal que las de *A. hypocondriacus* y *B. rapa*. Sin embargo, algunos individuos de *B. rapa* muestran capacidad para extender sus raíces desde un sustrato seco a uno más húmedo en busca de agua y de esta forma evitar la desecación.

### Red Romerito

Se caracterizaron 90 accesiones morfológicamente mediante la determinación de 20 caracteres; para ello la Red Romerito propuso la guía técnica para la descripción varietal<sup>(?)</sup>; ésta caracterización ha permitido la selección de líneas para mejoramiento participativo con la colaboración de productores de San Andrés Mixquic, Tláhuac en la Ciudad de México, los objetivos de la selección son: materiales de hojas carnosas, tolerantes a suelos salinos, con hábito de crecimiento postrado o erecto, alto contenido proteico y tardíos a la floración; también permitió la identificación del tipo de anatomía C<sub>3</sub> en *Suaeda edulis*, *S. linearis*, *S. mexicana* y *S. pulvinata*; y C<sub>4</sub> en *S. nigra*. El principal resultado es la propuesta de tres variedades cuyo proceso de registro se inició ante el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del SNICS (Cuadro 7).

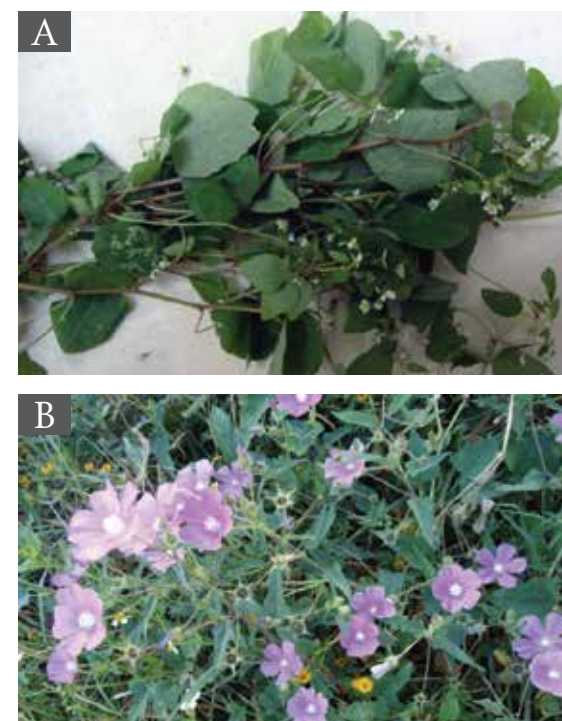


Figura 9. (A) Copalquelite (Fam. Euphorbiaceae) y (B) alache (*Anoda cristata*), quelites con concentraciones de Ca, K y vitamina C cercanos al 40% de la ingesta diaria recomendada.

Cuadro 7. Variedades de romerito que se encuentran en proceso de registro ante el CNVV del SNICS.

Varietal	Instancia proponente	Característica
MIQUIZTLI	Universidad Autónoma Chapingo	Suelo alcalino, de ciclo medio y comestible
MONARCA		Adaptada a suelos salinos
AZTECA		Para uso forrajero

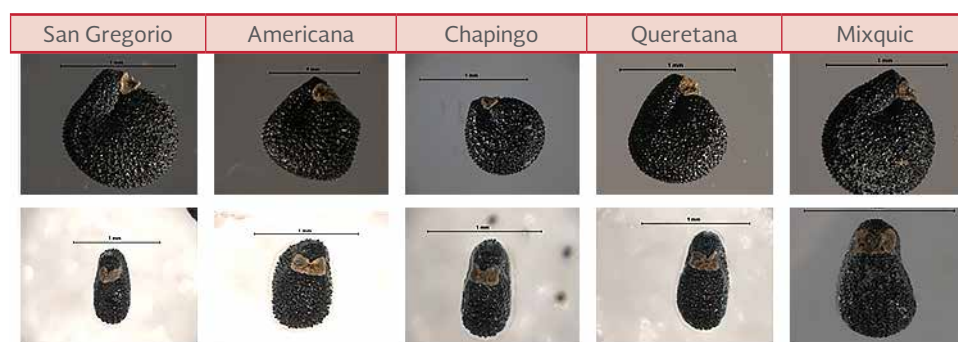
También se caracterizaron bromatológicamente 25 accesiones para determinar el contenido de terpenoides, importantes por ser metabolitos secundarios precursores de la vitamina A y aceites esenciales. Se identificaron tres materiales con altas concentraciones, dos materiales provenientes de Santiago Tulyehualco, Xochimilco, en la Ciudad de México, y que corresponde a la especie *S. edulis* y una de San Bartolo, Rioverde, San Luis Potosí, que corresponde a la especie *S. nigra*.

### Red Verdolaga

Se caracterizaron 10 accesiones (cinco morfotipos) bajo diferentes parámetros (agronómicos, bromatológicos, morfológicos, cariotípicos y de ADN). Con la finalidad de registrar dichos materiales en el CNVV. Para lograr este objetivo, la Red propuso una guía técnica para la descripción varietal de verdolaga con 20 caracteres, la cual fue aplicada a los cinco morfotipos; además se realizó un análisis

con Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) y un análisis fotográfico con un equipo de foto documentación para la descripción de la anatomía de la semilla y la microestructura de la superficie de la testa (Figura 10) para lo cual se utilizaron cinco descriptores cuantitativos y tres cualitativos.

Estos resultados confirmaron la existencia de tres morfotipos bien definidos: Americana, Queretana y Mixquic; indicando además, que la verdolaga se encuentra bajo un proceso activo de domesticación bajo el cual se resguarda una base genética muy amplia; con esto se inició un proceso de mejoramiento participativo con cinco productores de Mixquic y Xochimilco en busca de materiales de hojas gruesas, hábito erecto, precocidad y resistencia a enfermedades causadas por hongos; lo que permitió el registro de tres variedades ante el CNVV del SNICS (Cuadro 8).



Parámetros Cuantitativos valores en mm.					
	San Gregorio	Americana	Chapingo	Queretana	Mixquic
Ancho	0.86	1.08	0.74	0.89	0.91
Largo	0.95	1.16	0.82	0.96	1.04
Taza del Hilo	0.85	1.01	0.67	0.94	0.19
Relación ancho/largo	0.90	0.93	0.91	0.92	0.88

Figura 10. Resultados obtenidos de la descripción anatómica de la semilla y testa de la verdolaga.

Cuadro 8. Variedades de verdolaga registradas ante el CNVV del SNICS.

Nombre original	Nombre de registro	Número de registro definitivo	Instancia proponente	Característica
Americana	EVERT	VGA-001-051214	Universidad Autónoma Chapingo	Hojas gruesas
Queretana	ZAHIR	VGA-003-051214		Mayor rendimiento
Mixquic	NESTOR	VGA-002-051214		Precocidad

De manera paralela, se realizaron análisis bromatológicos a los cinco morfotipos para conocer el contenido nutrimental en cada uno de ellos; todas las accesiones mostraron altas concentraciones de hierro y magnesio; así como de ácidos grasos precursores de aceite omega 3 y 6 (Cuadro 9), estos son ácidos grasos esenciales (AGE) poliinsaturados para la dieta humana, ya que el metabolismo humano no puede biosintetizarlos a partir de precursores dietéticos y son componentes estructurales del cerebro y de la retina, esenciales para un adecuado desarrollo y funcionamiento del cerebro y del sistema nervioso (Coronado *et al.*, 2006). Las accesiones con mayor contenido de estos elementos fueron las correspondientes a los morfotipos Chapingo y Queretana <sup>(26)</sup>.

En cuanto a la caracterización citogenética, esta se llevó a cabo en tres morfotipos, se realizaron estudios para la obtención del número cromosómico somático (2n), el número cromosómico básico, la descripción de los cariotipos y del contenido nuclear de ADN (Cuadro 10) determinado por citometría de flujo; con estos análisis se amplió el conocimiento de la verdolaga para la generación de esquemas de manejo y conservación; de igual forma, se identificó el grado de manejo de cada morfotipo, siendo San Gregorio el más silvestre y el Americana el de mayor grado de manejo agronómico.

Cuadro 9. Resultados obtenidos de la caracterización bioquímica de cinco morfotipos de verdolaga.

Elemento / Morfotipo	San Gregorio	Americana	Chapingo	Mixquic	Queretana	Ingesta Diaria Recomendada
Hierro (mg/100g)	35.48	7.09	38.37	5.3	84.38	13 mg
Magnesio (mg/100g)	115.81	87.48	106.75	55.2	92	400 mg
Alfa-linolénico (omega 3) g/100g	0.51	0.32	0.58	0.55	0.92	1 g
Linoléico (omega 6) g/100g	0.77	0.6	0.6	0.78	0.79	8 g

Cuadro 10. Datos obtenidos de la caracterización molecular en tres morfotipos de verdolaga.

