SAGARPA - SNICS

Conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad de maíces nativos de México

MACRO RED BÁSICOS E INDUSTRIALES - RED MAÍZ

SAGARPA
SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA Y ALIMENTACIÓN

SNICS®

RED **MAÍZ**

Conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad de maíces nativos de México

Conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad de maíces nativos de México

Editores
Ramírez Galindo Jesús
González Santos Rosalinda

Coordinación técnica
Rosalinda González Santos

Revisores
Rosalinda González Santos

Mapas
Ernesto Ríos Santos

Fotografía
Ana María Sánchez Maldonado

Diseño
G. Antonio Luna Avila

ISBN: 978-607-533-003-7

Primera edición: Febrero, 2018.

Forma de citar
Autor (es) de capítulo. 2018. Título del capítulo. In: Ramírez-Galindo J., y R. González-Santos. (Editores). Conservación y aprovechamiento sostenible de la diversida de maíces nativos de México. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. México. 138 p.

Impreso en México
DR © 2018 Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. Guillermo Pérez Valenzuela Núm. 127, Colonia del Carmen, Delegación Coyoacán, C.P. 04100, Ciudad de México. www.gob.mx/snics.

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

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

SNICS: Coordinación interinstitucional y multidisciplinaria de las acciones presentadas.

Universidades, centros de investigación, organizaciones civiles, asociaciones de productores que realizaron las acciones.

PRESENTACIÓN

México es uno de los principales centros de origen, diversificación y domesticación de cultivos con importancia mundial. El maíz es uno de ellos, con centro de origen en México y uno de los más importantes a nivel nacional. El maíz es resultado de la cuidadosa selección realizada por agricultores desde hace más de 10,000 años. Debido a las diferentes condiciones agroecológicas en la cual se cultiva, diferentes usos y tradiciones asociadas se ha originado una amplia diversidad intraespecífica agrupada en más de 62 razas.

La SAGARPA a través del SNICS desde el año 2002 implementó el programa denominado Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), cuya unidad estructural fundamental son las redes por cultivo, una de ellas es la Red Maíz definida como grupo interdisciplinario e interinstitucional para la conservación y aprovechamiento sostenible de las razas nativas de Maíz. Destaca, la participación de más de 30 investigadores de 13 instancias, asi como productores a nivel nacional.

La presente publicación «Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad de Maíces Nativos de México», es la compilación de los principales resultados obtenidos por la Red Maíz en conservación *in situ*, *ex situ*, utilización sostenible y creación de capacidades, lo cual integra la base fundamental para la continuación de Políticas Públicas que aseguren su conservación y aprovechamiento sostenible de este Recurso Fitogenético.

Dr. Leobigildo Córdova Téllez
Director General del SNICS

INSTANCIAS PARTICIPANTES

CP	Colegio de Postgraduados
ECOSUR	El Colegio de la Frontera Sur
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
IPN	Instituto Politécnico Nacional
UAAAN	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro
UACh	Universidad Autónoma Chapingo
UAN	Universidad Autónoma de Nayarit
UAS	Universidad Autónoma de Sinaloa
UAT	Universidad Autónoma de Tamaulipas
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana
UAT	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
	Agroservicios El Indio Kuali Tekitl, S.C.
ANIA	Asociación Nacional de Ingenieros Agrónomos de la Universidad Autónoma Metropolitana, A.C.
	Sistema Producto Maíz de los Pueblos Rurales del Distrito Federal A. C.
SNICS	Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

CC-SO	Centro de Conservación de Semillas Ortodoxas.
CDB	Convenio sobre la Diversidad Biológica.
CDI	Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.
CNRG	Centro Nacional de Recursos Genéticos.
CNVV	Catálogo Nacional de Variedades Vegetales.
DNRS	Depositario Nacional de Referencia de Semillas.
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
ICAMEX	Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México.
PAM	Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos 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.
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.
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

iii Presentación

iv Instancias participantes

v Siglas y acrónimos

viii Índice de cuadros

ix Índice de figuras

2 Introducción

3 Antecedentes de la Red Maíz

5 Análisis de resultados por área estrategia conforme al Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO.

7 CONSERVACIÓN Y MANEJO *IN SITU*

9 Línea 1. Estudio e inventario de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

17 Línea 2. Apoyo al manejo y mejoramiento en fincas de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

21 Línea 3. Asistencia a los agricultores en casos de catástrofe para restablecer los sistemas de cultivo.

27 Línea 4. Promoción de la conservación y manejo *in situ* de las especies silvestres afines de las cultivadas y las plantas silvestres comestibles.

35 CONSERVACIÓN *EX SITU*

37 Línea 5. Apoyo a la recolección selectiva de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

43 Línea 6. Mantenimiento y ampliación de la conservación *ex situ* de germoplasma.

51 Línea 7. Regeneración y multiplicación de las muestras *ex situ*.

CONTENIDO

55 UTILIZACIÓN SOSTENIBLE

57 Línea 8. Incremento de la caracterización y evaluación y mayor desarrollo de subconjuntos específicos de colecciones para facilitar el uso.

71 Línea 9. Apoyo al fitomejoramiento, la potenciación genética y las actividades de ampliación de la base.

75 Línea 11. Promoción del desarrollo y comercialización de todas las variedades, principalmente las variedades de los agricultores/variedades nativas y las especies infrautilizadas.

81 Línea 12. Apoyo a la producción y distribución de semillas.

85 CREACIÓN DE UNA CAPACIDAD INSTITUCIONAL Y HUMANA SOSTENIBLE

87 Línea 14.- Promoción y fortalecimiento de redes sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

91 Línea 17.- Creación y fortalecimiento de capacidad en materia de Recursos Fitogenéticos.

95 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.

98 Literatura consultada

101 Anexo I. Razas nativas de maíz en México.

113 Anexo II. Relación de agricultores «guardianes de las razas nativas de maíz» de la estrategia «incentivos a la conservación *in situ* de las razas nativas de maíz en México»

119 Anexo III. Resultados de la caracterización morfológica del proyecto de huella genética de las razas criollas de maíz.

125 Anexo IV. Publicaciones generadas.

133 Anexo V. Componentes del programa SAS.

ÍNDICE DE CUADROS

4 **Cuadro 1.** Número de actividades por área estratégica de acuerdo al Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO.

10 **Cuadro 2.** Municipios del Estado de México y Delegaciones de la Ciudad de México donde se realizaron las entrevistas.

11 **Cuadro 3.** Relación de razas de maíz localizadas en las tres regiones de trabajo del Estado de México.

13 **Cuadro 4.** Poblaciones de maíces nativos reconocidos en Yaxcabá, Yucatán.

14 **Cuadro 5.** Índices de diversidad y riqueza de cinco razas.

15 **Cuadro 6.** Raza y factores identificados de acuerdo a la representatividad en las colecciones nacionales.

29 **Cuadro 7.** Relación de grupos étnicos y su asociación con razas nativas de maíz.

39 **Cuadro 8.** Inventario de razas nativas de maíz recolectadas por la Red Maíz en México.

44 **Cuadro 9.** Relación de accesiones de razas de maíz en resguardo en los Centros de Conservación.

45 **Cuadro 10.** Inventario de accesiones por CC-SO con prueba de germinación.

46 **Cuadro 11.** Inventario de razas de maíz de acuerdo al análisis de riqueza en función a la distribución de recolectas y duplicados del CIMMYT e INIFAP.

47 **Cuadro 12.** Inventario de los municipios donde se ubican las áreas de mayor riqueza (celdas de 33 x 33 km^2) de acuerdo al análisis de riqueza en función a la distribución de recolectas de la Red Maíz.

52 **Cuadro 13.** Distribución de accesiones de maíz en las localidades de incremento asignadas para el Proyecto de Huella Genética.

59 **Cuadro 14.** Inventario de la caracterización de las razas nativas de maíz.

61 **Cuadro 15.** Variedades de uso común registradas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del SNICS.

68 **Cuadro 16.** Porcentaje de concordancia entre la asignación racial *a priori* realizada por los expertos y la asignación racial asignada por la función discriminante basada en frecuencias alélicas de microsatélites.

73 **Cuadro 17.** Variedades de maíz con título de obtentor registradas en la Gaceta Oficial de los Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales.

88 **Cuadro 18.** Integrantes de la Red Maíz.

93 **Cuadro 19.** Recursos humanos generados en los proyectos de la Red Maíz.

96 **Cuadro 20.** Publicaciones y material de difusión generados por la Red Maíz con financiamiento SNICS.

ÍNDICE DE FIGURAS

3 **Figura 1.** Número de actividades realizadas por la Red Maíz por área estratégica y presupuesto ejercido en millones de pesos (MDP).

12 **Figura 2.** Modelo para la conservación y mejora de la diversidad de maíces en Coahuila.

23 **Figura 3.** Distribución de Bancos Comunitarios de Semillas.

24 **Figura 4.** Cursos de capacitación a los responsables de los Bancos Comunitarios de Semillas en Oaxaca.

31 **Figura 5.** Razas conservadas mediante la estrategia «Incentivos a la conservación *in situ* de razas nativas de maíz en México».

32 **Figura 6.** Guardianes o custodios de Razas Nativas de maíz en México.

33 **Figura 7.** Elementos estratégicos del modelo de sostenibilidad de recursos naturales y estabilidad de la producción en Guanajuato.

33 **Figura 8.** Resultados obtenidos en parcela fija experimental con tratamientos de labranza y aplicación de residuos orgánicos en el cultivo de maíz en condiciones de temporal.

40 **Figura 9.** Distribución de recolectas de razas de maíz (*Zea mays* L. subsp. *mays*).

48 **Figura 10.** Análisis de riqueza de razas nativas de maíz en función a la distribución de recolectas y duplicados del CIMMYT e INIFAP.

69 **Figura 11.** Secuencia de etapas computacionales en SAS en la aplicación de análisis discriminante para la ubicación de nuevas poblaciones de maíz en una raza determinada.

77 **Figura 12.** Ejemplos de alimentos y artesanías preparadas a base de maíces nativos.

78 **Figura 13.** Diagrama del proceso de elaboración de tortillas enriquecidas con nopal y amaranto.

79 **Figura 14.** Tlayudas elaboradas con la raza de maíz Bolita, nativa del estado de Oaxaca.

89 **Figura 15.** Distribución de instancias que conforman la Red Maíz.

92 **Figura 16.** Taller de elaboración de artesanías a base de semillas de maíz y otros cultivos.

93 **Figura 17.** Participantes en el concurso del elote más grande del mundo en el marco de la tradicional feria del elote en Jala, Nayarit.

97 **Figura 18.** Actividades de la Segunda Feria de Maíces Nativos de Sinaloa, 25 y 26 de abril de 2013.

Introducción

◀ Foto: *Zea mays* subsp. *mexicana* (Schrad.) Iltis, 1972

Introducción

México es identificado como centro de origen, diversidad y domesticación del maíz (*Zea mays* L. subsp. *mays*) (Matsuoka *et al*., 2002; Kato *et al*., 2009; Diario Oficial de la Federación, 2012; SAGARPA, 2016a). De las aproximadamente 300 razas de maíz que existen en América Latina (Vigouroux *et al*., 2008), en México se encuentran entre 59 y 62 (Sánchez *et al*., 2000a; Sánchez *et al*., 2000b), las cuales son el resultado de la cuidadosa selección que realizaron poblaciones indígenas durante unos 10,000 años y recientemente, grupos mestizos que las han domesticado adaptándolas a climas, suelos, plagas y a diferentes usos (SAGARPA, 2016a). En México, es el cultivo con mayor importancia alimenticia y cultural, pues el maíz grano es la base de la dieta de la población mexicana, el consumo *per cápita* es de 297.0 kg y se siembra en todo el país (SAGARPA, 2016a) todas las partes de la planta de maíz se usan de alguna forma, por ejemplo, el Museo Nacional de Culturas Populares publicó un libro sobre recetas, que incluye 605 formas diferentes de cocinar el maíz (Museo Nacional de Culturas Populares, 1984).

Por lo anterior, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) a través del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), a partir del año 2002 integró la Red Maíz con el objetivo de coordinar actividades en conservación, aprovechamiento sostenible y creación de capacidades de la diversidad de razas nativas de maíz en México. El objetivo del presente documento es describir los resultados e impactos obtenidos a través de la Red Maíz acorde con las cuatro áreas estratégicas propuestas por la FAO en el Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2012).

Antecedentes de la Red Maíz

En la Red Maíz colaboran más de 12 instancias, tanto de educación superior, investigación, asociaciones civiles y organizaciones de productores, participan más de 32 integrantes de diferentes disciplinas de investigación: agrónomos, fitomejoradores, fitopatólogos, genetistas, biotecnólogos, biólogos, bioquímicos, ingenieros agroindustriales, entre otras y más de 400 agricultores. Las instancias con mayor participación fueron la Universidad Autónoma Chapingo (UACh), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el Colegio de Postgraduados (CP).

En 12 años se invirtieron $78, 113,876.72 M.N., distribuidos de la siguiente manera: $29, 709,026.43 (38.03 %) en conservación y manejo *in situ*, $11, 169,000.00 (14.3 %) a conservación *ex situ*, $29, 272,736.55 (37.47 %) a utilización sostenible y $7, 963,113.74 (10.2 %) a creación de una capacidad institucional y humana sostenible (Figura 1).

Se realizaron 339 actividades de las cuales 170 (50.1 %) fueron en conservación y manejo *in situ*, 46 (13.6 %) en conservación *ex situ*, 64 (18.9 %) a utilización sostenible y 59 (17.4 %) en creación de una capacidad institucional y humana sostenible (Figura 1). Las actividades más promovidas por la

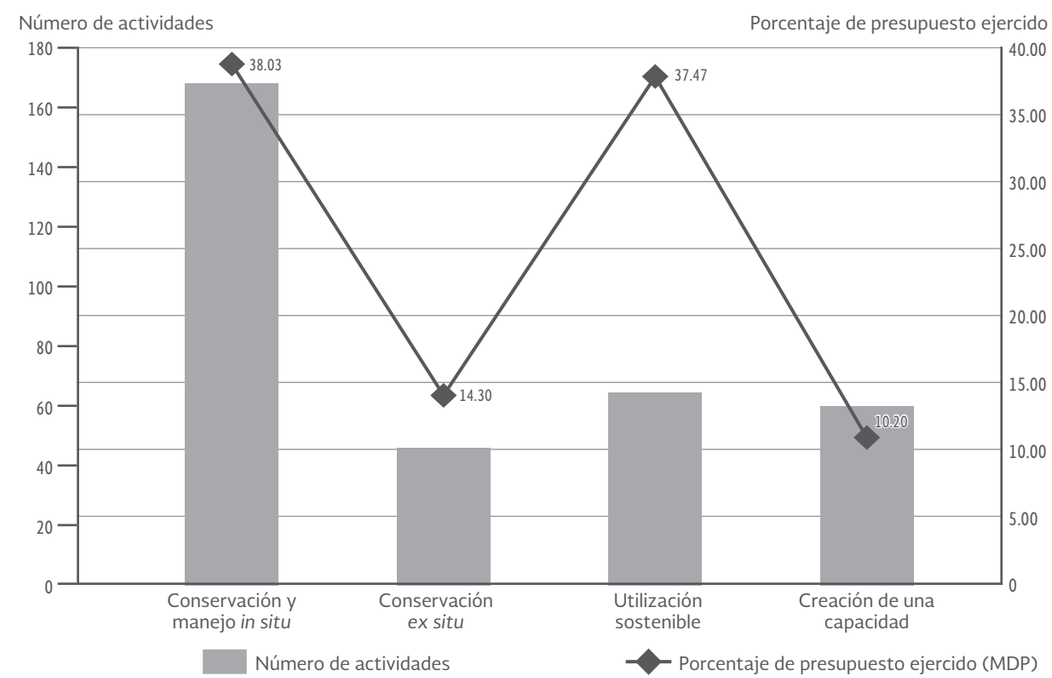


Figura 1. Número de actividades realizadas por la Red Maíz por área estratégica y presupuesto ejercido en millones de pesos (MDP).

Red fueron: en 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) mediante la estrategia «Incentivos para la conservación *in situ* de las razas nativas de maíz en México» con 114 actividades (se incluyo la estrategia de incentivos a la conservación *in situ* en esta línea, dado que se trabajó directamente con las poblaciones representativas de las razas nativas de maíz en México). En cuanto a la conservación *ex situ*, la línea 5 (Apoyo a la recolección selectiva de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura) realizó 31 actividades. En utilización sostenible la línea 8 (Incremento de la caracterización y evaluación y mayor desarrollo de subconjuntos específicos de colecciones para facilitar el uso) realizó 41 actividades. En tanto la creación de una capacidad institucional y humana sostenible, la 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) realizó 27 actividades (Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de actividades por área estratégica 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 *in situ*				Conservación *ex situ*			Utilización sostenible					Creación de una capacidad institucional y humana sostenible					
Línea de acción	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Número de actividades	19	27	10	114	31	8	7	41	3	6	5	9	2	5	3	3	19	27
Total por área	170 (50.1%)				46 (13.6%)			64 (18.9%)					59 (17.4%)					

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 *ex 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 y 18) Fomento y fortalecimiento de la sensibilización de la opinión pública sobre la importancia de los RFAA.

Análisis de Resultados por Área Estrategia Conforme al Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO.

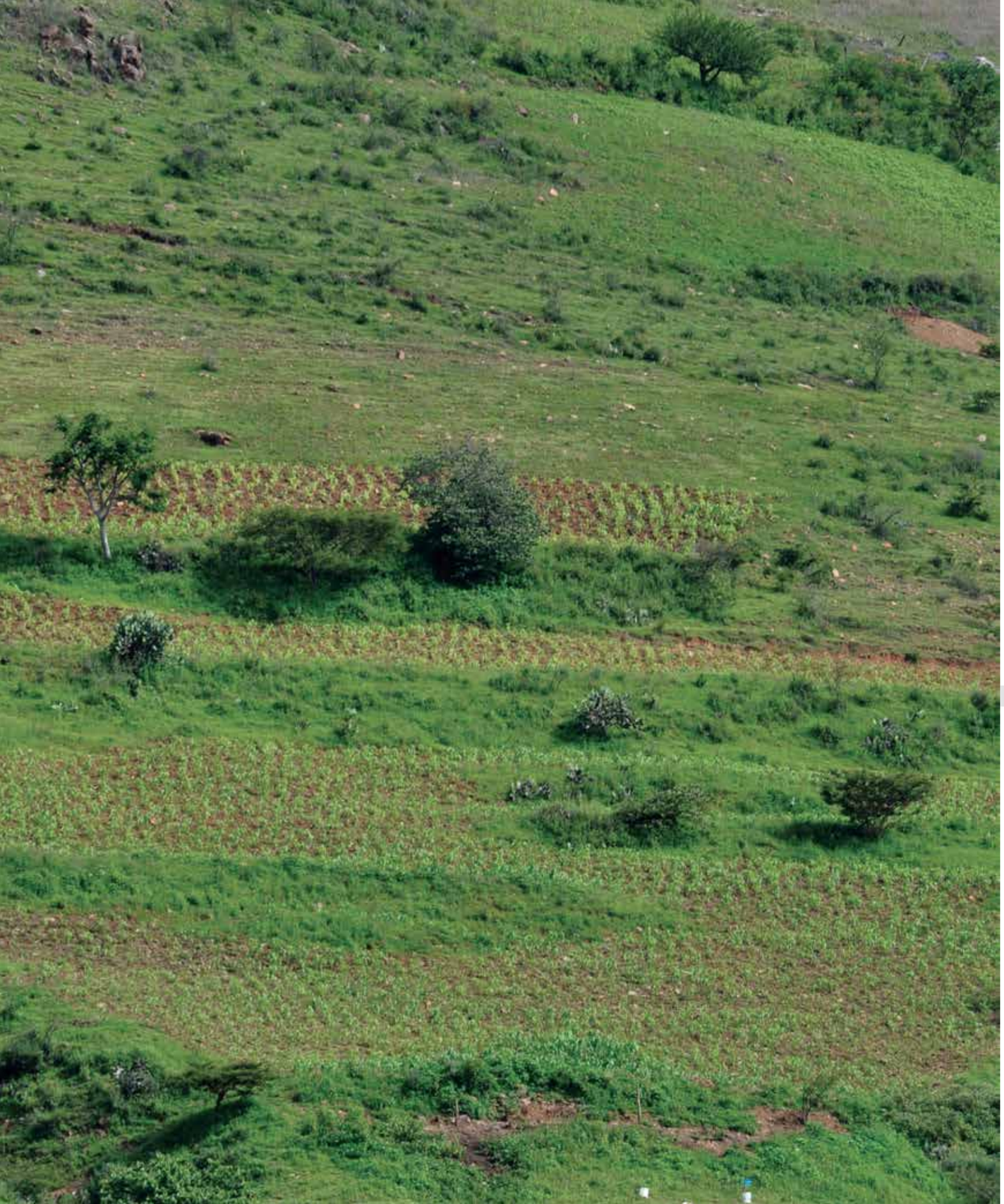
Durante el período 2002-2014 a través de la Red Maíz se lograron avances significativos en conservación, uso y aprovechamiento sostenible de las razas nativas de Maíz en México, a continuación se describen los principales resultados por cada área estratégica y línea de acción*.

*En el presente apartado, el número del superíndice corresponde a la numeración del Anexo IV (publicaciones generadas) con la cita completa, en el cual se puede consultar mayor información del resultado correspondiente.

Conservación y manejo *in situ*

Autores compiladores

José Alfonso Aguirre Gómez,
J. Arahón Hernández Guzmán,
Luis Sahagún Castellanos,
Rafael Ortega Paczka,
Flavio Aragón Cuevas,
Luis Dzib Aguilar,
Micaela de la O Olán,
Moisés Rene García Holguín,
Noel Orlando Gómez Montiel,
Osvaldo Baldemar Pérez Cuevas y
Rubén Esparza Murillo



Conservación y manejo *in situ*

Línea 1

Estudio e inventario de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura

Inventarios de campo

Con el objetivo de conocer los factores que provocan la declinación de las razas Arrocillo Amarillo, Chapalote, Palomero de Jalisco, Palomero de Chihuahua, Palomero Toluqueño, Reventador, Cónico Norteño, Tuxpeño Norteño, Ratón, Elotes Cónicos, Cacahuacintle, Tuxpeño, Dzit-Bacal y Nal-Tel, se realizaron más de 600 entrevistas y encuestas a productores de las principales zonas productoras de maíz nativo en los estados de Sonora, Sinaloa, Estado de México, Michoacán, Yucatán, Veracruz, Puebla, Chihuahua, Guerrero y Ciudad de México, en algunos casos también se realizó el análisis de bases de datos de colectas previas y estudios etnobotánicos. A continuación, se exponen los principales resultados de estos estudios:

En las razas: Palomero Toluqueño, Arrocillo Amarillo y Cacahuacintle se aplicaron 253 entrevistas a productores en 26 municipios del Estado de México y cuatro delegaciones de la Ciudad de México (Cuadro 2). Las entrevistas consistieron en 80 preguntas y fueron divididas en los siguientes apartados: «datos generales del productor y el cultivo», «siembra y flujo de semilla», «fertilización», «plagas y enfermedades», «cosecha», «almacenamiento y comercialización», «destino, uso y conservación», «inventario, costos e ingresos», «apoyos institucionales» y «migración». Se identificaron ocho factores que intervienen en la declinación de estas razas: 1) baja rentabilidad de los maíces nativos, 2) condiciones agroecológicas y climáticas, 3) baja productividad del cultivo, 4) precios bajos en el mercado, 5) cambios climáticos que afectan el cultivo, principalmente durante la siembra, 6) falta de conocimiento sobre la importancia de su conservación y su diversificación, 7) cambios culturales, debido a que se ha abandonado el intercambio de semilla, por lo que el flujo de semillas es mínimo y 8) el uso limitado de algunas razas. Los factores que más afectan son: la baja productividad y rentabilidad del maíz nativo, los cuales están relacionados con el costo de oportunidad o costo alternativo, por lo que prefieren cultivar otro producto más rentable como flores, forrajes, hortalizas, papa y frijol [16, 54].

En otro estudio que también se realizó en el Estado de México, se llevó a cabo un análisis de la diversidad y situación actual de las razas de maíz presentes en el estado, para ello, se realizaron 357 encuestas en 14 municipios que fueron agrupados en tres regiones agrícolas: Región I (Tejupilco, Luvianos, Tlatlaya, Amatepec), Región II (Villa Victoria, Temoaya, Otzolotepec, Xonacatlán, Zinacantepec y Amalnalco de Becerra) y Región III (Polotitlán, Acambay, Temascalcingo y Aculco). Los resultados indicaron que la edad promedio de los productores en las tres regiones es de 51 años, la escolaridad promedio es de 4 años de educación básica, en cuanto a superficie sembrada, el promedio de las tres regiones es de 2.84 ha y respecto a los rendimientos por hectárea, el promedio es de 2.99 t/ha, siendo la región I, la de

Cuadro 2. Municipios del Estado de México y Delegaciones de la Ciudad de México donde se realizaron las entrevistas.

Entidad federativa	Municipio/Delegación
Estado de México	Almoloya de Juárez, Calimaya, Mexicaltzingo, Santiago Tianguistenco, Tenango del Valle, Apaxco, Hueypoxtla, Tequixquiac, Zumpango, Amecameca, Atenco, Tenango del Aire, Texcoco, Tlalmanalco, Tejupilco, Temascaltepec, Acambay, Atlacomulco, El Oro, Jocotitlán, Temascalcingo, Coatepec Harinas, Tenancingo, Zumpahuacán, Valle de Bravo y Jilotepec.
Ciudad de México	Milpa Alta, Xochimilco, Tláhuac y Tlalpan.

menor rendimiento con 2.01 t/ha. En términos generales para las tres regiones, la mayor parte de la producción es para autoconsumo. Se documentó que en el estado se encontraron al menos 17 razas, dos subrazas, mezclas varietales y generaciones avanzadas de 12 híbridos (Cuadro 3). La raza más representada fue Cónico con 119 registros.

Así mismo, en base a la información obtenida, se elaboró el Plan de desarrollo regional, en donde se consideraron los factores físicos, bióticos y sociodemográficos que inciden de una u otra forma en el desarrollo de los productores que se dedican al cultivo de razas de maíz. En el Plan se proponen las siguientes estrategias: 1) estimular y apoyar la organización y el desarrollo humano de los productores de maíces nativos del Estado de México, 2) impulsar y apoyar la producción y comercialización de los productos de la región, 3) promover la innovación y el uso de tecnología de punta en toda la cadena productiva, 4) crear y promover nuevas formas de financiamiento en apoyo a los productores de la región y 5) establecer políticas de desarrollo sostenible que implementen procesos de conservación con la participación de productores, investigadores y entidades gubernamentales [47].

Cuadro 3. Relación de razas de maíz localizadas en las tres regiones de trabajo del Estado de México.

Raza	Regiones de Trabajo			Total
	I	II	III	
Cónico	-	47	72	119
Sub-raza Elotes Cónicos	1	31	17	49
Mushito	4	9	29	42
Tuxpeño	34	-	1	35
Tabloncillo	17	1	10	28
Pepitilla	3	1	16	20
Mezclas varietales	3	2	11	16
Cacahuacintle	-	11	1	12
Generaciones avanzadas de híbridos	10	2	-	12
Celaya	8	-	-	8
Cónico Norteño	-	4	4	8
Olotillo	1	-	6	7
Olotón	-	2	4	6
Sub-raza Elotes Occidentales	3	-	-	3
Arrocillo Amarillo	1	-	1	2
Cubano Cristalino Tuxpeño	-	-	2	2
Palomero Toluqueño	-	1	-	1
Bolita	-	1	-	1
Complejo Serrano de Jalisco	-	-	1	1
Chalqueño	-	-	1	1
Vandeño	1	-	-	1
Total	**86**	**112**	**176**	**374**

Región I: Tejupilco, Luvianos, Tlatlaya, Amatepec. Región II: Villa Victoria, Temoaya, Otzolotepec, Xonacatlan, Zinacantepec y Amalnalco de Becerra. Región III: Polotitlan, Acambay, Temascalcingo y Aculco. Cuadro adaptado de: Herrera Ayala, 2011 [47]

En el sureste de Coahuila se elaboró una propuesta de modelo para la conservación *in situ* de las razas: Cónico Norteño, Tuxpeño Norteño, Ratón y Elotes Cónicos, para lo cual se realizó un análisis de la situación actual de la producción y la diversidad de maíces del estado y los mecanismos de abastecimiento de semillas. Para ello, se aplicaron encuestas a 600 productores de 60 localidades pertenecientes a cinco municipios (Saltillo, Arteaga, General Cepeda, Parras y Ramos Arizpe) del sureste del estado. Los resultados de este informe, identificaron que la conservación de la diversidad de semillas de maíz en la región es amenazada por diversos factores como: reducción de la superficie destinada al cultivo debido a su baja productividad y rentabilidad; falta de mercado para la venta de los pequeños excedentes generados por los productores; y por las fuertes pérdidas de cosecha ocasionadas por las sequías que se presentan. En base a lo anterior, el modelo de conservación propuesto se basa en las características que presenta la producción de maíz de la región, en el reconocimiento de los mecanismos de abastecimiento de semillas que se utilizan en la actualidad y en la revisión de los principales mecanismos utilizados en México y en otros países para promover la conservación de la diversidad de especies cultivadas. El modelo propuesto para la conservación y mejora de diversidad contempla cuatro componentes integrales: 1) investigación y conservación a cargo de investigadores y extensionistas, 2) extensionismo y capacitación, 3) fortalecimiento y desarrollo de mercados, 4) mejora de beneficios de los agricultores (Figura 2).[1]