Morfotipo	Nivel de ploidía (2n)	Fórmula cariotípica	Longitud total del genoma (LTG) (µm)	Índice de asimetría (TF%)	Contenido 2C de ADN (pg) ± EE	Tamaño del genoma 1Cx (Mpb)
San Gregorio	6x=54-2= 52	48m + 4sm	67.79	48.00	3.940	667
Americana	5x= 45+1= 46	46 m	80.78	50.00	3.947	914
Queretana	5x= 45+3=48	48 m	69.06	50.00	3.932	721

Por último, se evaluaron agronómicamente los cinco morfotipos con el objetivo de conocer los patrones de asignación de biomasa y su comportamiento con respecto a la densidad de siembra; para ello se tomaron en consideración ocho descriptores. El morfotipo Mixquic presentó mayor biomasa, seguido de Queretana; éste último presentó un sistema radical más grande respecto al resto de los morfotipos. Estos resultados indican que «Mixquic» puede ser utilizada como cubierta vegetal en áreas desocupadas y degradadas debido a que su rápido crecimiento puede proteger al suelo de erosión.

### Red Yuca

Se caracterizaron morfológicamente 54 accesiones de acuerdo a la Guía Técnica de la UPOV aprobada para la especie *Manihot esculenta* Crantz (TG/CASSAV) como resultado se obtuvo que las accesiones MMEXV#3, MMEXV#5, MMEXV#7, MMEXV#8 y MMEXV#11 reportaron características sobresalientes para el mercado como corteza de color café, pulpa dulce y de color crema (la accesión MMEXV#5 fue la única que presentó fácil pelado de raíz); así como mayor cantidad de raíces comerciales (rendimiento) y de almacenamiento (almidones). También se caracterizaron agronómicamente cinco accesiones donde se obtuvo que la accesión MMEXV#40 (El Nanchal) presentó mejores rendimientos, resistencia al acame y respuesta nula-media a plagas y enfermedades; así mismo, la accesión MMEXV#35 (San Antonio) presentó mayor follaje, lo que la coloca como idónea para su uso como forraje.



Semillas de verdolaga.



Utilización sostenible

# Línea 10

Promoción de la diversificación de la producción y aumento de la diversidad de los cultivos para una agricultura sostenible



Paquete hidropónico de verdolaga.  
Es consumida por la población urbana y rural de nuestro país.

La Red Verdolaga generó en el año 2012 una propuesta de producción hidropónica, para promover su uso y consumo con las amas de casa, así como estudiantes de primaria y secundaria en la Ciudad de México y los estados de Chiapas, Estado de México y Veracruz; el paquete contiene el folleto «Crea en tu casa tu propio cultivo hidropónico de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.)», un contenedor, el sustrato y las semillas (Figura 11); este material se difundido a través de talleres realizados en la Ciudad de México y en Chiapas <sup>(8, 11, 13)</sup>.



Figura 11. Paquete para la producción hidropónica de verdolaga.



Presentación de paquete hidropónico en la 2ª Feria de la Agrobiodiversidad.



Agroproductos propuestos por la Red Verdolaga.

Utilización sostenible  
**Línea 11**

Promoción del desarrollo y comercialización de todas las variedades, principalmente las variedades de los agricultores/variedades nativas y las especies infrautilizadas





Las Redes tienen como objetivo identificar variedades nativas con potencial agrícola o para su industrialización; para ello se definieron temas importantes que fueron cubiertos durante este proceso. Dentro de las actividades principales se encuentra el trabajo en conjunto con productores para la selección de materiales a través del mejoramiento participativo en los sistemas agrícolas y la búsqueda de mercados para consumo en fresco o como agroproducto (Cuadro 11).

Además las Redes Verdolaga, Romerito y Yuca, han propuesto el desarrollo de nuevos productos o diversificación del consumo de los cultivos. La Red Verdolaga propuso la elaboración de gomitas como una alternativa de golosina, las cuales empiezan a ofertarse en cuatro escuelas de Chiapas, como prueba piloto de mercado (Figura 12), también ha estandarizado el proceso de elaboración de agua de verdolaga, vinagretas y aderezos,

los cuales son ofertados en un restaurante gourmet de la Ciudad de México<sup>(18)</sup>; las Redes Yuca y Romerito han diversificado el consumo tradicional de sus cultivos en múltiples platillos, con el objetivo de tener un mayor acercamiento al público, actualmente, las Redes están en



Figura 12. Gomitas elaboradas con verdolaga, como diversificación del uso de la especie.

Cuadro 11. Cultivos y temas cubiertos por cada Red, para fomentar la producción y comercialización de variedades locales.

Cultivo	Tipo de variedad	Temas cubiertos
Achiote	Peruana roja y peruana verde, materiales obtenidos por mejoramiento participativo	Investigación, mejoramiento de cultivos, distribución de semillas y sensibilización a la opinión pública
Quelites	Nativas usadas por los agricultores: papaloquelite, quintoniles y huazontle	Investigación y sensibilización a la opinión pública
Romerito	Materiales obtenidos por mejoramiento participativo en proceso de registro: MIQUIZTLI, MONARCA y AZTECA	Investigación, mejoramiento de cultivos, desarrollo de mercados y sensibilización a la opinión pública
Verdolaga	Materiales obtenidos por mejoramiento participativo registradas: EVERT, ZAHIR, NESTOR.	Investigación, mejoramiento de cultivos, desarrollo de mercados y sensibilización a la opinión pública
Yuca	El Nanchal, Popoctepic, Nuevo San Antonio, Rancho del Padre y Coyoltepec, materiales en evaluación a través de mejoramiento participativo	Investigación, mejoramiento de cultivos, distribución de varetas y sensibilización a la opinión pública

negociaciones con restauranteros de la Ciudad de México, Tabasco y Veracruz para la inclusión de los platillos en sus menús, al mismo tiempo de cubrir el abastecimiento de la materia prima<sup>(13, 22, 23)</sup> (Figura 13).

Además, para promover el consumo de estos productos, se realizaron recetarios para que el público los conozca y pueda incorporar esta alternativa de platillos en su dieta diaria<sup>(14, 15, 16, 17, 21)</sup> (Figura 14).

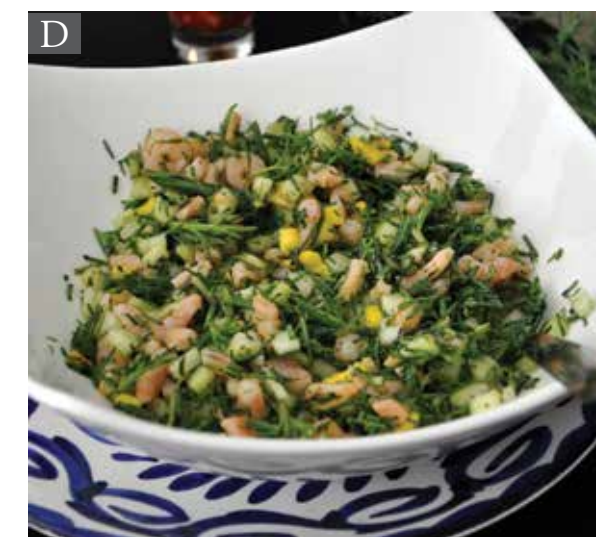
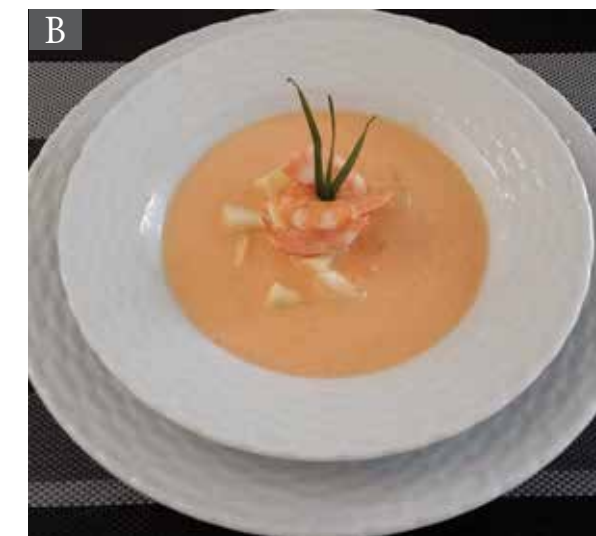
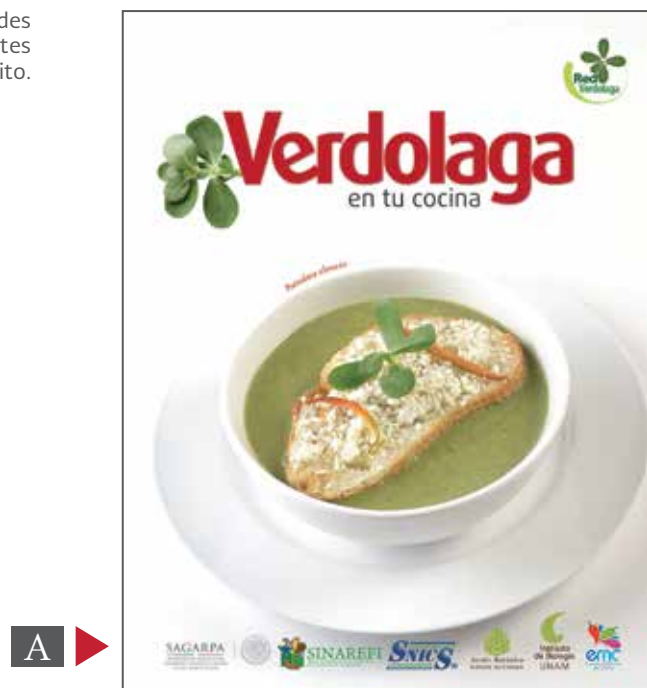


Figura 13. Diversidad de platillos elaborados con los cultivos en atención. A) Gajos de yuca frita, B) Sopa de yuca con camarones, C) Nieve de romerito, D) Ceviche de romerito.