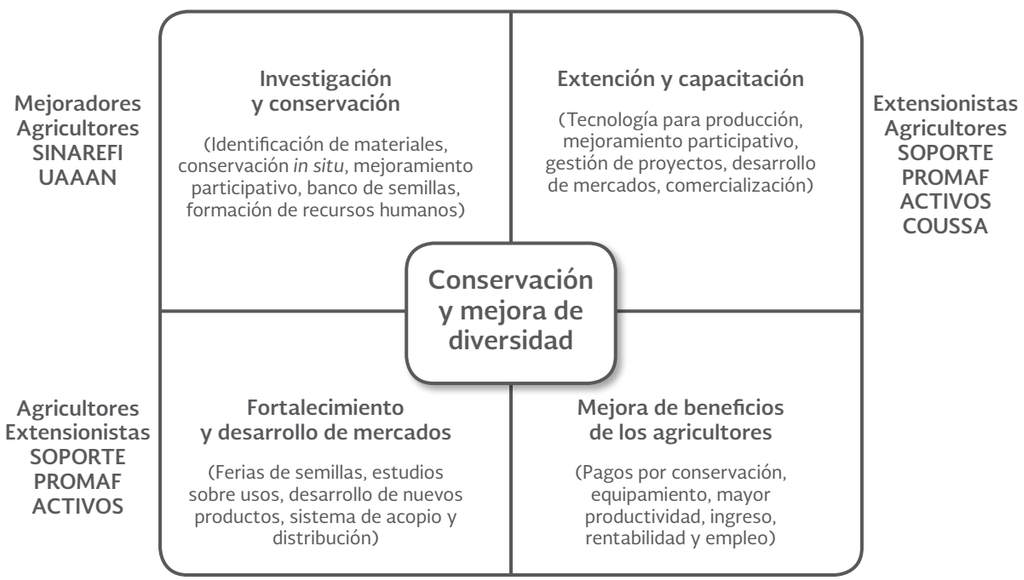


Figura 2. Modelo para la conservación y mejora de la diversidad de maíces en Coahuila. Fuente: Aguirre Moreno *et al*., 2011[1]

Por otra parte, en los inventarios realizados en la península de Yucatán, se encontró que los milperos peninsulares cultivan diversas poblaciones de maíz, principalmente de las razas Tuxpeño, Dzit-Bacal y Nal-Tel (Cuadro 4). Algunas de las razones por las que cultivan dichas razas de maíz son: a) adaptación a los diferentes tipos de suelos presentes en las milpas; por ejemplo, los maíces precoces (Nal-Tel) y variedades mejoradas se siembran en los suelos fértiles y los tardíos de grano amarillo (Dzit-Bacal y Tuxpeño) en suelos menos fértiles y pedregosos; b) resistencia a los períodos de sequía que se presentan durante el desarrollo de las plantas; los maíces precoces (Nal-Tel) son más susceptibles y los tardíos de grano amarillo (Dzit-Bal y Tuxpeño) son más resistentes; c) los maíces amarillos son menos dañados en los almacenes tradicionales; aunque, las familias yucatecas prefieren comer tortillas elaboradas con maíz de grano blanco y los comerciantes sólo compran granos de este color. Sin embargo, además del maíz de grano blanco y amarillo los de grano morado se cultivan en pequeñas superficies porque éstos se utilizan en la preparación de alimentos especiales como el «relleno negro»[46, 48].

En las razas Reventador, Chapalote, Palomero Toluqueño, Arrocillo Amarillo, Palomero de Chihuahua y Palomero de Jalisco, se aplicaron 349 encuestas a agricultores de 26 comunidades pertenecientes a 17 municipios de ocho estados (Sinaloa, Sonora, Michoacán, Estado de México, Veracruz, Chihuahua, Guerrero y Puebla), además se realizó un análisis de la diversidad biológica de maíz en las áreas de estudio, para lo cual, se estimaron cuatro índices de diversidad (Margalef; Berger-Parker; Shannon-Wiener; Simpson) para ello se utilizó la base de datos de CONABIO sobre distribución de maíces nativos en México.

De acuerdo a las entrevistas aplicadas se identificó que en Sonora y Sinaloa de toda la riqueza observada en campo conforme a los registros solo el 3 % de ella pertenece a la raza Reventador y 8 % a Chapalote, lo que señala el grado de amenaza que tienen estos materiales en estos estados, lo cual se atribuye a la introducción de nuevos materiales con mayor rendimiento. La raza Palomero Toluqueño, se registró en las comunidades de San Marcos Tlazalpan en el Estado de México, con un 15 % de las entrevistas realizadas para esta raza. En cuanto

Cuadro 4. Poblaciones de maíces nativos reconocidos en Yaxcabá, Yucatán.

Raza	Población	Ciclo
Nal-Tel	Amarillo (kan-nal) Blanco (sac-nal)	Siete semanas
Nal-Tel x Tuxpeño (Xme Jen-Nal)	Amarillo (kan-nal) Blanco (sac-nal)	Dos meses
	Amarillo (kan-nal) Blanco (sac-nal)	Dos meses y medio
Dzit-Bacal (T Sut-Bacal)	Amarillo (kan-nal) Blanco (sac-nal)	Tres meses y medio
Tuxpeño (X-Nuc-Nal)	Amarillo (kan-nal) Blanco (sac-nal) Pix-cristo Xhe-ub Chac-chob Xgranada-nal Xwob-nal	Cuatro meses

a la raza Palomero de Chihuahua se identificó a tres productores que aún la siembran. En tanto que la raza Palomero de Jalisco no se encontró en los estados registrados. La raza Arrocillo Amarillo se encontró en los municipios de Altotonga, Veracruz y Cuyoaco, Puebla.

En cuanto al análisis de diversidad, los índices estimados para ello reflejaron que: la raza Reventador en los estados de Sinaloa y Sonora se encuentran seriamente amenazados al obtener un valor de 1.43 de riqueza mientras que la misma raza en Michoacán presenta un indicador de 6.16 en el índice de Margalef. La raza Arrocillo Amarillo obtuvo un valor de 5.03 indicando una dominancia de esta raza en la región de estudio (Cuadro 5). El estudio concluye que las razas de tipo palomero en el norte del país se encuentran seriamente amenazadas por la introducción de materiales con rendimientos mayores y con mayor demanda en el mercado, atenuando a ello se encuentra la migración y la edad avanzada de los pocos agricultores que siembran estas razas.

Así mismo, en el año 2009, con el objetivo de conocer el estatus de la representatividad de las razas mexicanas de maíz en las colecciones nacionales, se realizó un inventario de las accesiones resguardadas en los bancos de germoplasma de INIFAP, CIMMYT, UDG, UACh, IPN-CINVESTAV y ECOSUR. Los resultados indicaron que hay razas poco y mayormente representadas, así mismo se identificaron algunos de los factores que lo propician (Cuadro 6). Se identificaron 32 razas de maíz como prioritarias para la recolecta: Chapalote, Harinoso de Ocho, Dulce, Dulcillo, Elotero de Sinaloa, Reventador, Onaveño, Tabloncillo, Tablilla de Ocho, Gordo, Bofo, Jala, Palomero Toluqueño, Cacahuacintle, Palomero de Chihuahua, Apachito, Azul, Conejo, Chiquito, Nal Tel de Altura, Tehua, Zapalote Grande, Motozinteco, Serrano de Jalisco, Cónico, Zamorano Amarillo, Coscomatepec, Mixeño, Arrocillo Amarillo, Serrano de Oaxaca, Blandito y Cubano Amarillo (en el caso de las últimas tres razas, aún se encuentra en discusión su aceptación como raza).

Cuadro 5. Índices de diversidad y riqueza de cinco razas.

Índice	Reventador	Chapalote	Reventador	Palomero Toluqueño	Arrocillo	Palomero de Chihuahua
Margalef	1.43	2.70	6.16	3.75	5.03	2.94
Berger-Parker	0.06	0.08	0.35	0.16	0.21	0.03
Shannon-Wiener	2.08	2.19	2.13	1.68	1.65	2.17
Simpson	0.81	0.86	0.86	0.78	0.77	0.87

Cuadro 6. Raza y factores identificados de acuerdo a la representatividad en las colecciones nacionales.

	Raza	Factores
Poco representadas	Chapalote, Harinoso de Ocho, Blandito, Dulce, Dulcillo, Elotero de Sinaloa, Reventador, Onaveño, Tabloncillo Ahumado, Tablilla de Ocho, Gordo, Bofo, Jala, Palomero Toluqueño, Cacahuacintle, Palomero de Chihuahua, Apachito, Azul, Conejo, Serrano de Oaxaca, Chiquito, Nal Tel de Altura, Tehua, Cubano Amarillo, Zapalote Grande, Motozinteco, Serrano de Jalisco, Cónico. Zamorano Amarillo, Coscomatepec, Mixeño, Arrocillo amarillo.	• Baja frecuencia desde su reconocimiento como razas o como grupo taxonómico diferente. • Adaptación a condiciones agroecológicas muy particulares. • Asociado a un uso muy particular que se perdió o disminuyo con la migración o por presión de nuevas tendencias del mercado. • Cambio en los sistemas de cultivo, costumbres culinarias, ambientales y uso de la tierra. • Pocas colectas.
Mayormente representadas	Tuxpeño, Celaya, Chalqueño, Cónico, Cónico Norteño, Elotes Cónicos, Ratón, Tabloncillo, Elotes Occidentales, Olotillo, Tabloncillo Perla, Tuxpeño Norteño, Nal Tel, Vandeño.	• Tienen un uso importante en la actualidad. • Su adaptación a las condiciones de su área de adaptación les da una ventaja comparativa con otros materiales. • El rendimiento o características de grano o forraje son lo que requiere el mercado. • El área de adaptación es amplia. • Tolerancia a plagas y enfermedades. • Productivas en diferentes nichos ecológicos.

Conservación y manejo *in situ*

Línea 2

Apoyo al manejo y mejoramiento en fincas de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura

Para el análisis de esta línea se utilizó como referencia la propuesta de Hocdé (2006), que propone que cualquier esquema de fitomejoramiento participativo lleva cinco etapas: 1) definición del ideotipo y despliegue de requisitos, 2) creación de variabilidad genética, 3) selección de materiales, 4) evaluación, 5) difusión y producción de semillas. Las cuales pueden realizarse en diferente orden dependiendo de los productores y cultivos en los cuales se lleva a cabo.

Se llevó a cabo fitomejoramiento participativo en 25 razas: Jala [56, 23], Zapalote, Nal-Tel [18], Ancho, Tuxpeño [32], Bofo [23], Cónico Norteño [32], Ratón [32], Elotes Cónicos [32], Chalqueño [2], Pepitilla, Ancho, Comiteco, Olotón, Tehúa, Tepecintle, Bolita, Conejo, Cacahuacintle [2], Tabloncillo Perla, Elotero de Sinaloa, Celaya [32], Tuxpeño Norteño, Cónico y Elotes Occidentales [32] en 10 estados del país: Nayarit, Puebla, Yucatán, Estado de México, Oaxaca, Chiapas, Coahuila, Sinaloa, Guanajuato y Guerrero con la participación de más de 150 agricultores.

Destacan las razas Chalqueño y Cacahuacintle en el área conocida como Chalco-Amecamenca, Estado de México, se trabajó de la etapa I a la V a través de la cruza de materiales criollos con mejorados por medio de polinizaciones controladas mediante un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones. Se combinaron 60 materiales de maíces cremas tardíos, 40 materiales de maíces amarillos y precoces y 32 materiales de maíces azules. Se obtuvieron variedades de grano de color crema y azul sobresalientes en rendimiento y caracteres agronómicos. Se obtuvo una variedad mejorada de Cacahuacintle (ARR-11) y tres de Chalqueño combinadas con mejorados, de estas «Estrella» y «Eloísa» son de grano de color crema y «Celeste» de grano morado.

En las razas Dzit-Bacal y Tuxpeño [18] en las comunidades de Yaxcabá, Muna y Xoy, Yucatán con la participación de tres productores se atendió de la etapa I a la IV, se obtuvieron seis selecciones de Nal-Tel, un maíz precoz de maíces tardíos de las razas Dzit-Bacal y Tuxpeño por rendimiento y adaptabilidad a sequía. La semilla obtenida de Nal-Tel fue entregada a los agricultores de la localidad para su siembra en los próximos ciclos agrícolas. En las razas Jala y Bofo en las comunidades de los municipios de Jala, San Pedro Lagunillas, Xalisco, Huajicori y El Nayar, Nayarit con la participación de 24 agricultores, se atendió de la etapa I a la III. En las razas Celaya, Tablilla de Ocho y Elotes Occidentales [43] en la región agro ecológica «El Bajío», en los municipios León, Celaya y Cortazar, Guanajuato, se trabajó con 17 agricultores y se atendió de la etapa I a la III para mejorar características de interés de sus maíces criollos como sanidad, altura, rendimiento y vigor.

En las razas Ancho y Cónico en las delegaciones de Tlalpan (Topilejo) y Milpa Alta (San Bartolo Xicomulco) (conocidas como delegaciones con suelos de conservación de la Ciudad de México) con la participación de dos productores se atendió de la etapa I a la III para mejorar rendimiento y contenidos totales de antocianinas en maíces azules. Como resultado de las primeras etapas del fitomejoramiento participativo se seleccionaron 50 materiales con características de interés para los agricultores.

Conservación y manejo *in situ*

Línea 3

Asistencia a los agricultores en casos de catástrofe para restablecer los sistemas de cultivo

Con el objetivo de disponer de semilla de las variedades locales que usan los agricultores, así como para el restablecimiento de los sistemas de cultivo en caso de catástrofes naturales o pérdida de semilla, se establecieron 26 Bancos Comunitarios de Semillas (BCS) en nueve estados del país, los cuales disponen de semilla principalmente del sistema milpa: maíz, frijol y calabaza (Figura 3). Algunos ejemplos de entrega de semilla a productores son: el banco comunitario de calabaza de la comunidad de Zoatecpan del municipio de Xochitlán de Vicente Suárez, Puebla, apoyo la entrega de semilla de calabaza a 50 agricultores de 25 comunidades de 13 municipios del estado, esto debido a la perdida de sus cosechas por inundaciones. Por su parte el BCS de San Juanito Bocoyna, Chihuahua, entrego a ocho productores semillas de maíz de cuatro razas nativas del estado (Gordo, Apachito, Cristalino de Chihuahua y Azul), a fin de restablecer sus siembras y recuperar estás razas nativas [45, 17, 26, 24].