Figura 14. Recetarios de las Redes  
A) Verdolaga, B) Yuca, C) Quelites  
y D) Romerito.



A



B



C



D



Planta de Yuca.

Utilización sostenible

## Línea 12

### Apoyo a la producción y distribución de semillas

La Red Achiote realizó en el año 2013, la donación de semilla a 15 productores de los municipios de Conkal y Mérida, Yucatán <sup>(9)</sup>, los materiales donados son llamados peruana roja y peruana verde, dichos materiales tienen contenidos de bixina y norbixina mayores al 1.6%. La Red Yuca realizó la donación de varetas a 10 productores del municipio de Cárdenas, Tabasco. El material proporcionado cuenta con un rendimiento mayor a 20 ton ha<sup>-1</sup> y la raíz es de fácil pelado.





Participación de la Macro Red Impulso en ferias (promoción),



Creación de una  
capacidad institucional  
y humana sostenible

Creación de una capacidad  
institucional y humana sostenible

## Línea 14

Promoción y fortalecimiento  
de redes sobre los recursos  
fitogenéticos para la  
alimentación y la agricultura



Reunión de trabajo de la Macro Red Impulso



La Macro Red Impulso está constituida por 64 investigadores colaborando en forma interdisciplinaria e interinstitucional para generar resultados en los cultivos en atención (Cuadro 12); también participan más de 40 productores de los estados de Yucatán, Tabasco, Veracruz, Chihuahua, Puebla, Estado de México, Morelos, Guerrero y la Ciudad de México (Anexo I).

Las Redes están conformadas por al menos 10 fitomejoradores, 40 productores, 10 botánicos, 15 biólogos, 20 agrónomos,

3 químicos, 1 comunicólogo y 1 chef, que en conjunto generan y ejecutan las estrategias de cada Red de acuerdo a su Plan Estratégico. La interacción de las Redes ha sido a nivel nacional con bancos de germoplasma, organizaciones no gubernamentales, organizaciones comunitarias, universidades y en menor medida con el sector privado; además la Red Yuca tiene relaciones con el Centro Internacional de Agricultura Tradicional (CIAT) en Cali, Colombia, para la evaluación de materiales elite provenientes de dicho país para futuros trabajos de mejoramiento genético.

**Cuadro 12. Número de integrantes e instancias participantes en la Macro Red Impulso.**

Red	Número de integrantes	Instancias participantes
Achiote	11	CICY, IT de Conkal, INIFAP, UACH, UAM
Quelites	15	UNAM, INCMSZ, UNICACH, EMC
Romerito	18	CP, UACH, UAM-X, UNAM
Verdolaga	15	UAM, UNAM, EMC, UACH, UNICACH, Sistema Producto Hortalizas del Distrito Federal
Yuca	16	INIFAP, UPCH, Secretaría de Educación del Estado de Chiapas



**Reunión de Macro Red.**



Impartición de talleres en la Sierra Tarahumara.

Creación de una capacidad institucional y humana sostenible

## Línea 17

Creación y fortalecimiento de capacidad en materia de recursos humanos



Para fortalecer la capacidad nacional de conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos en áreas clave, la Macro Red Impulso ha ejecutado 128 actividades; como resultado de estas actividades se ha apoyado la formación de recursos humanos en licenciatura, maestría y doctorado, realizándose 14 tesis (Cuadro 13).

Cuadro 13. Tesis realizadas como resultado de las actividades de la Macro Red Impulso.

Red	Nombre del estudiante	Tema de tesis	Grado académico e institución
Achiote	Elidé Avilés Berzunza	Propagación en achiote	Maestría/IT de Conkal
	Marcela Alejandra Rodríguez Vera	Regeneración de plantas de achiote	Licenciatura/IT de Conkal
	Miguel Antonio Mian Mian	Micropropagación de achiote	Licenciatura/CICY
Quelites	Aketzalli Alejandra Olvera Espinosa	Recetario de quelites	Licenciatura/UNAM
Romerito	Roberto Noguez Hernández	Identidad taxonómica del romerito	Doctor en Ciencias/CP
Verdolaga	César Montoya	Respuesta de la verdolaga a la fertilización de NPK	Maestro en Ciencias/CP
	José Luis Salinas Morales	Efecto de la salinidad en la germinación de verdolaga	Maestro en Ciencias/CP
	Ericka Lagunes Fortiz	Descripción de la variedad «Chapingo» de verdolaga	Licenciatura/UACH
	Janet Terron Tizatl	Caracterización bromatológica en seis variedades de verdolaga	Licenciatura/UACH
	María del Carmen Gómez Nucamendi	Diseño de alimentos que incluyen verdolaga	Licenciatura/UNICACH
	Amilkar Magdaleno González y Alejandro Manuel Álvarez Trujillo	El chipilin como colorante y saborizante	Licenciatura/UNICACH
	Zafir Rodolfo González Gil y Mauricio esteban Gutiérrez Jiménez	Bebidas hidratantes a base de quelites	Licenciatura/UNAM
Yuca	Elisabeth Casanova García	El sistema agropecuario de traspatio en Tabasco	Maestría en Ciencias/UPCH
	Efrén Morales Pérez	Inventario biológico de la sabana de Tabasco	Licenciatura/UPCH

Adicional a las actividades de formación en recursos humanos, se han realizado talleres de capacitación y ponencias dirigidas principalmente a productores, en los cuales se abordan temas técnicos, incluida la vinculación entre la conservación y la utilización sostenible de los recursos, así como en materia de manejo, de orden jurídico, normativo y de sensibilización de la opinión pública, en los estados de Yucatán, Chihuahua, Estado de México, Tabasco, Querétaro, Puebla, Chiapas, San Luis Potosí, Hidalgo, Veracruz y la Ciudad de México (Cuadro 14).

Cuadro 14. Talleres y ponencias realizadas por la Macro Red Impulso.

Red	Tema	Lugar
Achiote	Producción de achiote en traspatio* y El achiote como recurso de gran valor en el sureste mexicano**	Yucatán y Querétaro
Quelites	Fomentando el uso de quelites*, Cocina verde: quelites en tu mesa*, Quelites con los ojos cerrados*, Quelites; formas novedosas de preparación*, Los quelites; diversidad, manejo, producción y conservación*, Estrategias de conservación de plantas en vías de domesticación*, Los quelites, alimentos de excelencia*, El cultivo de los quelites*, Hortalizas mexicanas: aspectos botánicos, culinarios y nutricionales*, Capacitación para la autogestión en la producción continua de quelites*, Los quelites en la alimentación*, Contribución de los quelites a la dieta; formas de consumo y aportación de nutrimentos*, Los quelites, un tesoro milenarior**, Especies vegetales poco valoradas, una alternativa para la seguridad alimentaria**, Los quelites, recursos fitogenéticos promisorios**, Los quelites tradición milenaria de la milpa**, Los quelites alimentos muy mexicanos**, Quelites en mercados del centro de México** y Talleres comunitarios en la Sierra Tarahumara, una forma de conservar y revalorizar el consumo de quelites**	Ciudad de México, Chihuahua, Puebla, San Luis Potosí, Hidalgo y Chiapas
Romerito	Selección de características morfológicas de romerito*	Ciudad de México
Verdolaga	Producción hidropónica de verdolaga*, Quelites hidropónicos*, La importancia de la verdolaga en la alimentación*, Transferencia del paquete hidropónico de verdolaga* y El agua de verdolaga en nuestra alimentación*	Ciudad de México, Estado de México y Chiapas
Yuca	Cultivo, cosecha y aprovechamiento de la yuca*, Contenido de materia seca y almidón en clones de yuca ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz)**, Efecto de la posición de estacas sobre el rendimiento de raíz de yuca ( <i>Manihot esculenta</i> Crantz) en Veracruz** e Información nutricional saludable: platos alternativos a base de yuca**	Tabasco y Veracruz

\* Talleres

\*\* Ponencias





Productor de verdolaga en la central de abasto de la Ciudad de México.

Creación de una capacidad institucional y humana sostenible

## Línea 18

Fomento y fortalecimiento de la sensibilización de la opinión pública sobre la importancia de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura



Para promover los resultados obtenidos y sensibilizar a la opinión pública, se han generado diversas publicaciones, destacando: libros, manuales, folletos, recetarios, videos, trípticos, fascículos y carteles, como una estrategia adicional para que se conozca la diversidad de cultivos entre la sociedad y los diversos actores involucrados en la conservación y el aprovechamiento sustentable de los RFAA (Cuadro 15, Figura 15, Anexo III).

Otras actividades ejecutadas, ha sido la participación en exposiciones, muestras gastronómicas, entrevistas en radio, televisión y medios impresos en los estados de Chiapas, Oaxaca, Estado de México, Aguascalientes y la Ciudad de México (Cuadro 16).