Por otra parte destaca, el estado de Oaxaca, donde en 2005 se establecieron cinco BCS coordinados por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Aragón-Cuevas, 2015). En los cinco BCS se conservan 494 muestras de 19 cultivos: maíz, calabaza, frijol, ajonjolí, chile, teocintle, tomate, café, melón, sandía, entre otros, participan más de 154 agricultores. Como parte del fortalecimiento de las capacidades de los responsables de los BCS se impartieron 14 cursos sobre temas de interés de los productores en: conservación, mejoramiento y producción de semilla de maíces nativos, abonos orgánicos, producción orgánica, control de plagas del follaje, control de plagas de almacén, fertilización y uso de abonos verdes [45] (Figura 4).

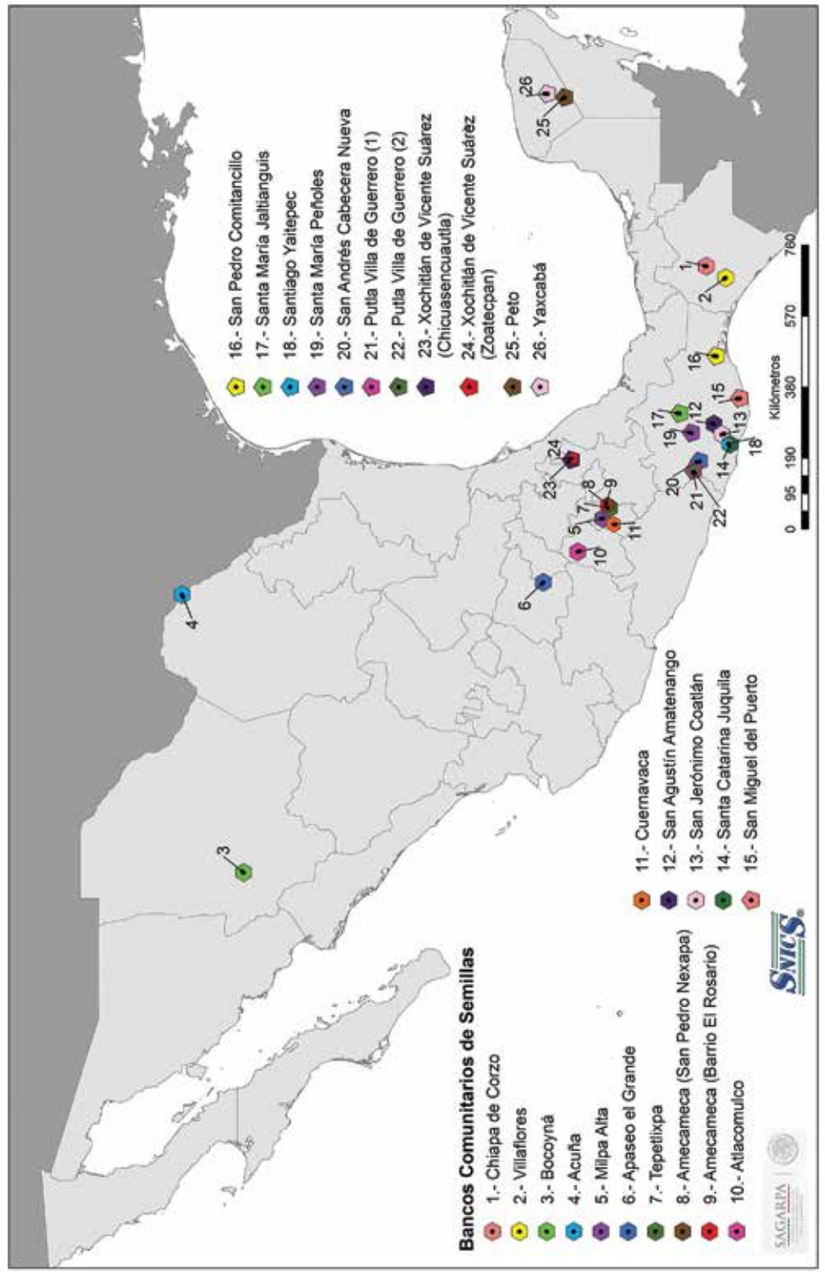


Figura 3. Distribución de Bancos Comunitarios de Semillas.

Figura 4. Cursos de capacitación a los responsables de los Bancos Comunitarios de Semillas en Oaxaca.

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

Con el objetivo de conservar la diversidad genética de las razas nativas de maíz en México, durante el período 2009-2013, se promovió la estrategia denominada «Incentivos a la conservación *in situ* de las razas nativas de maíz en México», a través de la cual se logró conservar *in situ*[a] poblaciones representativas de 52 razas nativas con cuatro variantes cada una. Participaron al menos 22 integrantes de la Red Maíz de ocho instancias de investigación a nivel nacional, la estrategia se implementó en 20 estados de la República Mexicana y logro la colaboración de más de 450 agricultores denominados «Guardianes ó Custodios»[b] (Figura 5 y 6; Anexo II). Los guardianes se identificaron con el apoyo de los investigadores de las diferentes instancias del país, los criterios básicos fueron: 1) sembrar poblaciones de las razas con las características más puras y 2) llevar al menos 15 años sembrando la raza. Una vez identificados los Guardianes de dichas poblaciones se vinculó directamente con el investigador especialista en maíz para capacitarlo en un mejor manejo y selección de semilla. Además de difundir la siembra de la raza a través de la entrega de semilla a productores de la comunidad del productor «Guardian».

La edad promedio de los guardianes fue de 56 años para el caso de los hombres y 46 años para las mujeres, sin embargo, se encontró que la edad máxima en hombres es de 99 años y en mujeres de 87 años. El dato anterior es de relevancia puesto que uno de los principales problemas en la pérdida de las razas, es la edad avanzada de los agricultores que las siembran, sin relevos generacionales. Existen agricultores que tienen hasta 32 años consecutivos sembrado la misma raza.

Los principales cultivos asociados al maíz son frijol y calabaza, aunque también se intercala con chile, jitomate, tomate verde, haba, chicharos y chía. Los usos registrados de las razas fueron: elaboración de tortillas (blanditas, tlayudas, totopos, gorditas, semitas, gorditas de horno), elotes cocidos, tamales, atoles, pinole, pozole, galletas (coricos, ponteduros), postres, tés, caldos, bebidas endulzadas (tejate) y fermentadas (tejuino o tesgüino), palomitas, hojas para tamal, forraje para el ganado y alimento para gallos y gallinas. Las principales características sobresalientes de las razas nativas de maíz reportadas por los agricultores son: excelentes para nixtamal, fáciles de desgranar, granos blandos, excelentes para usos locales, rendidores para la masa, nutritivos y sabor. Además, diversas razas son reportadas como tolerantes a sequía y heladas, así como tolerantes a diversas plagas de almacén principalmente. Sin embargo, también se reportan diversas desventajas como pérdida de cosecha por: sequía, heladas, acamé, susceptibilidad a plagas y enfermedades como: gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), gallina ciega (*Phyllophaga* sp, *Cyclocephala* sp., *Diplotaxis* sp., *Macrodactylus* sp., y *Anomala* sp.), gusano de alambre (*Agriotes* sp.), chahuistle (hongo microscópico que ataca las hojas y los tallos del maíz), picudos (*Geraeus senilis*, *Nicentrites testaceipes*) entre algunas otras plagas, así como pudriciones de la mazorca.

Al realizar un mapa con la ubicación geográfica de los «Guardianes» la mayoría coincide con la distribución de grupos étnicos en México, se registraron 14 grupos étnicos diferentes (Cuadro 7) de los 68 reportados por la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas (CDI) lo que representa el 20 %.

[a] En su hábitat natural, con el fin de permitir a las poblaciones nativas evolucionar frente a los factores ambientales y de selección humana, así como continuar el trabajo en conjunto con los agricultores, que han tenido y continuarán teniendo un papel fundamental tanto en la diversificación como en la conservación de la diversidad existente de los maíces nativos.

[b] Agricultores cooperantes los cuales fueron seleccionados por poseer las poblaciones representativas de las razas más puras, es decir cumplen con las características morfológicas establecidas en la descripción de las razas..

Algunos de los principales impactos derivados de la estrategia de "«Incentivos a la conservación *in situ* de razas nativas de maíz en México» son:

1. **Conservación *in situ* de la diversidad genética de las razas de maíz.** Se conservaron en sus lugares de origen y lugar principal de distribución, poblaciones representativas de 52 razas con cuatro variantes cada una.[33, 38, 15, 47]

2. **Distribución de semilla**. Como parte de la estrategia, los Guardianes entregaron semilla a otros productores de la comunidad con el objetivo de incrementar la superficie sembrada de la raza.

3. **Cursos y talleres de capacitación.** A través de las actividades de vinculación investigador-productor, se realizaron diferentes talleres entre los que destacan: selección masal estratificada, producción de semillas, manejo agronómico, fertilizantes orgánicos, resguardo de semilla y grano.

4. **Generación de productores emprendedores:** Se integraron redes de productores para comercializar semilla de maíz nativo para cubrir demanda de semillas de temporal, pues la «semilla de guardianes de maíz» se reconoce como semilla de calidad. De este modo se establecieron pequeñas empresas familiares para la producción de semilla nativa.

5. **Fomento al consumo de productos tradicionales elaborados a partir de razas de maíz específicas.** Por ejemplo, de las tortillas de gran tamaño denominadas «tlayudas» y la bebida de cacao llamada «téjate» elaboradas con la raza Bolita. Mientras tanto en la región del Istmo de Tehuantepec, es típico encontrar los reconocidos totopos, los cuales son hechos exclusivamente con maíz de las razas Zapalote Chico y Zapalote Grande, que gracias a su textura dentada y buenas propiedades del almidón permiten buena calidad para este producto.

Cuadro 7. Relación de grupos étnicos y su asociación con razas nativas de maíz.

Grupo étnico	Raza asociada
Maya	Dzil-Bacal, Nal-Tel y Tuxpeño.
Mayo	Chapalote.
Huichol	Bofo, Harinoso de Ocho y Tuxpeño.
Mixteco	Chalqueño, Conejo, Cónico, Olotillo, Olotón, Tuxpeño y Zapalote Grande.
Náhuatl	Ancho, Chalqueño, Pepitilla, Reventador y Tabloncillo.
Otomi	Palomero Toluqueño.
Zapoteco	Bolita y Zapalote Chico.
Tzotzil	Olotón, Tehúa y Tepecintle.
Tarahumara	Apachito.
Chimanteco	Tepecintle y Tuxpeño.
Chatino	Comiteco y Tuxpeño.
Mazateco	Olotón.
Mixe	Nal-Tel de Altura, Olotón y Zapalote Grande.
Purépecha	Elotes Occidentales.

6. **Identificar materiales sobresalientes para la industria**. Por ejemplo, la raza Celaya color de grano blanco, cubre los rangos de calidad establecidos por la industria de la masa y la tortilla. La raza Tablilla de Ocho es llamada maíz ancho, su aceptación se basa en la elaboración de tamales para la mayoría de comunidades de esta región. La raza Elotes Occidentales se utiliza principalmente para la venta de elotes y grano para elaboración de pozole.

7. **Identificar materiales resistentes a condiciones climáticas adversas.** Por ejemplo, la raza Reventador llamada por los habitantes de la región como Layole di kuihxtic (náhuatl), que se siembra en el estado de Michoacán de Ocampo en el municipio de Aquila, la denominan como «*es el mero Rey para la sequía*», dado que resiste hasta un mes sin lluvia, es un material que no se pica y con buen rendimiento en la elaboración de masa. La raza Ancho conservada en el municipio de Acajete, Puebla, se reporta como tolerante a las heladas, se cultiva a los 2,786 metros de altitud, en régimen de temporal, color de grano crema, textura dentada y forma de la mazorca cónica.

8. **Identificar materiales resistentes a plagas y enfermedades.** Por ejemplo, la raza Palomero Toluqueño, conservada en el estado de Guerrero, municipio de Teloloapan, la mazorca registra la característica de tolerante a plagas de almacén, además de que no se pudre. Es un material de temporal con color de grano blanco cremoso, con textura cristalina y forma de mazorca cónica. Con esta misma característica se reporta la raza Ancho, conservada en el estado de Guerrero, municipio de Acapetlahuaya. Es un material de temporal con color de grano blanco ámbar, textura cristalina y forma de la mazorca cilíndrica.

Estudio de caso, Guanajuato

Por ejemplo, en la región agro ecológica «El Bajío», en los municipios de León, Celaya y Cortazar, Guanajuato, donde a partir de 2005 se iniciaron trabajos con seis agricultores de la región, bajo el esquema de fitomejoramiento participativo y posteriormente en 2008 se adoptó la estrategia de incentivos a la conservación *in situ* de razas nativas de maíz, se implementó el modelo integral de sostenibilidad de recursos naturales y estabilidad de la producción, el cual contempla cinco elementos estratégicos: 1) labranza de conservación, 2) nutrición orgánica, 3) selección y mejoramiento de semilla criolla, 4) manejo ecológico de plagas y 5) almacenamiento de granos y semillas (Figura 7).

Como parte de los resultados del modelo, se logró incrementar el rendimiento hasta 6.051 t/ha, con prácticas de labranza de conservación en comparación con la labranza tradicional (Figura 8).

La labranza de conservación contempla diversas actividades en el ciclo agrícola como: no voltear el suelo (evitar barbecho), roturación vertical (cinceleo), construcción de terrazas (evitar erosión hídrica y eólica), curvas a nivel (evitar erosión hídrica y eólica), uso de cultivos de cobertera (leguminosas) y adaptaciones a equipos y herramientas que se dispone en la unidad de producción.

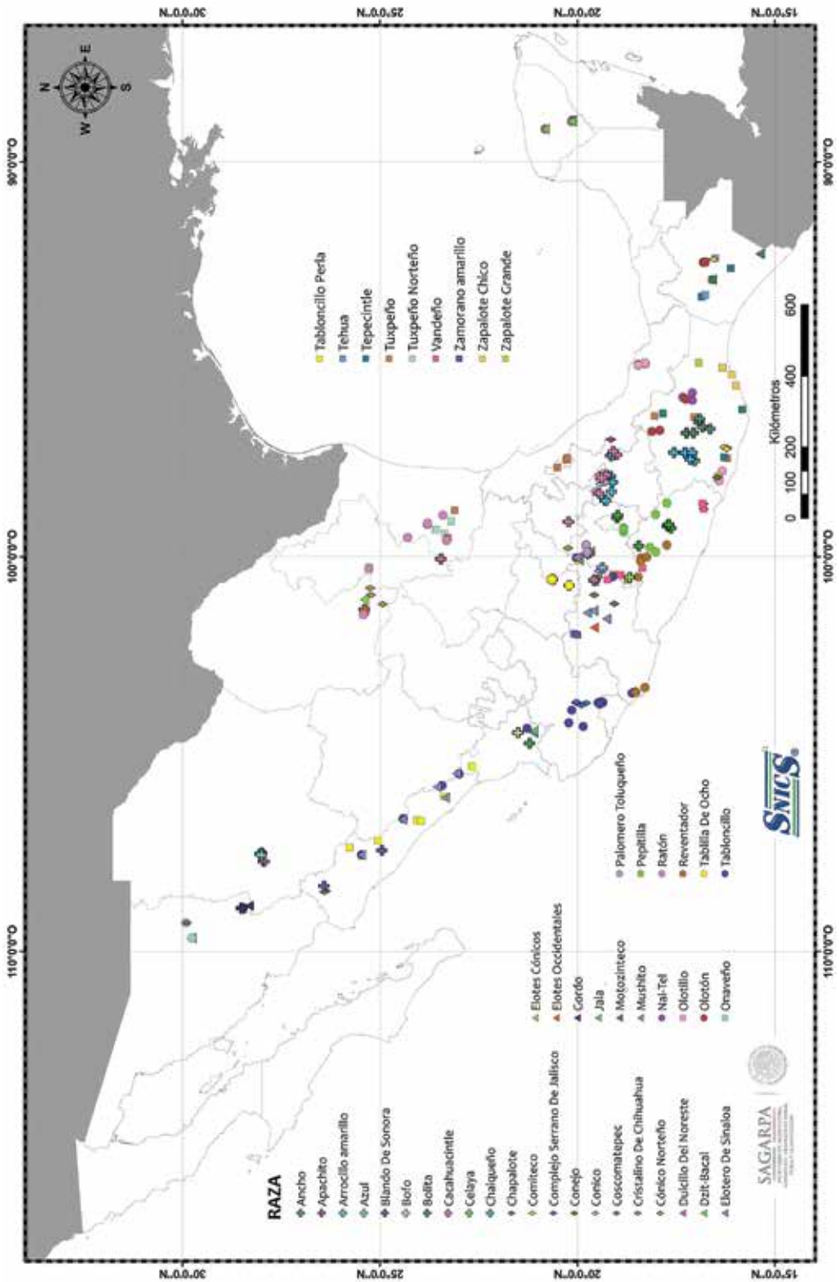


Figura 5. Razas conservadas mediante la estrategia «Incentivos a la conservación *in situ* de razas nativas de maíz en México».

Figura 6. Guardianes o custodios de Razas Nativas de Maíz en México.

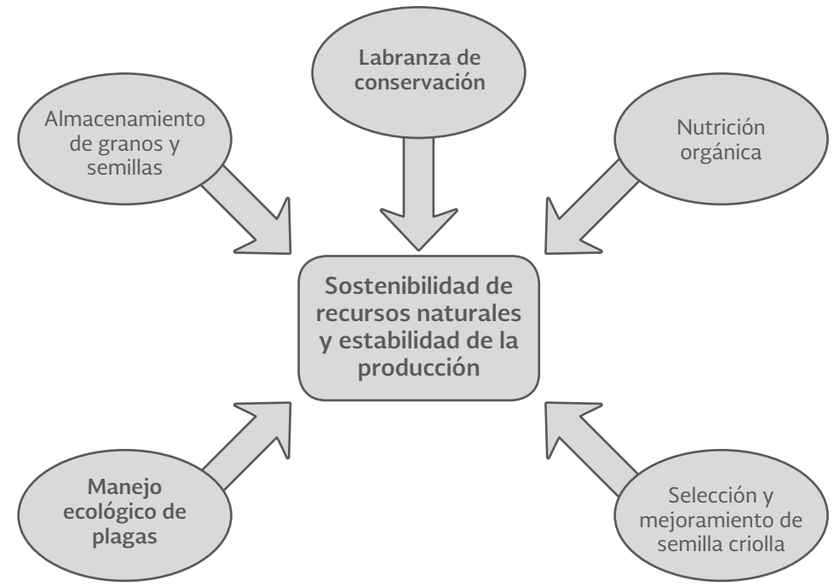


Figura 7. Elementos estratégicos del modelo de sostenibilidad de recursos naturales y estabilidad de la producción en Guanajuato.

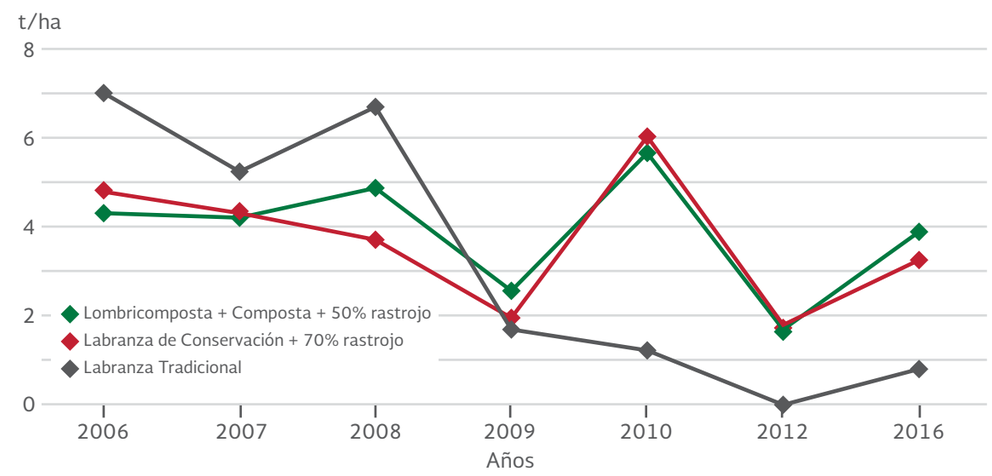


Figura 8. Resultados obtenidos en parcela fija experimental con tratamientos de labranza y aplicación de residuos orgánicos en el cultivo de maíz en condiciones de temporal.

Conservación *ex situ*

Autores compiladores

Juan Manuel Hernández Casillas,
Froylán Rincón Sánchez,
F. Humberto Castro García,
José Alfredo Carrera Valtierra y
Efraín de la Cruz Lázaro

Conservación *ex situ*

Línea 5

Apoyo a la recolección selectiva de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura

Se realizó la recolecta dirigida de poblaciones de maíz representativas de 51 razas (4,392 accesiones) (Cuadro 8, Figura 9), de las cuales 32 razas se reportaron en estudios previos como poco representadas en los bancos de germoplasma: Chapalote, Harinoso de Ocho, Dulce, Dulcillo del Noroeste, Elotero de Sinaloa, Reventador, Onaveño, Tabloncillo, Tablilla de Ocho, Gordo, Bofo, Jala, Palomero Toluqueño, Cacahuacintle, Palomero de Chihuahua, Apachito, Azul, Conejo, Chiquito, Nal Tel de Altura, Tehua, Zapalote Grande, Motozinteco, Serrano de Jalisco, Cónico, Zamorano Amarillo, Coscomatepec, Mixeño, Arrocillo Amarillo, Serrano de Oaxaca, Blandito y Cubano Amarillo (en el caso de estas últimas tres razas, aún se encuentra en discusión su aceptación como raza). No se colectaron las razas Harinoso de Ocho y Blandito. En el caso de Cubano Amarillo, se tienen tres accesiones.

Destaca las recolectas del estado de Tabasco en 46 comunidades de 15 municipios, donde se recolectaron 86 accesiones de seis razas: Nal-Tel, Olotillo, Tehúa, Tepecintle, Tuxpeño, Vandeño y Zapalote Grande. De acuerdo a Guillen-De la Cruz *et al*. (2014), el estudio de la diversidad fenotípica y el tipo de raza a la que pertenecen los maíces del estado de Tabasco está poco documentado, debido al bajo número de trabajos de recolección y caracterización morfológica de la diversidad. Por lo que estás recolectas representan un avance significativo en el estudio de la diversidad genética de las razas presentes en el estado.

Cuadro 8. Inventario de razas nativas de maíz recolectadas por la Red Maíz en México.

Raza	Accesiones	Estados de colecta	Raza	Accesiones	Estados de colecta
Ancho	39	6	Jala	24	1
Apachito	18	1	Motozinteco	10	1
Arrocillo	12	3	Mushito	77	2
Azul	44	1	Nal-Tel	27	6
Blando de Sonora	7	2	Nal-Tel de Altura	10	1
Bofo	75	2	Olotillo [28]	141	5
Bolita [7]	161	1	Olotón	52	2
Cacahuacintle	27	5	Onaveño	12	3
Celaya [28]	43	5	Palomero de Chihuahua	5	1
Chalqueño	222	10	Palomero Toluqueño	10	3
Chapalote	14	2	Pepitilla	15	4
Chiquito	1	1	Ratón [28]	114	4
Comiteco	46	2	Reventador	4	1
Complejo Serrano de Jalisco	20	2	Tablilla de Ocho	22	5
Conejo	26	2	Tabloncillo	57	8
Cónico	192	7	Tabloncillo Perla	16	3
Cónico Norteño [28]	229	6	Tehua	9	3
Coscomatepec	5	1	Tepecintle	45	5
Cristalino de Chihuahua	236	1	Tuxpeño [7, 28]	334	13
Dulce de Jalisco	27	5	Tuxpeño Norteño 2[8]	93	4
Dulcillo del Noroeste	9	3	Vandeño	28	4
Dzil-Bacal	19	4	Zamorano Amarillo	5	3
Elotero de Sinaloa	9	3	Zapalote Chico	134	2
Elotes cónicos [28]	13	7	Zapalote Grande	19	3
Elotes occidentales	28	6	Razas no identificadas	1583	
Gordo	21	2			
Cubano amarillo	3	1			
			Total	**4,392**	

El superíndice indica la publicación donde se puede consultar con mayor detalle el resultado.

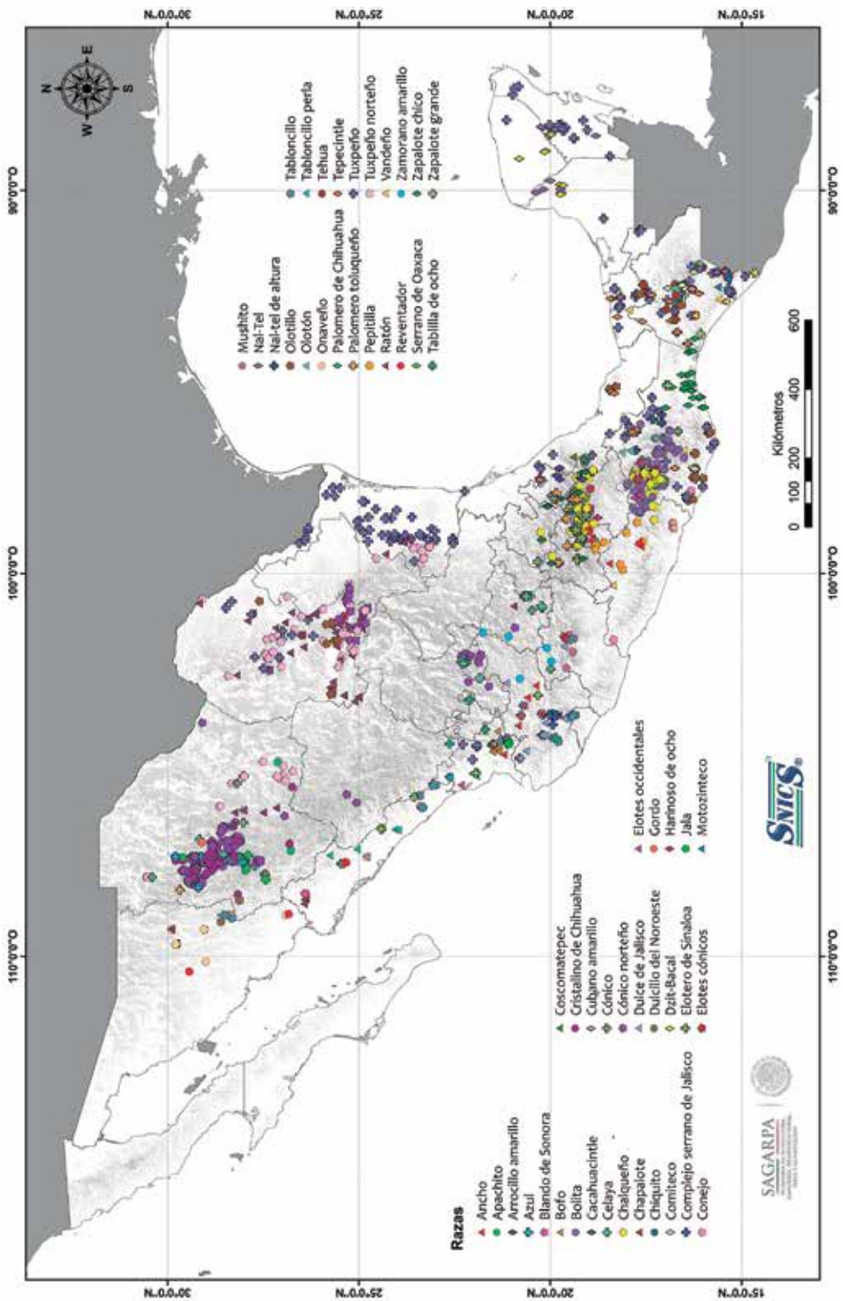


Figura 9. Distribución de recolectas de razas de maíz (*Zea mays* L. subsp. *mays*).

Conservación *ex situ*

Línea 6

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

La Red Maíz mantiene en resguardo 16,478 accesiones, de las cuales 4,392 (26.574 %) corresponden a recolectas realizadas por la Red en el período de 2002 al 2014, el resto son duplicados de instituciones como el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) [(6,734 accesiones) (40.866 %)] y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) [(5,352 accesiones) (32.479 %)].