Respecto a la parte audiovisual, la Red Verdolaga realizó el video «La verdolaga: del campo a la mesa» que puede ser consultado en el portal de videos Youtube® (18), con estas acciones, se busca la inclusión de la verdolaga en la dieta de los mexicanos. Finalmente, la Macro Red Impulso ha participado en diferentes eventos, donde se exhiben los agroproductos realizados por la Redes y se presentan diversas muestras gastronómicas, estas participaciones incluyen la Primera y Segunda «Feria de la Agrobiodiversidad del SNICS», en el «50 aniversario del SNICS» y la participación en la exposición itinerante «Cultivos Nativos de México»; se cuenta también con espacios en las redes sociales Twitter®, Facebook® y el blog de la Red Quelites «Todo sobre Quelites», en estos sitios se presentan datos sobre la diversidad de los cultivos.

Cuadro 15. Publicaciones generadas con financiamiento SNICS.

Red	Nombre de la publicación
Achiote	Folletos: Guía técnica para la producción de achiote ( <i>Bixa orellana</i> L.) en pequeñas plantaciones de Yucatán (9) y Situación del recurso achiote en México ( <i>Bixa Orellana</i> L.) (12)
Quelites	Libros: Los quelites, tradición milenaria en México (2) y Diagnóstico del pápaloquelite en México <i>Porophyllum ruderale</i> (Jacq.) Cass. var. <i>macrocephalum</i> (DC.) Cronq (3) Folleto: Alternativas en el manejo de hortalizas subutilizadas: quelites y verdolaga (13) Recetario: Recetario de Quelites de la zona centro y sur de México (15) Tríptico: Red Quelites (19) Fascículo: Quelites plantas muy sabrosas; joyas de la naturaleza mexicana (22) Carteles: Ensalada de 5 quelites, Mole de quelites, Quelites, tradición milenaria en México y Quelites en México
Romerito	Libros: El romerito; una hortaliza cultivada en el Distrito Federal (1) y Manual gráfico para la descripción varietal del Romerito ( <i>Suaeda</i> spp) (7)
Verdolaga	Libros: Especies vegetales poco valoradas; una alternativa para la seguridad alimentaria (4), Documento de diagnóstico de <i>Portulaca oleracea</i> L. (5) y Manual de hidropónia (verdolaga) (8) Folleto: Importancia de la verdolaga en México (10) y Crea en casa tu propio cultivo hidropónico de verdolaga ( <i>Portulaca oleracea</i> L.) (11) Video: La verdolaga: del campo a la mesa (18) Tríptico: Red Verdolaga del SINAREFI (20) Cartel: Agua de verdolaga
Yuca	Recetario: Recetario a base de yuca; sabores y texturas (14)



Figura 15. Poster de las Redes Quelites y Verdolaga con información sobre las especies, platillos y bebidas.

Cuadro 16. Exposiciones, entrevistas en radio y televisión, donde ha participado la Macro Red Impulso.

Red	Tema de exposición	Evento	Lugar
Quelites	Los quelites de la milpa* / De quelites me como un taco* / Los quelites y sus sabores* / Los quelites que comemos* / El Jardín Botánico y el SINAREFI trabajando por la seguridad alimentaria* / ¿Qué son los quelites? y ¿Qué es la Red Quelites? / La importancia de los quelites en la seguridad alimentaria** / Los quelites** / El universo de los quelites*** / Los quelites, una opción alimentaria de bajo costo y alto valor nutricional**** / Éntrele al quelite****	Día de los Jardines Botánicos / La etnobotánica; una herramienta para conocer nuestros Recursos Alimentarios / Celebración del año de la biodiversidad / Foro Soberanía alimentaria, salud y derecho a la alimentación / Conservación y uso de los Recursos Fitogenéticos de Oaxaca / Programa «Supervivencia» del IMER / Programa «El rehilete» de la SEDEREC / Programa «Radiósfera» de la DGDC, UNAM. Y Radio Mil / Serie «Relatos en molcajete» de TV Educativa de la SEP / Periódico La Jornada / Periódico Reforma	Ciudad de México, Chiapas, Puebla, Oaxaca
Romerito	Degustación gastronómica* / Degustación gastronómica*	Plantas nativas de México prehispánico / 3er y 4to Festival cultural Matsuri	Estado de México, Aguascalientes
Verdolaga	La verdolaga en la alimentación**	Radio Ciudadana 660AM	Ciudad de México

\* Exposiciones \*\* Entrevistas en radio \*\*\* Entrevistas en TV \*\*\*\* Entrevistas en periódicos



# ANEXO I

Integrantes de la  
Macro Red Impulso en  
el periodo 2008-2015



## Integrantes de la Macro Red Impulso en el periodo 2008-2015

Red	Investigador	Instancia
	<b>Dr. Leonardo Luis Pinzón López (Coordinador)</b>	IT de Conkal
	Dr. Javier Orlando Mijangos Cortés	CICY
	Dr. Carlos Hugo Avendaño Arrazate	INIFAP, Campo Experimental Rosario Izapa
	Dr. Eduardo Villanueva Couoh	IT de Conkal
	Dr. Gregorio del Carmen Godoy Hernández	CICY
	Dr. Eduardo Campos Rojas	UACH
	M. en C. Landy Mireya Silveira Saénz	UACH
	M. en C. Pedro Joaquín Correa Navarro	UACH
	Dra. Renata Rivera Madrid	CICY
	Dr. Carlos Castillo Martínez	INIFAP, Centro Nacional de Recursos Genéticos
	Dr. Fernando Rivera Cabrera	UAM
	Dra. Laura Pérez Flores	UAM
	<b>Productores</b>	
Achiote	C. María Juanita Pacheco Abán	Dzoncauich, Yucatán
	C. Gumerinda Canché Campos	
	C. Fernanda May Mis	Quintana Roo, Yucatán
	C. María Magdalena Chan Cupul	Temozón, Yucatán
	C. Primitiva Caamal Hoil	
	C. Adelfo Pantí Ochoa	Tixméhuac, Yucatán
	C. Bernardino Canul Xix	Xoy, Peto, Yucatán
	C. María Elvira Can Can	
	C. María Luisa Haas Haas	Nunkin, Calkiní, Campeche
	C. José del Carmen Chi Chi	Santa Cruz Ex Hacienda, Calkiní, Campeche
	C. José María Morelos	Dziuché, Quintana Roo, Quintana Roo
	C. Edilberto Chan Moo	Kantemó, José María Morelos, Quintana Roo
	C. Emilio Alamilla y Naal	Bulukax, José María Morelos, Quintana Roo
	C. Guillermo Xicum Flores	La Presumida, José María Morelos, Quintana Roo
	C. Arcenio Caamal Noh	Tabasco, José María Morelos, Quintana Roo

## Integrantes de la Macro Red Impulso en el periodo 2008-2015

Red	Investigador	Instancia
	<b>M. en C. Delia Castro Lara (Coordinadora)</b>	UNAM
	Dr. Robert Bye Boettler	UNAM
	Dr. Jorge Nieto Sotelo	UNAM
	Dr. Bernardo Lucas Florentino	UNAM
	Dr. Ciro Eliseo Márquez Herrera	UNAM
	Dra. Josefina Morales de León	INCMNSZ
	Dra. Adriana Caballero Roque	UNICACH
	M. en C. Francisco Basurto Peña	UNAM
	M. en C. Joel Rodríguez Servín	UNAM
	M. en C. Luz María Mera Ovando	UNAM
Quelites	M. en C. Irma Clarisa Muñoz Arana	UNICACH
	D.G. Julio César Montero Rojas	UNAM
	D.G. Yazmín Arely Gurrola García	UNAM
	D.G. Edgar Figueroa Méndez	UNAM
	L.C. Yoliliztli Juárez Castro	UNAM
	L.C.C. Martha Claudia Vázquez Rodríguez	UNAM
	Ing. Yocoyani Yollotl Juárez Castro	UNAM
	L.C.A. Aketzalli Alejandra Olvera Espinosa	UNAM
	Quím. Silvia Ruiz Jiménez	INCMNSZ
	Lic. Ana Cecilia Díaz López	UNICACH
	Lic. María del Carmen Gómez Nucamendi	UNICACH
	Chef Jorge Luis Álvarez Vega	EMC
	Lic. César Mendoza Olivos	EMC

## Integrantes de la Macro Red Impulso en el periodo 2008-2015

Red	Investigador	Instancia
Quelites	<b>Productores</b>	
	C. Austrebertha Lázaro Reyes	Zoateopan, Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla
	C. Emilio Plancarte Vázquez	
	C. Alejandra Gómez	
	C. Justiniano Plancarte	
	C. Josefina Hernández Lucas	Tuxtla, Zapotitlán de Méndez, Puebla
	C. Andrés Juárez	
	C. Juan Chávez López	Santiago Apóstol, Oaxaca
	C. Petra Paula Contreras Contreras	
	C. José Refugio Núñez Bastida	Mixquic, Milpa Alta, Ciudad de México
	C. Mario Quiroz Villalobos	Gumisachi, Bocoyna, Chihuahua
	C. Flor María Rascón Días	
	C. María de la Luz Duran	
	C. Manuel Mendoza Cruz	
C. Miguel Batista Rodríguez	San Luis de Majimachi, Bocoyna, Chihuahua	
C. Felipa Torres Loera	Choguita, Bocoyna, Chihuahua.	

## Integrantes de la Macro Red Impulso en el periodo 2008-2015

Red	Investigador	Instancia
Romerito	<b>Dr. Aquiles Carballo Carballo (Coordinador)</b>	CP Campus Montecillo
	Dr. Roberto Noguez Hernández	UACH
	Dr. Vicente Mendoza de Jesús	UAM
	Dra. María Elena Ramírez	CP Campus Montecillo
	Dra. Hilda Flores Olvera	UNAM
	Dr. Eliseo Sosa Montes	UACH
	Dr. Elías Jaime Matadamas Ortíz	UACH
	Dr. Marcos Soto Hernández	CP Campus Montecillo
	Dra. Hilda Araceli Zavaleta Mancera	CP Campus Montecillo
	Dr. Manuel Márquez Barraza	Independiente
	M. en C. José Luis Zárate Castrejón	Independiente
	M. en C. Lily Zelaya Molina	Independiente
	Lic. Esteban Santamaría Hernández	Independiente
	Lic. Brenda Zárate Castrejón	Independiente
	Lic. Paulina Jasso Martínez	Independiente
	Lic. Xóchitl Meneses de la Cruz	Independiente
	Ing. Emanuel Ruiz Mendez	Independiente
	C. Gerardo Mukul Mendoza	Independiente
	C. Jorge Espinosa Pérez	Independiente
	<b>Productores</b>	
C. Lavana Jesús Rosas	Tulyehualco, Xochimilco, Ciudad de México	
C. Héctor Suarez Pineda	San Andrés Mixquic, Tláhuac, Ciudad de México	
C. Juan Jiménez Hernández		
C. Consuelo Soria Valencia		
C. Román San Miguel Arenas		
C. Ladislao San Miguel Arenas		

## Integrantes de la Macro Red Impulso en el periodo 2008-2015

Red	Investigador	Instancia	
Verdolaga	M. en C. Luz María Mera Ovando (Coordinadora)	UNAM	
	Dr. Robert Bye Boettler	UNAM	
	Dra. Adriana Caballero Roque	UNICACH	
	Dr. Bernardo Lucas Florentino	UNAM	
	Dr. Ciro Eliseo Márquez Herrera	UNAM	
	Dra. Guadalupe Palomino Hasbach	UNAM	
	Dra. Josefina Morales De León	INCMNSZ	
	Dr. Fernando Pérez Gil	INCMNSZ	
	Dr. Clemente Villanueva Verduzco	UACH	
	M. en C. Margarita Araceli Zarate Aquino	UNAM	
	M. en C. Delia Castro Lara	UNAM	
	M. en C. Joel Rodríguez Servín	UNAM	
	Lic. Jorge Álvarez Vega	EMC	
	Biól. María Del Carmen Loyola Blanco	UNAM	
	D.G. Julio Cesar Montero Rojas	UNAM	
	Quím. Silvia Ruíz García	INCMNSZ	
	Quím. María de Lourdes Solano	INCMNSZ	
	Pas. Quím. Janet Terrón Tizatl	UNAM	
	C. Maximino Ramírez Ayala	UACH	
	<b>Productores</b>		
	C. Jorge San Miguel Galindo	San Andrés Mixquic, Tláhuac, Ciudad de México	
	C. Anastasio Velasco Santana	Xochimilco, Ciudad de México	
	C. Hugo Rafael Bocanegra	Cuautla, Morelos	
	C. José Teófilo Bocanegra Ugalde		
	C. Francisco Becerra Benítez	Zacapoxtla, Puebla	
	C. Lorena Peralta Rodríguez		
	C. Mario Quiroz Villalobos		

## Integrantes de la Macro Red Impulso en el periodo 2008-2015

Red	Investigador	Instancia	
Yuca	Dr. Isaac Meneses Márquez (Coordinador)	INIFAP, Campo Experimental Cotaxtla	
	Dr. Enrique Noé Becerra Leor	INIFAP, Campo Experimental Cotaxtla	
	Dr. Dante Alfredo Hernández Sedas	Secretaría de Educación del Estado de Chiapas	
	Dra. Patricia de la Cruz Burelo	UPCH	
	Dra. María Lyssette Mazó Quevedo	UPCH	
	M. en C. Andrés Vázquez Hernández	INIFAP, Campo Experimental Cotaxtla	
	M. en C. Mario Rodríguez Cuevas	INIFAP, Campo Experimental Cotaxtla	
	M. en C. Jorge Reyes Reyes	UNACH	
	M. en C. Fabiola Torres Méndez	UPCH	
	M. en C. Liliana Pelayo Muñoz	UPCH	
	M. en C. Franco Lucio Ruíz Santiago	UTTAB	
	M. en C. Roberto Rocher Córdova	UTTAB	
	M. en C. Rafael García Jiménez	UTTAB	
	Ing. Xóchitl Rosas González	INIFAP, Campo Experimental Cotaxtla	
	Lic. Elisabeth Casanova García	UPCH	
	Ing. Ana Line Hernández Muñoz	UTTAB	
	<b>Productores</b>		
	C. Domingo Montalvo	Ejido Benito Juárez, Huimanguillo, Tabasco	
	C. Eleazar Esteban Salinas		
C. Efraín Sánchez Fonseca			
C. Elián Casarín			