Las 16,478 accesiones se resguardan en cuatro Centros de Conservación de Semillas Ortodoxas (CC-SO), el ICAMEX y el Depositario Nacional de Referencia de Semillas (DNRS). El CC-SO Occidente a cargo de la Universidad de Guadalajara resguarda el mayor número 11,593 accesiones (70.3 %), mientras que el menor número se resguarda en el ICAMEX con el 1.2 % (Cuadro 9). Destaca que en el DNRS se resguardan 93 accesiones de dos especies de teocintle: *Zea diploperennis* Iltis, Doebley & R. Guzmán, 1979 y *Zea mays* subsp. *mexicana* (Schrad.) Iltis, 1972. De la primera se tienen dos accesiones, mientras que de la segunda se resguardan 91. Así mismo, el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) resguarda un duplicado de 8,961 accesiones, de las cuales 7,226 corresponden al CIMMYT y 1,735 a recolectas hechas por la Red a través de diversas instancias: UACh (654), INIFAP (496), CP (482), UAAAN (56), UAS (24) y UAN (23).

De las 16,478 accesiones en resguardo, 9,258 (56.1 %) corresponden a recolectas hechas entre los años 1934 a 2001, 5,940 (36 %) corresponden a recolectas hechas entre 2002 y 2014, 1,280 accesiones no disponen de fecha de recolecta (7.9%).

En términos de calidad fisiológica (prueba de germinación) de las 16,478 accesiones resguardadas 12,825 (77.8 %) se les realizó la prueba de germinación, de las cuales 11,102 (86.5 %) cuenta con un porcentaje de germinación entre 80 y 100, mientras que 1,308 (10.2 %) está entre 40 y 80 %, 415 accesiones requieren volver a recolectarse (Cuadro 10).

Áreas de mayor riqueza de acuerdo a los puntos de recolectas

El análisis de riqueza se realizó con 14,616 registros, los cuales corresponden a recolectas de 53 razas identificadas y aceptadas por diversos estudios (Perales y Golicher, 2014; DOF, 2012; Sánchez, 2011; CONABIO, 2011). Se identificaron seis áreas (celdas de 33 x 33 km²) de mayor diversidad con la presencia de 12 a 14 razas (Figura 10) (Cuadro 11). Cinco de las seis áreas se ubican en el cuadrante que comprende los 90-100° longitud Oeste y 15-20° latitud Norte, el cual abarca los estados de Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Veracruz, Tabasco, Puebla, Estado de México, Tlaxcala, Hidalgo, Morelos, Querétaro y parte de Campeche. En esta misma región también se observan 15 áreas con la presencia de 9 a 11 razas (Figura 10). Resultados similares los reporta Perales y Golicher (2014) quienes, a través de un análisis de riqueza, determinaron regiones biogeográficas de mayor diversidad de razas nativas, identificaron seis áreas de mayor riqueza, de las cuales tres coinciden con las identificadas en el presente análisis que corresponderían a los estados de Chiapas (VI), Oaxaca (IV-V) y Estado de México-Guerrero (II).

La primera área de las seis identificadas, se ubica en Veracruz donde convergen 15 municipios del estado (Cuadro 12), en dicha área se encuentran razas como Coscomatepec, Nal-Tel de Altura y Arrocillo Amarillo cuya distribución natural esta reportada en estos estados (Perales y Golicher, 2014; CONABIO, 2011). Sin embargo, también se encontraron razas como Celaya y Tuxpeño, cuya distribución natural no corresponde al estado, lo que sugiere que los propios agricultores las han introducido para su posible adaptación a estas regiones (Cuadro 11). La segunda área se localiza entre los estados de México y Guerrero, particularmente en la región donde confluyen nueve municipios [Edo. Méx (1) y Guerrero (8)] (Cuadro 12). En esta área se encontraron razas características de la región como Mushito, Vandeño, Pepitilla, Ancho y Conejo, las cuales coinciden con lo reportado en el estudio de Perales y Golicher, (2014). La tercera área se ubica en el estado de Guerrero, en la región donde convergen 10 municipios del estado (Cuadro 12). En esta área se reporta la presencia de las razas Conejo, Chalqueño y Pepitilla. Al igual que en el área I, se observa introducción de razas que no son características del estado como Tuxpeño Norteño, Onaveño y Bolita. Las áreas IV y V se ubican en el estado de Oaxaca, particularmente donde convergen 37 municipios [área IV (24) y área V (13)] (Cuadro 12). Entre ambas áreas se reportan hasta 20 razas (Cuadro 11). Razas características del estado son Bolita, Nal-Tel, Nal-Tel de Altura, Tepecintle, Mushito, Olotón y Olotillo. Al igual que en otras áreas se identificaron razas cuya distribución natural no están reportadas en el estado como Gordo, Bofo, Elotes Occidentales y Tablilla de Ocho. Finalmente, la sexta área se localiza en el estado de Chiapas, particularmente en la región donde convergen nueve municipios del estado (Cuadro 12). Razas representativas

Cuadro 9. Relación de accesiones de razas de maíz en resguardo en los Centros de Conservación.

	CC-SO Centro/ UACh	CC-SO Occidente/ UDG	CC-SO Norte/ UAAAN	CC-SO Sur Sureste/ UACh	ICAMEX	DNRS/ SNICS	Total
Accesiones	1,940	11,593	235	1,432	211	1,067	16,478
%	11.7	70.3	1.4	8.69	1.28	6.47	

Cuadro 10. Inventario de accesiones por CC-SO con prueba de germinación.

Centro	Accesiones	Calidad fisiológica	< 40 %	≥ 40 y < 80 %	≥ 80 %
CC-SO Norte	235	41	0	0	41
CC-SO Occidente	11,593	11,224	295	1009	9,920
CC-SO Centro	1,940	4	0	0	4
CC-SO Sur sureste	1, 432	1,258	119	279	860
ICAMEX	211	167	0	5	162
DNRS	1,067	131	1	15	115
Total	16,478	12,825	415	1308	11102

del estado se encuentran: Olotillo, Tepecintle, Tuxpeño, Tehua, Comiteco y Nal-Tel (Cuadro 11), las cuales coinciden con lo reportado para esta área en el estudio de Perales y Golicher, (2014) y CONABIO, (2011). En el corredor de la vertiente del pacífico entre los estados de Michoacán, Jalisco Colima y Nayarit se localizan cuatro áreas con la presencia de 9 a 11 razas. Así mismo, en el estado de Chihuahua se observan seis áreas con la presencia de 9 a 11 razas (Figura 10).

Cuadro 11. Inventario de razas de maíz de acuerdo al análisis de riqueza en función a la distribución de recolectas de la Red Maíz y duplicados del CIMMYT e INIFAP.

	Razas inventariadas en áreas (celdas de 33 x 33 km²) de acuerdo al análisis de riqueza					
	I Veracruz	II Guerrero-Edo. Méx.	III Guerrero	IV Oaxaca	V Oaxaca	VI Chiapas
1	Arrocillo Amarillo	Mushito	Elotes Cónicos	Tepecintle	Vandeño	Zapalote Chico
2	Cónico	Vandeño	Elotes Occidentales	Vandeño	Mushito	Tepecintle
3	Tuxpeño	Tepecintle	Conejo	Nal-Tel	Olotón	Comiteco
4	Mushito	Tuxpeño	Olotillo	Bolita	Tepecintle	Vandeño
5	Chalqueño	Elotes Occidentales	Pepitilla	Cónico	Cónico	Tuxpeño
6	Celaya	Pepitilla	Onaveño	Chalqueño	Nal-Tel de Altura	Tehua
7	Palomero Toluqueño	Arrocillo Amarillo	Tuxpeño Norteño	Nal-Tel de Altura	Tehua	Cónico
8	Ratón	Ancho	Chalqueño	Tablilla de Ocho	Olotillo	Nal-Tel de Altura
9	Coscomatepec	Bolita	Bolita	Gordo	Tuxpeño	Motozinteco
10	Nal-Tel de Altura	Conejo	Tepecintle	Bofo	Conejo	Serrano de Jalisco
11	Motozinteco	Celaya	Tabloncillo Perla	Cacahuacintle	Elotes Occidentales	Mixeño
12	Dzit-Bacal	Olotillo	Olotón	Conejo	Chalqueño	Onaveño
13	Chiquito	Nal-Tel	Ancho	Elotes Occidentales	Bolita	Nal-Tel
14				Tabloncillo	Comiteco	Olotillo

Cuadro 12. Inventario de los municipios donde se ubican las áreas de mayor riqueza (celdas de 33 x 33 km²) de acuerdo al análisis de riqueza en función a la distribución de recolectas de la Red Maíz.

Área	Estados	Municipios
I	Veracruz	Atoyac, Atzacan, Córdoba, Alpatláhuac, Amatlán de los Reyes, Coscomatepec, Cuichapa, Chocamán, Fortín, Huatusco, Ixtlán del Café, Huiloapan de Cuauhtémoc, Ixtaczoquitlán, Mariano Escobedo, Naranjal, Orizaba, Paso del Macho, La Perla, Rafael Delgado, Tepatlaxco, Tlilapan, Tomatlán, Yanga y Zentla.
II	Guerrero Estado de México	Tlatlaya (Edo.Méx.). Guerrero (Apaxtla de Castrejón, General Canuto A., Neri Teloloapan, Ajuchitlán del Progreso, Arcelia, Tlalchapa, San Miguel Totolapan y Tlapehuala).
III	Guerrero	Chilapa de Álvarez, Atlamajalcingo del Monte, Atlixtac, Copanatoyac, Malinaltepec, Tlacoapa, Tlapa de Comonford, Xalpatláhuac, Zapotitlán Tablas y Acatepec.
IV	Oaxaca	San Juan Diuxi, San Esteban Atatlahuca, San Cristóbal Amoltepec, San Bartolome Yucuape, Santa Catarina Ticug, Santa Catarina Tayata, San Pedro Molinos, San Pablo Tijaltepec, San Miguel El Grande, San Miguel Achiutla, San Mateo, Sindihui, San Mateo Peñasco, San Juan Teita, San Antonio Sinicahua, Santa María Yosoyia, Santa María Tataltepec, Heroica Ciudad de Tlaxiaco, Santa Lucia Monteverde, Santa Cruz Nundaco, Santa Catarina Yosonotl, San Agustín Tlacotepec, Magdalena Peñasco, Chalcatongo de Hidalgo y Santiago Tilantongo.
V	Oaxaca	San Juan Lachao, San Gabriel Mixtepec, Santa Catarina Juquila, San Miguel Panixtlahuaca, San Juan Quiahije, Santa María Temaxcaltepec, Santa Cruz Zenzontepec, Santos Reyes Nopala, Santiago Yaitepec, Santiago Minas, San Pedro Juchatengo, Villa Sola de Vega y Villa de Tututepec de Melchor Ocampo.
VI	Chiapas	Tapachula, Cacahoatán, Bejucal de Ocampo, Amatenango de la Frontera, Siltepec, El Porvenir, Motozintla, Mazapa de Madero y La Grandeza.

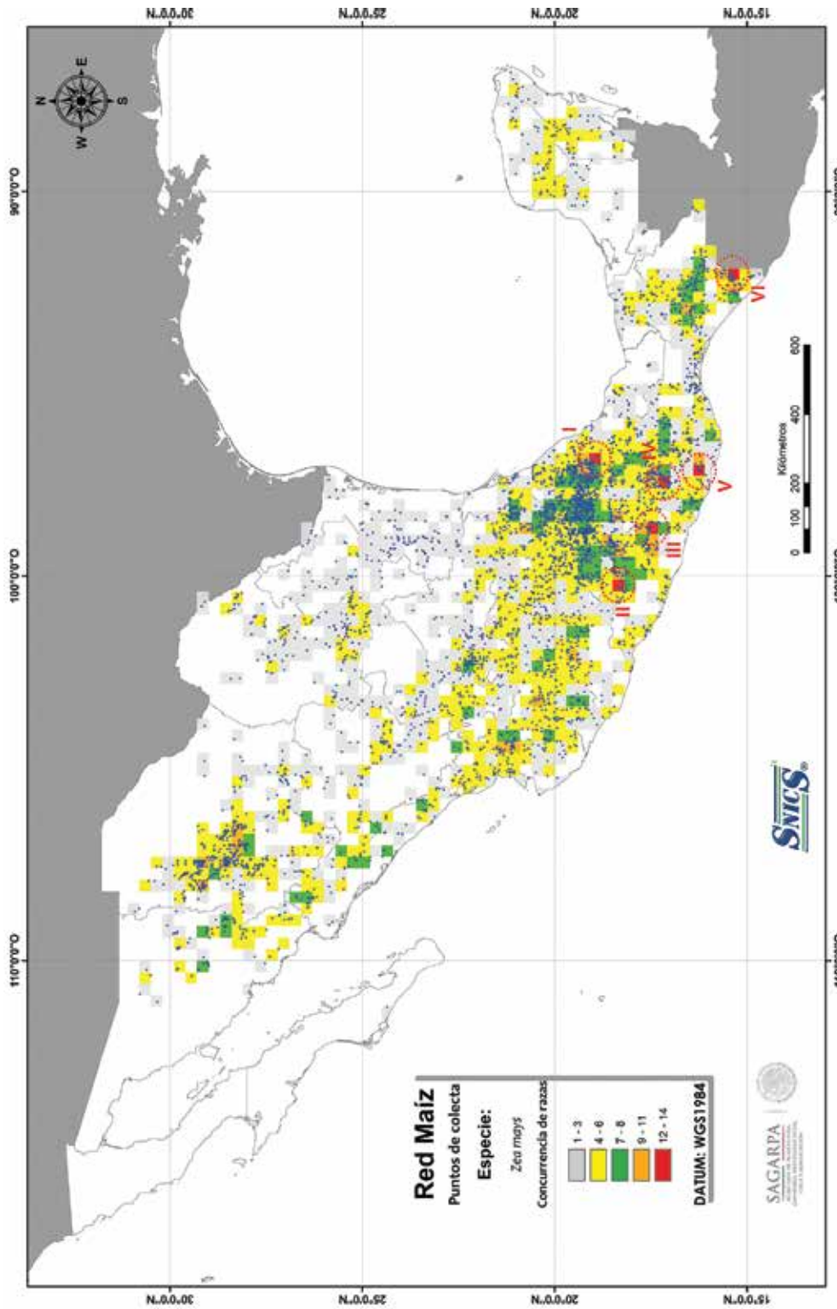


Figura 10. Análisis de riqueza de razas nativas de maíz en función a la distribución de recolectas de la Red Maíz y duplicados del CIMMYT e INIFAP.

Conservación *ex situ*

Línea 7

Regeneración y multiplicación de las muestras *ex situ*

La Red Maíz regeneró alrededor de 2,172 accesiones de 60 razas, de las cuales 900 corresponden al proyecto de Huella Genética, para este caso, los sitios de incremento fueron seleccionados de acuerdo al origen de la raza [14] (Cuadro 13), las accesiones regeneradas fueron de los bancos de germoplasma del CIMMYT (597) algunas accesiones fueron colectadas en el año 1940, INIFAP-Valle de México (177), INIFAP-Iguala (95), de la colección del Dr. Rafael Ortega Paczka (89) y Dr. Amalio Santacruz Varela (41).

También destaca la raza Harinoso de Ocho, en el caso de esta raza y de acuerdo a lo reportado por el investigador responsable, las colectas provienen de la línea S1 obtenida a partir de polinización manual controlada, utilizando como material base familias de medios hermanos, material original proveniente del Nayar, Nayarit.

Cuadro 13. Distribución de accesiones de maíz en las localidades de incremento asignadas para el Proyecto de Huella Genética.

Sitio de incremento	Razas	Accesiones	Sitio de incremento	Razas	Accesiones
Roque y Celaya, Guanajuato	Bofo, Celaya, Dulce de Jalisco, Elotes Occidentales, Mushito, Serrano de Jalisco, Tablilla de Ocho, Zamorano Amarillo	45	El Mezquite y Galeana, Nuevo León y General Cepeda, Coahuila	Apachito, Azul, Blando de Sonora, Cónico Norteño, Cristalino de Chihuahua, Elotes Cónicos, Gordo, Ratón, Tuxpeño, Tuxpeño Norteño.	82
Tepetates, Veracruz	Olotillo, Tepecintle, Tuxpeño, Zapalote Chico, Zapalote Grande.	46	Campo Experimental-Iguala-INIFAP	Varias	300
Tepic, Nayarit	Blando de Sonora, Chapalote, Dulcillo del Noroeste, Onaveño, Reventador, Tabloncillo, Tabloncillo Perla.	40	Campo Experimental Valle de México-INIFAP	Varias	215
Texcoco, Estado de México	Arrocillo Amarillo, Cacahuacintle, Chalqueño, Cónico, Elotes Cónicos, Palomero Toluqueño, Purépecha, Cónico Norteño.	67	Etla, Oaxaca	Bolita, Mixeño, Mixteco, Nal-Tel de Altura, Serrano Mixe, Negrito, Tehua.	20
Iguala, Guerrero	Conejo, Coscomatepec, Elotes Occidentales, Maizón, Motozinteco, Olotillo, Pepitilla, Perla (Guerrero), Tepecintle, Vandeño.	59	Huejotzingo, Puebla	Chalqueño, Chiquito, Cónico, Cónico Norteño, Elotes Cónicos, Ancho, Palomero de Chihuahua, Palomero de Jalisco, Palomero Toluqueño, Purépecha.	26
			Total		**900**

Utilización sostenible

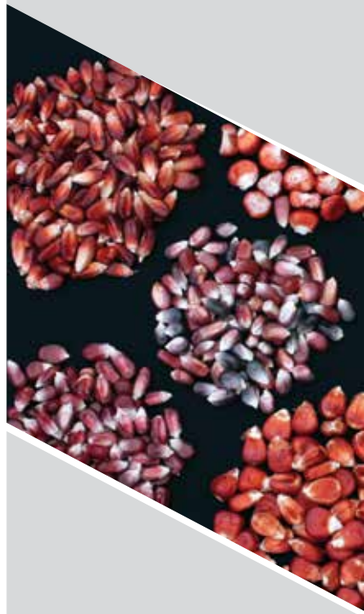
Autores compiladores

Leobigildo Córdova Téllez,
Pedro Antonio López,
Amalio Santacruz Varela y
Juan Manuel Hernández Casillas

Utilización sostenible

Línea 8

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



De las 4,894 accesiones de maíz recolectadas por la Red Maíz se estima que en 2,432 (49.69 %) se realizó caracterización morfológica, en 1,322 (27.01 %) se realizó caracterización agronómica, en 851 (17.38 %) molecular y en 116 (2.37 %) bioquímica. Las razas con mayor número de accesiones caracterizadas son: Bolita, Cacahuacintle, Celaya, Chalqueño, Cónico, Cónico Norteño, Elotes Cónicos, Mushito, Olotillo, Ratón, Tabloncillo, Tepecintle, Tuxpeño, Tuxpeño Norteño, Vandeño, Zapalote Chico y Zapalote Grande. Las razas que menos se caracterizaron son: Azul, Blandito y Chiquito. Para la raza Harinoso de Ocho no se realizó ningún tipo de caracterización (Cuadro 14).

En cuanto a la caracterización morfológica muestras de 53 razas han sido evaluadas en alguno de estos aspectos, sin embargo, se registra que las razas Azúl, Chiquito, Comiteco, Harinoso de Ocho, Olotón y Serrano de Oaxaca no han sido evaluadas morfológicamente (Cuadro 14). De manera molecular se registra que muestras de 56 razas han sido caracterizadas en alguno de estos aspectos (Proyecto de Huella Genética de razas nativas de maíz) (Anexo III), en tanto que, para la cuestión bioquímica, se estima que a 33 razas se les evalúo algún atributo en este sentido. Para la cuestión agronómica sólo muestras de 22 razas fueron caracterizadas, es decir, 37.28 % (Cuadro 14).

Como resultado del trabajo de caracterización, se registraron siete variedades de uso común en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) del SNICS (Cuadro 15) (SAGARPA, 2016b). Así mismo se cuenta con cinco variedades más en proceso de registro: «CELESTE», «ELOISA», «AMARILLO HUAMELÚLPAM», «AZUL HUAMELÚLPAM» y «ROJO HUAMELÚLPAM» [12, 51, 52]. También, permitió la elaboración de la «Guía Técnica para la Descripción Varietal de Maíz (*Zea mays* L. subsp. *mays*)» [41] y el «Manual Gráfico para la Descripción Varietal de Maíz»[42].

A continuación, se presentan resultados obtenidos en la caracterización morfológica, agronómica, bioquímica y molecular de 17 razas.

Raza Bolita [13, 37, 4, 19, 6]

En caracterización morfológica se determinaron 25 caracteres vegetativos y fenológicos, de espiga, mazorca y grano. Los resultados indicaron que esta raza en promedio presenta una altura de planta de 2.80 m, en promedio tiene 12 hojas, sus espigas pueden medir hasta 39.45 cm, sus mazorcas tienen una longitud promedio de 13.53 cm con 10 hileras [13] (Anexo III). En recolectas realizadas en la comunidad de Santa Ana Zegache, Ocotlán, Oaxaca, la colecta denominada VC-39 registró el mayor rendimiento de grano con 2.009 t/ha. De las 170 recolectas realizadas en los Valles Centrales de Oaxaca, se eligieron 16 por sus características sobresalientes, la cuales serán utilizadas para iniciar un proceso de mejoramiento: VC-23, VC-25, VC-29, VC-30, VC-34, VC-39, VC-40, VC-42, VC95, VC-118, VC-123, VC-124, VC-134, VC-145, VC-151 y VC-152 [37]. También, en 151 recolectas procedentes de los Valles Centrales de Oaxaca, se determinaron características físicas del grano como: ancho, largo, grosor, color, peso de mil granos, índice de flotación y dureza, así como su textura. Los resultados indicaron que la colecta VC-041 mostró un peso promedio máximo de 546.52 g, los colores dominantes fueron blanco, amarillo, naranja, púrpura oscuro y amarillo naranja. Con respecto a la composición física del grano la colecta VC-151 fue sobresaliente en porcentaje de germen con un valor de 13.06, en tanto que la colecta VC-085 lo fue para endospermo con 87.88 %. El 53.3 % de las recolectas se agruparon como materiales de grano duro, con un índice de flotación entre 13 y 17 %, por lo que sugieren ser utilizadas en la elaboración de tortillas y productos nixtamalizados [4, 19].

Cuadro 14. Inventario de la caracterización de razas nativas de maíz.

Raza	Morfológica	Huella genética	Agronómica	Bioquímica
Bolita [37, 13, 4, 19, 6]	√	√	√	√
Cacahuacintle [53, 55, 21, 3, 13]	√	√	√	√
Celaya [13, 6, 60]	√	√	√	√
Chalqueño [53, 11, 3, 13, 62, 6]	√	√	√	√
Cónico [53, 13]	√	√	√	√
Cónico Norteño [13]	√	√	√	√
Elotes Cónicos [53, 13]	√	√	√	√
Mushito [13]	√	√	√	√
Olotillo [13]	√	√	√	√
Ratón [29, 13]	√	√	√	√
Tabloncillo [13]	√	√	√	√
Tepecintle [13]	√	√	√	√
Tuxpeño [37, 13]	√	√	√	√
Tuxpeño Norteño [29, 13]	√	√	√	√
Vandeño [13]	√	√	√	√
Zapalote Chico [13, 6]	√	√	√	√
Zapalote Grande [13]	√	√	√	√
Ancho [13]	√	√		√
Arrocillo Amarillo [13]	√	√		√
Blando de Sonora [13]	√	√		√
Chapalote [13, 62, 6]	√	√		√
Conejo [13]	√	√	√	
Dulcillo del Noroeste [13]	√	√		√
Elotero de Sinaloa [13]	√	√	√	
Gordo [13]	√	√		√
Purépecha [13]	√	√		√
Mixteco [13]	√	√		√
Nal-Tel [13]	√	√		√
Onaveño [13]	√	√		√
Pepitilla [13]	√	√		√
Reventador [13]	√	√		√

Cuadro 14. Continuación...

Raza	Morfológica	Huella genética	Agronómica	Bioquímica
Apachito [13]	√	√		
Bofo [13]	√	√		
Comiteco			√	√
Serrano de Jalisco [13]	√	√		
Coscomatepec [13]	√	√		
Cristalino de Chihuahua [13]	√	√		
Dulce de Jalisco [13]	√	√		
Dzit-Bacal [13]	√	√		
Elotes Occidentales [13]	√	√		
Jala [13]	√	√		
Mixeño [13]	√	√		
Motozinteco [13]	√	√		
Nal-Tel de Altura [13]	√	√		
Negrito [13]	√	√		
Olotón			√	√
Palomero de Chihuahua [13]	√	√		
Palomero de Jalisco [13]	√	√		
Palomero Toluqueño [53, 13]	√	√		
Serrano de Oaxaca			√	√
Serrano Mixe [13]	√	√		
Tablilla de Ocho [13]	√	√		
Tabloncillo Perla [13]	√	√		
Tehua [13]	√	√		
Zamorano Amarillo [13]	√	√		
Azul [13]		√		
Blandito	√			
Chiquito				√
Harinoso de Ocho				

El superindice indica la publicación donde se puede consultar con mayor detalle el resultado.

Cuadro 15. Variedades de uso común registradas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del SNICS.

Variedad	Registro	Fenotipo
SER472[c]	MAZ-1479-230513	
ZOAP482	MAZ-1518-260913	
MOR491	MAZ-1517-260913	
CIT529	MAZ-1515-260913	
LIB2009	MAZ-1516-260913	
ESTRELLA	MAZ-1550-060314	
MAYACALI	MAZ-1334-240512	ND

[c] Fotografías tomadas por el M. en C. César del Ángel Hernández Galeno. Estudiante de Doctorado del Colegio de Postgraduados.
ND: No disponible

En recolectas realizadas en 34 municipios perteneciente a los distritos de Miahuatlán, Putla, Sola de Vega y Yautepec de la Sierra Sur de Oaxaca, se determinaron 13 características físicas (largo, ancho y grosor del grano, índice de flotación, mezcla, pico, pericarpio, germen, endospermo, color en pericarpio, color en aleurona y color en pericarpio-aleurona), los resultados indicaron que la recolecta 243 registró un porcentaje de endospermo de 87.03, uno de los valores más altos registrados, en cuanto a dureza del grano la recolecta 30 obtuvo un valor promedio de 12.47 kg-f [6].

Raza Cacahuacintle [13, 55, 21]

En relación a la caracterización morfológica se evaluaron en promedio 41 caracteres de acuerdo a las directrices para la ejecución del examen de la distinción, homogeneidad y estabilidad propuesta por la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) para maíz (*Zea mays* L. subsp. *mays*), (TG/2/7), como resultado de la caracterización se registraron cinco variedades de uso común en el CNVV del SNICS (Cuadro 14) (SAGARPA, 2016b). En los Valles Libres-Serdan, en el estado de Puebla, se evalúo el rendimiento de grano, encontrando valores entre los 3.272 a 7.013 t/ha, así mismo se encontró que en poblaciones de la misma región los intervalos en los contenidos de almidón, proteína y aceite fueron de: 63-83, 7-11 y 5-7 % respectivamente [21]. En colectas realizadas en Valles Altos de Puebla se identificaron poblaciones sobresalientes en calidad para pozole, contenido de amilosa y propiedades de formación de pasta. Los valores promedio de las variables físicas del grano en las poblaciones fueron: peso de mil granos de 540.6 g, peso hectolítrico de 60.5 kg hL^{-1}, y color de grano con 83.8 % de reflectancia. El grupo formado por las poblaciones CPue-00473,00 474,00477 y 00487 se consideró como de mejor calidad para pozole, por presentar equilibrio en las variables de calidad consideradas. El contenido de amilosa no mostró correlación significativa con ninguna de las variables tecnológicas analizadas [55].

Raza Celaya [13, 60, 6]

La caracterización morfológica permitió identificar que, en promedio, tiene una altura de planta de 2.64 m las mazorcas se encuentran a una altura de 1.6 m y presentan 14 hojas por planta, sus espigas presentan una longitud de 43 cm, las mazorcas miden en promedio 17.9 cm de longitud con 13 hileras, los granos tienen un tamaño de 9.02×13.76 mm de ancho por largo y el peso de cien granos es de 40.21 g. [13] En Coahuila, en el municipio de General Cepeda, así como en el Mezquite, Galeana, N. L., las evaluaciones agronómicas de días a floración masculina, altura de planta y rendimiento de grano, permitieron identificar a la población 37 como sobresaliente en rendimiento (8.02 t/ha) [60]. En recolectas realizadas en 34 municipios de la Sierra Sur de Oaxaca, se determinaron 13 características físicas (largo, ancho y grosor del grano, índice de flotación, mezcla, pico, pericarpio, germen, endospermo, color en pericarpio, color en aleurona y color en pericarpio-aleurona), los resultados indicaron que la colecta 176 obtuvo un porcentaje de germen de 10.97, uno de los más altos de las colectas realizadas, en cuanto a dureza del grano y temperatura de gelatinización dos recolectas obtuvieron valores de 13.4 kg-f y 73°C respectivamente. En cuanto a viscosidad, de 21 recolectas sobresalientes, dos representativas de la raza Celaya tuvieron un valor de 2249 cP, ocupando el cuarto lugar. [6]

Raza Chalqueño [13, 62, 6]

La raza Chalqueño, en promedio tiene una altura de planta de 2.8 m, las mazorcas se encuentran a una altura de 1.3 m y presentan 13 hojas por planta, sus espigas en promedio miden

65 cm de longitud, las mazorcas en promedio tienen una longitud de 15.6 cm con 15 hileras, los granos presentan un tamaño de 10.37×13.68 mm de ancho por largo y el peso de cien granos es de 30.13 g [13]. En 26 accesiones recolectadas en los Valles Altos Centrales de México (Ciudad Serdán y San Mateo Capultitlán, Puebla y Montecillo, Estado de México), la accesión 7202 destacó por poseer grano grande y ancho (9.3 mm), con espesor de 4.6 mm y peso de 100 granos de 45 g [62]. En recolectas realizadas en 34 municipios de la Sierra Sur de Oaxaca, se encontró que la dureza del grano fue de 12.9 kg-f, la temperatura de gelatinización se registró en 70.75 °C y la viscosidad fue de 2249 [cP] [6].