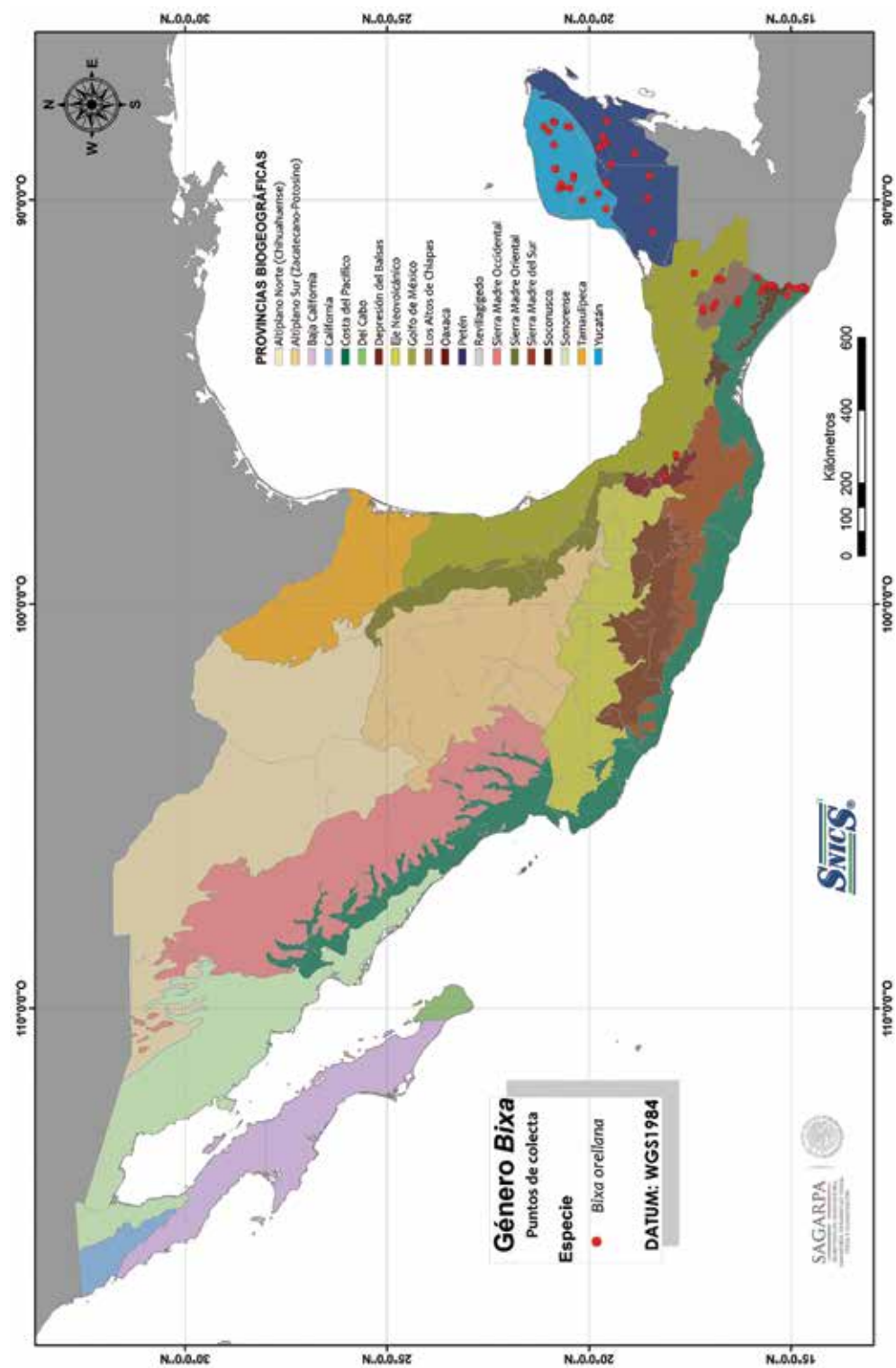


---

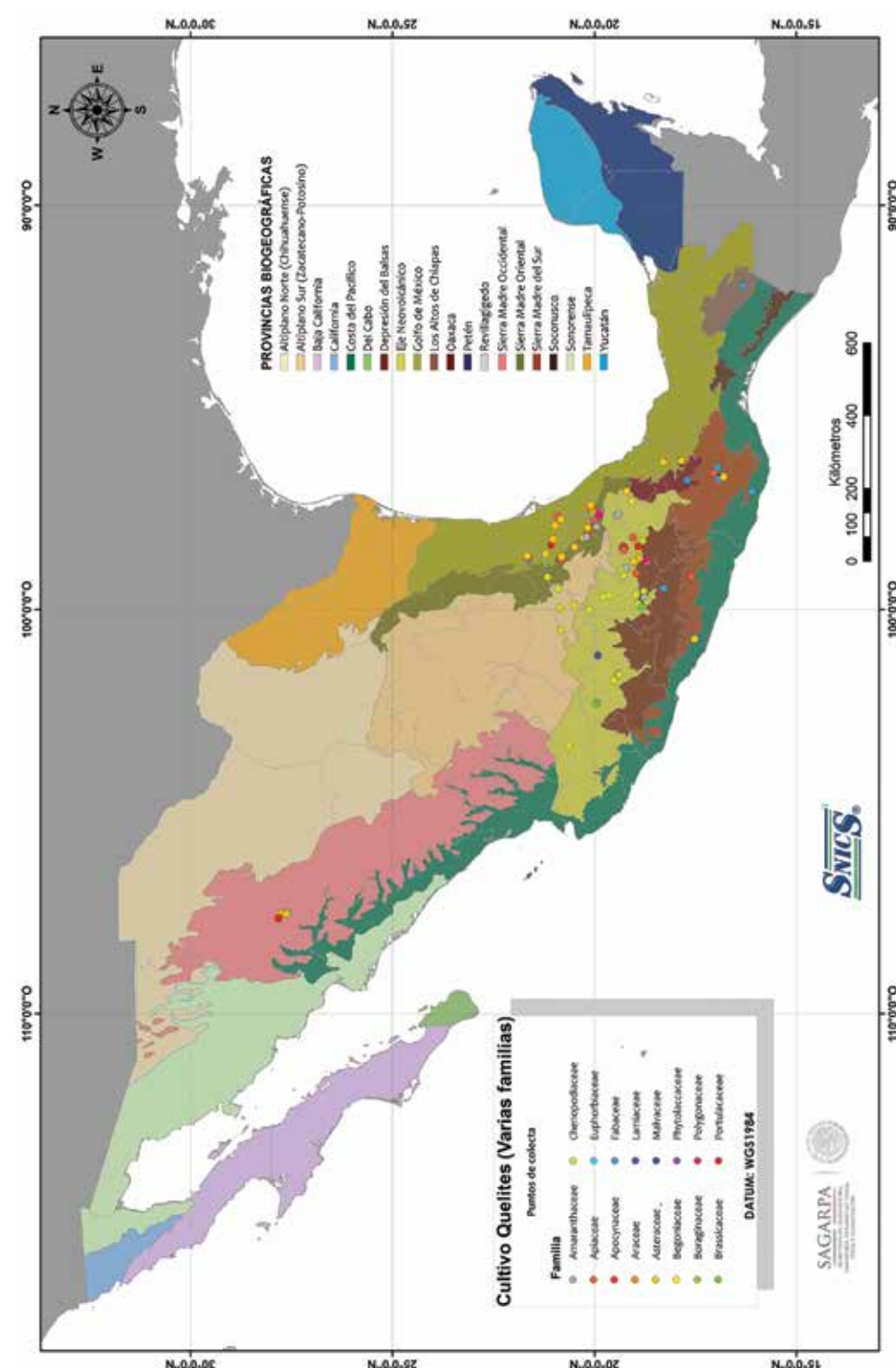
## ANEXO II

Mapas con los puntos de  
colecta de los cultivos en atención  
por la Macro Red Impulso

---

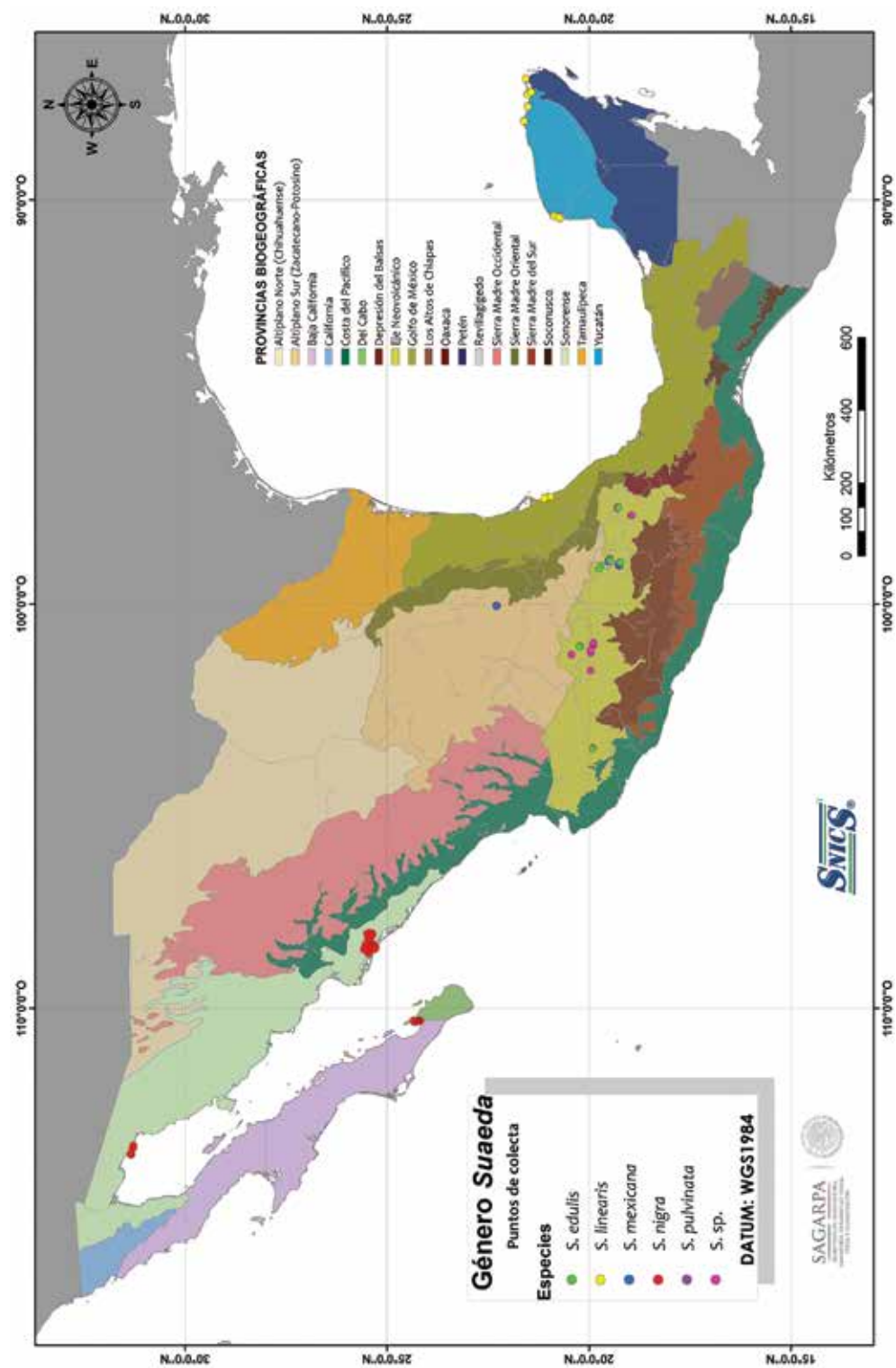


A) Puntos de colecta de la Red Achiote

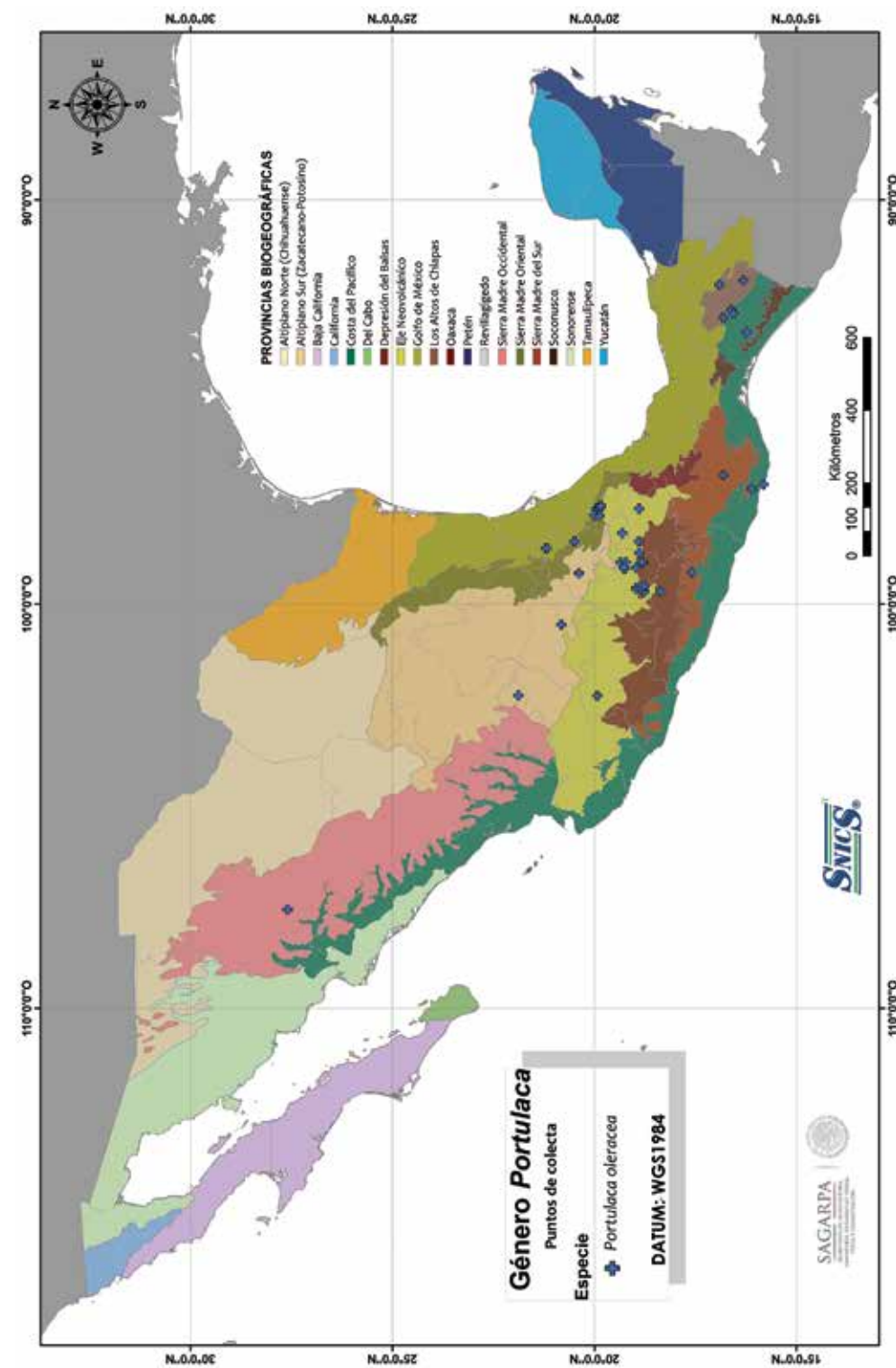


B) Puntos de colecta de la Red Quelites

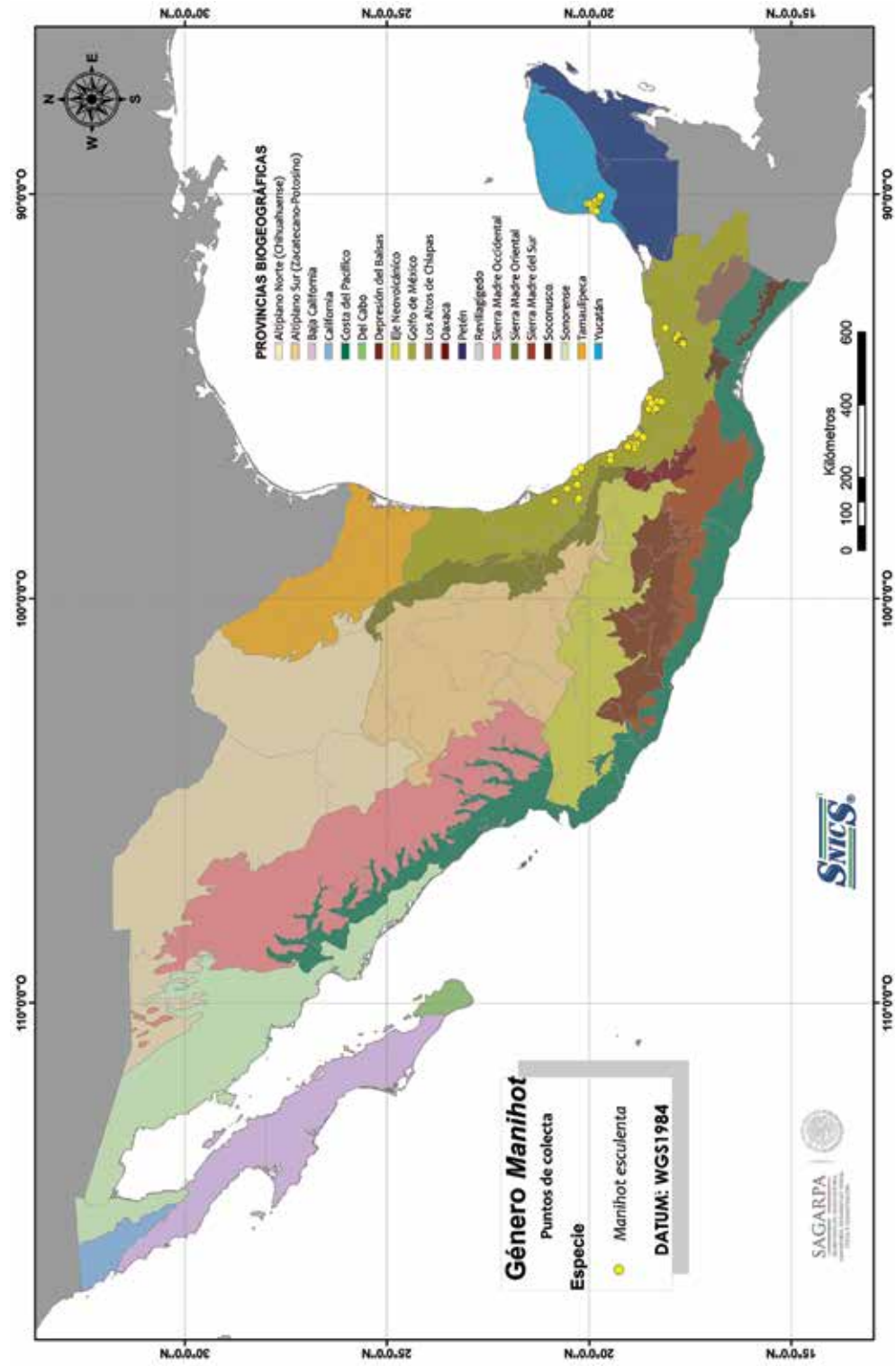




C) Puntos de colecta de la Red Romerito



D) Puntos de colecta de la Red Verdolaga



E) Puntos de colecta de la Red Yuca

# ANEXO III

Publicaciones generadas

## Libros y manuales

- <sup>(1)</sup> Carballo C. A., R. Noguez H., J. L. Zárate C. & R. Espinosa C. (2012). El romerito; una hortaliza cultivada en el Distrito Federal. Colegio de Postgraduados. México. 29 p.
- <sup>(2)</sup> Castro L. D., F. Basurto P., L.M. Mera O. & R. A. Bye B. (2011). Los quelites, tradición milenaria en México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 36 p
- <sup>(3)</sup> Castro L. D., R. A. Bye B. & L. M. Mera O. (2011). Diagnóstico del pápaloquelite en México *Porophyllum ruderale* (Jacq.) Cass. var. *Macrocephalum* (DC.) Cronq. Universidad Autónoma Chapingo. México. 55 p.
- <sup>(4)</sup> Mera O. L. M., D. Castro L. & R. A. Bye B. (2011). Especies vegetales poco valoradas; una alternativa para la seguridad alimentaria. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 213 p.
- <sup>(5)</sup> Mera O. L. M., R. A. Bye B., D. Castro L. & C. Villanueva V. (2011). Documento de diagnóstico de *Portulaca oleracea* L. Universidad Autónoma Chapingo. México. 42 p.
- <sup>(6)</sup> Meneses M. I., A. Vázquez H., X. Rosas G. & E. N. Becerra L. (Inédito). Diagnóstico de la situación actual de la diversidad de yuca en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. México. 35 p.
- <sup>(7)</sup> Ramírez M. E., A. Carballo C. & J. L. Zarate C. (2014). Manual gráfico para la descripción varietal del Romerito (*Suaeda* spp). Colegio de Postgraduados. Vol. 1. México. 61 p.
- <sup>(8)</sup> Zárate A. M. A., L. M. Mera O. & D. Castro L. (2015). Manual de hidropónia (verdolaga). Universidad Nacional Autónoma de México. México. 50 p.

## Folleto

- <sup>(9)</sup> Correa N. P. J. & L. M. Silveira S. (2015). Guía técnica para la producción de achiote (*Bixa orellana* L.) en pequeñas plantaciones de Yucatán. Universidad Autónoma Chapingo. México. 10 p.
- <sup>(10)</sup> Mera O. L. M., D. Castro L., R. A. Bye B. & C. Villanueva V. (2010). Importancia de la verdolaga en México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 28 p.
- <sup>(11)</sup> Mera O. L. M. & M. A. Zárate A. (2013). Crea en casa tu propio cultivo hidropónico de verdolaga (*Portulaca oleracea* L.). Universidad Nacional Autónoma de México. México. 7 p.
- <sup>(12)</sup> Pinzón L. L. L., C. H. Avendaño A., J. O. Mijangos C., G. del C. Godoy H., D. E. Cituk C., P. J. Correa N. & E. Campos R. (2008). Situación del recurso achiote en México (*Bixa Orellana* L.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. México. 14 p.
- <sup>(13)</sup> Zárate A. M. A., L. M. Mera O. & D. Castro L. (2010). Alternativas en el manejo de hortalizas subutilizadas: quelites y verdolaga. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 08 p.

## Recetarios

- <sup>(14)</sup> Casanova G. E., M. L. Mazo Q., P. de la Cruz B. & R. Soto P. (Inédito). Recetario a base de yuca; sabores y texturas. Universidad Popular de la Chontalpa. México. 139 p.
- <sup>(15)</sup> Castro L. D., R. A. Bye B. & L. M. Mera O. (2011). Recetario de Quelites de la zona centro y sur de México. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 62 p.
- <sup>(16)</sup> Castro L. D., J. Álvarez V. & R. A. Bye B. (Inédito). Verdolaga en tu cocina. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 108 p.
- <sup>(17)</sup> Noguez, H. R., A. Carballo C., X. E. Meneses C. & P. Jasso M. (Inédito). Romerito, una tradición para todo el año. Universidad Autónoma Chapingo. México. 38 p.

## Material audiovisual, trípticos, fascículos y carteles

### Video

- <sup>(18)</sup> Mera O. L. M., R. A. Bye B., J. Álvarez V. & D. Castro L. (2015). La verdolaga: del campo a la mesa. Universidad Nacional Autónoma de México.

### Tríptico

- <sup>(19)</sup> Castro L. D. (2013). Red Quelites. Universidad Nacional Autónoma de México.
- <sup>(20)</sup> Mera O. L. M., R. A. Bye B. & D. Castro L. (2012). Red Verdolaga del SINAREFI. Universidad Nacional Autónoma de México.
- <sup>(21)</sup> Muñoz, A.I.C. (2013). Recetas de quelites. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

## Fascículo

- <sup>(22)</sup> Castro L., D. (2013). Quelites plantas muy sabrosas; joyas de la naturaleza mexicana. Fascículo 5: 7

## Artículos científicos y de divulgación

- <sup>(23)</sup> Castro L.D. (2013). Nada mejor que los quelites. Revista Sabor y Arte. Sec. en Escena. pp. 44-47
- <sup>(24)</sup> Castro L. D., R. Bye B., F. Basurto P., L. M. Mera O., J. Rodríguez S., J. Álvarez V., J. Morales L. & A. Caballero R. (2015). Revalorización, conservación y promoción de quelites, una tarea conjunta. Agroproductividad. 7:1. pp. 8-12.
- <sup>(25)</sup> Castro L.D. (2012) La enseñanza de los quelites. Revista Sabor a México. No. 14. pp. 14-15
- <sup>(26)</sup> Mera O. L. M., R. A. Bye B. & M. Solano L. (2015). La verdolaga (*Portulaca oleracea* L.) fuente vegetal de omega 3 y omega 6. Agroproductividad. 7:1. pp. 3-7.
- <sup>(27)</sup> Noguez H. R., A. Carballo C. & H. Flores O. 2013. *Suaeda edulis* (Chenopodiaceae) una nueva especie de lagos salinos del centro de México. Botanical Science. pp. 19-25.

### Carteles de difusión y presentados en congresos científicos

- Álvarez V. J., D. Casto L. & L. M. Mera O. (2013). Agua de verdolaga. Escuela Mexicana de Cocina.
- Álvarez V. J., D. Casto L. & L. M. Mera O. (2013). Ensalada de cinco quelites. Escuela Mexicana de Cocina.
- Álvarez V. J., D. Casto L. & L. M. Mera O. (2013). Mole de quelites. Escuela Mexicana de Cocina.
- Castro L. D. & L. M. Mera O. (2011). Quelites, tradición milenaria en México. Universidad Autónoma de México.
- Castro L. D. & L. M. Mera O. (2011). Quelites en México. Universidad Autónoma de México.
- Espinosa C. R., A. Carballo C. & R. Noguez H. (2012) Sistema alternativo para la producción de romerito (*Suaeda* sp.)
- Mendoza D. J. V., A. Carballo C. & R. Noguez H. (2013). Variedades multilineales de romerito (*Suaeda* spp.).
- Noguez H. R., A. Carballo C. & H. Flores O. (2013). *Suaeda edulis*, una nueva especie de romerito.
- Noguez H. R. & A. Carballo C. (2013) Conservación *in situ* y producción de semillas de romerito.
- Noguez H. R., A. Carballo C. & G. Mukul M. (2012). Colecta dirigida de romerito (*Suaeda* spp.).
- Zárate C. J. L., A. Carballo C. & R. Noguez H. (2012) Fenología de 35 colectas del género *Suaeda* pertenecientes a siete estados de la República Mexicana.

### Literatura consultada

- CBD (1998). Convenio sobre la Diversidad Biológica. <https://www.cbd.int/doc/meetings/cop/cop-04/official/cop-04-06-es.pdf>. (último acceso: enero 2016).
- Coronado H. M., S. Vega L., R. Gutiérrez T., B. García F. & G. Díaz G. (2006). Los ácidos grasos omega 3 y omega 6: Nutrición Bioquímica y Salud. Revista de Educación Bioquímica 25(003). pp. 72-79.
- Escalante, T. (2009). Un ensayo sobre regionalización biogeográfica. Revista Mexicana de Biodiversidad. 80 (1). pp. 551-560. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmbiodiv/v80n2/v80n2a24.pdf>. (último acceso: julio 2016).
- Espinosa, D., S. Ocegueda et al. 2008. El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural, en *Capital natural de México*, Vol. 1: *Conocimiento actual de la biodiversidad*. CONABIO, México, pp. 33-65.
- FAO (2013). Declaración de Córdoba sobre Cultivos Promisorios para el Siglo XXI. [http://www.fao.org/fileadmin/templates/food\\_composition/documents/Declaracio%CC%81n\\_de\\_Co%CC%81rdoba\\_NUS\\_2012\\_FINAL.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/food_composition/documents/Declaracio%CC%81n_de_Co%CC%81rdoba_NUS_2012_FINAL.pdf). (Último acceso: Septiembre de 2015).
- FAO (2012). Resumen del segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. FAO. 20 p.
- Jiménez R. K. M. (2011). Propuesta para el cultivo y aprovechamiento sostenible del yacón (*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Rob) en Colombia. Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. 52 p.
- Martínez M. A., V. Evangelista, F. Basurto P., M. Mendoza & A. Cruz R. (2007). Flora útil de los cafetales en la Sierra Norte de Puebla, México. Revista mexicana de biodiversidad. 78 (1). pp. 15-40.
- Mera O. L. M., D. Castro L. & R. A. Bye B. (2011). Especies vegetales poco valoradas; una alternativa para la seguridad alimentaria. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 213 p.
- Morrone, J. J. (2005). Hacia una síntesis biogeográfica de México. Revista Mexicana de Biodiversidad. 76(2). pp. 207-252. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S187034532005000200006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S187034532005000200006) (Último acceso: julio 2016).
- Navarrete L. F. (2008). Los pueblos indígenas de México. Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. México. 141 p.
- Núñez C. C. A. (2010). Distribución y caracterización eco-climática del membrillo cimarrón (*Amelanchier denticulata* (Kunth) Koch) en México. Revista Chapingo. Serie horticultura. 16 (3). pp. 195-206.
- SIAP (2015). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.gob.mx/> México. (último acceso: diciembre 2015).
- TIRFAA (2009). Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. [http://www.fao.org/pgrfa-gpa-archive/hnd/files/Tratado\\_internacional\\_sobre\\_los\\_recursos\\_fitogeneticos\\_para\\_la\\_alimentacion\\_y\\_la\\_agricultura.pdf](http://www.fao.org/pgrfa-gpa-archive/hnd/files/Tratado_internacional_sobre_los_recursos_fitogeneticos_para_la_alimentacion_y_la_agricultura.pdf). Italia. (último acceso: diciembre 2015).



# DIRECTORIO

## Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

**Lic. José Eduardo Calzada Roviroso**  
Secretario

**C.P. Jorge Armando Narváez Narváez**  
Subsecretario de Agricultura

**Ing. Sergio Tapia Medina**  
Director General de Productividad y  
Desarrollo Tecnológico

## Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

**Dr. Manuel R. Villa Issa**  
Director General

**Dra. Rosalinda González Santos**  
Directora de Recursos Fitogenéticos

## Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

**Dr. Enrique Cabrero Mendoza**  
Director General

**Dra. Julia Tagüeña Parga**  
Directora Adjunta de Desarrollo Científico

**Dra. Verónica E. Bunge Vivier**  
Directora de Redes e Infraestructura Científica

## Universidad Autónoma Chapingo

**Dr. José Sergio Barrales Domínguez**  
Rector

**Dr. José Luis Romo Lozano**  
Director General de Investigación y Posgrado

**M. en C. Rosaura Rodríguez Gracia**  
Enlace de Proyectos Externos de Investigación  
Dirección General de Investigación y Posgrado



## Dirección

### SNICS


Guillermo Pérez Valenzuela # 127, Colonia Del Carmen,  
Delegación Coyoacán, C.P. 04100, Ciudad de México.

Teléfono: (55) 3622-0667 al 69

Email: [enlacesnics@sagarpa.gob.mx](mailto:enlacesnics@sagarpa.gob.mx)

[www.gob.mx/sagarpa](http://www.gob.mx/sagarpa) • [www.gob.mx/snics](http://www.gob.mx/snics)

 SNICSsagarpa

 @snics\_sagarpa