Raza Cónico [13, 62, 63, 50, 51]

La caracterización morfológica permitió identificar que en promedio tiene una altura de planta de 2.33 m, las mazorcas se encuentran a una altura de 1 m y presentan 11 hojas por planta, sus espigas miden un promedio 62 cm de longitud, las mazorcas en promedio presentan 13.6 cm de longitud con 13 hileras, los granos tienen un tamaño de 7.6×12.72 mm de ancho por largo y el peso de cien granos es de 27.56 g [13]. En 24 accesiones recolectadas en los Valles Altos Centrales de México (Ciudad Serdán y San Mateo Capultitlán, Puebla y Montecillo, Estado de México), la accesión 186 destacó por presentar mazorcas largas (16.4 a 20.5 cm), además de ser de los genotipos más tardíos (98.8 a 134.5 d) [62]. En recolectas realizadas en 34 municipios de la Sierra Sur de Oaxaca, se encontró que la recolecta 599 obtuvo un porcentaje de germen de 11.17, el segundo más alto de 10 genotipos sobresalientes para esta característica de grano, la accesión 289 obtuvo un porcentaje de endospermo de 86.82, octavo lugar de 10 genotipos sobresalientes por su contenido de endospermo. Así mismo, se observó que 65 recolectas de las 336 realizadas tuvieron un valor 11.86 kg-f de dureza en el grano [6].

Raza Cónico Norteño [31, 60, 30]

La caracterización morfológica permitió identificar que esta raza se caracteriza por presentar una forma de mazorca cónica-cilíndrica, con tamaño promedio de 15.8 cm con 15 hileras y 32.2 granos por hilera, grano tipo semidentado, con tamaño de 12.7×4.1 mm de longitud por espesor [30]. En 22 recolectas realizadas en 23 municipios productores de maíz en el estado de Coahuila, se encontró que las accesiones COAH-017 y COAH-012 fueron identificadas como sobresalientes en rendimiento de grano, al encontrar valores promedio de 5.20 y 4.39 (t/ha) respectivamente. Estas mismas accesiones son identificadas como precoces al registrar valores de 67 y 61 días a floración masculina respectivamente, lo que indica que pueden ser utilizadas como fuente de precocidad en el mejoramiento genético [60]. En recolectas realizadas también en el estado de Coahuila, se encontró que esta raza en promedio tiene un contenido de proteína de 9.57 % sólo por debajo de la raza Olotillo (10.28 %) y Tuxpeño Norteño (9.92 %), representativas del estado.

Raza Elotes Cónicos [13, 60, 62, 30, 6]

La raza Elotes Cónicos, en promedio tiene una altura de planta de 2.27 m, las mazorcas se encuentran a una altura de 1.05 m y presentan 11 hojas por planta, sus espigas miden en promedio 61.95 cm de longitud, las mazorcas en promedio de 13.7 cm de largo con 14 hileras, los granos tienen un tamaño de 7.91×13.03 mm de ancho por largo y el peso de cien granos es de 30.39 g [13]. En 15 recolectas realizadas en Ciudad Serdán y San Mateo Capultitlán, Puebla, y Montecillo, Estado de México se encontró que la accesión Mich-86 es considerada de las más tardías (98.8 a 134.5 d), con mazorcas largas (16.4 a 20.5 cm), longitudes de la rama central de la espiga de 29.5 a 39 cm, y relación anchura/longitud de grano de 0.6 a 0.8 [62]. En 23 recolectas de la sierra Sur de Oaxaca se

encontró que la accesión 600 obtuvo el porcentaje más elevado de germen con 11.18, el valor más elevado de diez genotipos sobresalientes para esta característica. En cantidad de endospermo la recolecta 231 obtuvo 86.74 %, mientras que en dureza del grano la raza obtuvo 10.92 kg-f [6].

Raza Mushito [13, 6]

La raza Mushito, en promedio tiene una altura de planta de 2.81 m, las mazorcas se encuentran a una altura de 1.75 m y presentan 14 hojas por planta, sus espigas miden en promedio 42.28 cm de longitud, las mazorcas 18.89 cm con 14 hileras, los granos tienen un tamaño de 8.97 x 12.89 mm de ancho por largo y el peso de cien granos es de 37.95 g [13]. En 82 recolectas de la sierra Sur de Oaxaca se encontró que las accesiones 583 y 631 obtuvieron un porcentaje de 11.03 y 11.02 de germen respectivamente. En cantidad de endospermo la recolecta 327 obtuvo 86.93 %, mientras que en dureza del grano la raza obtuvo 12.21 kg-f [6].

Raza Olotillo [13, 60, 6, 40]

La raza Olotillo, en promedio tiene una altura de planta de 2.96 m, las mazorcas se encuentran a una altura de 1.53 m y presentan 14 hojas por planta, sus espigas miden en promedio 63.41 cm de longitud, las mazorcas 18.17 cm con nueve hileras, los granos tienen un tamaño de 9.89 x 11.44 mm de ancho por largo y el peso de cien granos es de 30.43 g [13]. Esta raza, además de presentar un buen rendimiento de grano (3.513 t/ha), también presenta un alto número de hojas que envuelven a la mazorca, principalmente para el aprovechamiento de hoja de totomoxtle. En recolectas realizadas en Coahuila, se identificó a la accesión COAH-080 (combinación entre la raza Ratón × Olotillo), con un rendimiento de 8.21 t/ha evaluada en la localidad de Mezquite, Galeana, N. L [60]. En recolectas del estado de Coahuila, la raza Olotillo presentó un contenido promedio de proteína 10.28 %. En 40 accesiones provenientes de la sierra Sur de Oaxaca, se encontró que la accesión 442 obtuvo un porcentaje de germen de 11.02. En cuanto a la característica de dureza del grano se obtuvo 12.30 kg-f, en viscosidad 2225.88 (cP), mientras que en temperatura inicial y final de gelatinización se registró 67.48 y 79.72 °C respectivamente [6].

Raza Ratón [30, 60]

La caracterización morfológica en 14 accesiones recolectadas en Coahuila, reveló que esta raza se caracteriza por tener mazorcas de forma cilíndrica y cónica-cilíndrica, con granos del tipo semi-dentado, dentado y semi-cristalino, de colores de grano blanco cremoso y amarillo claro, 13 hileras en la mazorca con 31 granos por hilera, el tamaño del grano es de 10×7.8 mm largo por ancho y con un peso de cien granos de 18 g [30]. En razas criollas del estado de Coahuila, se encontró que, de 33 accesiones recolectadas en el estado, la accesión COAH-019 evaluada en la localidad del Mezquite, Galeana, N. L., obtuvo un rendimiento de grano de 9.57 t/ha, mientras que la accesión COAH-050, forma parte del grupo de las precoces con un valor de 59.5 días a floración masculina, evaluada en la localidad de General Cepeda, Coahuila [60].

Raza Tabloncillo [13, 40]

La raza Tabloncillo, en promedio tiene una altura de planta de 2.08 m, las mazorcas se encuentran a una altura de 0.87 m y presentan 11 hojas por planta, sus espigas miden en promedio 37.52 cm de longitud, las mazorcas 16.69 cm de largo con nueve hileras, los granos tienen un tamaño de 10.24x10.31 mm de ancho por largo y el peso de cien granos es de 31.46 g [13]. En 19 accesiones del estado de Sonora se encontró que las accesiones 05, 12, 16, 23, 35 y 44 tuvieron valores de proteína por arriba del promedio (10.33 g/100 g de proteína). Las recolectas 29, 35, 36, 38, 40, 45 y 63 obtuvieron los valores más altos de lisina que oscilaron entre 2.80 y 3.24 g/100 g de proteína, en cuanto al contenido de triptófano las recolectas fluctuaron entre 0.75 a 0.80 g/100 g de proteína [40]. En estas mismas colectas se encontró que la dureza del endospermo fluctuó desde granos muy suaves, suaves y de dureza intermedia. La mayoría de las recolectas de esta raza no son adecuadas para la obtención de harinas nixtamalizadas pues presentan valores bajos de la fracción córnea, a excepción de las colectas 32, 45, 46 y 63 que tuvieron un porcentaje por arriba del 48 %.

Raza Tepecintle [13, 6]

La raza Tepecintle, en promedio tiene una altura de planta de 2.91 m, las mazorcas se encuentran a una altura de 1.47 m y presentan 14 hojas por planta, sus espigas miden en promedio 62.17 cm, las mazorcas 16.37 cm con 11 hileras, los granos tienen un tamaño de 9.21x10.82 mm de ancho por largo y el peso de cien granos es de 27.88 g [13]. En seis recolectas de la sierra Sur de Oaxaca, esta raza obtuvo un valor de dureza de grano de 12.27 (kg-f), en viscosidad se registró 2792 (cP), mientras que para temperatura inicial y final de gelatinización con 66.55 y 79.71 °C respectivamente [6].

Raza Tuxpeño [13, 37, 4, 60, 6, 40]

La raza Tuxpeño, en promedio tiene una altura de planta de 2.96 m, las mazorcas se encuentran a una altura de 1.48 m y presentan 14 hojas por planta, sus espigas miden en promedio 64.25 cm de longitud, las mazorcas 20.46 cm con 13 hileras, los granos tienen un tamaño de 9.34x11.31 mm de ancho por largo y el peso de cien granos es de 31.21 g [13]. De 152 accesiones obtenidas en los Valles Centrales de Oaxaca, se encontró que la accesión VC-152 recolectada en el municipio de San Agustín Amatengo, fue identificada como sobresaliente para las características de contenido de germen y endospermo con 10.28 y 84.51 % respectivamente [4]. Así mismo se detectó que la raza Tuxpeño es sobresaliente en rendimiento de grano (3.81 t/ha), además que presenta excelentes características de rendimiento de forraje (99.5 toneladas de forraje verde para ensilar). En nueve recolectas del estado de Coahuila, se encontró que la accesión COAH-086 obtuvo en promedio un rendimiento de grano de 6.85 t/ha, aunque se registraron valores de 8.28 t/ha, evaluada en la localidad de General Cepeda, Coahuila [60]. En 16 recolectas de la sierra Sur de Oaxaca, esta raza obtuvo en la característica de dureza del grano 13.66 (kg-f), en viscosidad 2278 (cP), mientras que para temperatura inicial y final de gelatinización 68.23 y 80.06 °C respectivamente [6].

Raza Tuxpeño Norteño [30, 60]

La caracterización morfológica de 22 colectas realizadas en el estado de Coahuila permitió identificar que esta raza se caracteriza por tener mazorcas del tipo cilíndrico y cónica-cilíndrica, con tipo de grano dentado y semidentado, de colores blanco cremoso y amarillo claro, una longitud de mazorca de 17.7 cm con 38 hileras, con granos de hasta 8.9 mm de ancho y el peso de cien gramos es de 28.4 g [30]. En 20 recolectas del estado de

Coahuila, se identificó a la accesión COAH-034 con un rendimiento de grano promedio de 7.82 t/ha, la misma accesión en la localidad del Mezquite, Galeana, Nuevo León, obtuvo hasta 10.09 t/ha de rendimiento de grano [60]. La accesión COAH-022 en la misma localidad obtuvo 10.13 t/ha de rendimiento de grano.

Raza Vandeño [13, 39]

La raza Vandeño, tiene en promedio una altura de planta de 2.89 m, las mazorcas se encuentran a una altura de 1.42 m y presentan 14 hojas por planta, sus espigas miden en promedio 57.31 cm, las mazorcas 15.34 cm con 14 hileras, los granos tienen un tamaño de 8.92x11.96 mm de ancho por largo y el peso de cien granos es de 30 g [13]. En nueve recolectas realizadas en la región serrana del estado de Sonora se determinó la calidad nixtamalero-tortillera. Se concluyó que esta raza es de dureza intermedia y grano blanco por lo que son aptos para las industrias de la masa y la tortilla. Sus granos son de tamaño mediado, de textura intermedia y reducido peso hectolítrico, predominan los granos de color blanco y dureza variable [39].

Raza Zapalote Chico [13, 6]

La raza Zapalote Chico, en promedio tiene una altura de planta de 1.87 m, las mazorcas se encuentran a una altura de 0.70 m y presentan 9 hojas por planta, sus espigas miden en promedio 57.02 cm de longitud, las mazorcas 10.7 cm con 10 hileras, los granos tienen un tamaño de 9.41x10.81 mm de ancho por largo y el peso de cien granos es de 25.62 g [13]. En dos recolectas de la sierra Sur de Oaxaca, obtuvo un valor promedio de dureza de grano de 11.60 Kg-f, con una temperatura de gelatinización de 72 °C, en viscosidad obtuvo un valor de 2605 [cP] y una Entalpía de 3.57 (j g^{-1}) [6].

Raza Zapalote Grande [13, 40]

La raza Zapalote Grande, en promedio tiene una altura de planta de 2.08 m, las mazorcas se encuentran a una altura de 0.84 m y presentan 10 hojas por planta, sus espigas miden en promedio 59.18 cm de longitud, las mazorcas 12.04 cm con 11 hileras, los granos tienen un tamaño de 9.58x10.74 mm de ancho por largo y el peso de cien granos es de 26.91 g [13]. En el caso de las accesiones de esta raza recolectadas en el estado de Chiapas, todas las accesiones en cuanto a sus parámetros de calidad cumplen con los requisitos que establece la industria de la masa y la tortilla [40].

Huella Genética de Maíz [13]

Como parte del proyecto de huella genética, primero se realizó la caracterización morfológica, los resultados se pueden consultar en el anexo III.

El proyecto de huella genética tuvo como objetivos: 1) generar una huella genética para cada una de las razas mexicanas de maíz mediante el análisis de secuencias simples repetidas de ADN, 2) hacer un registro del universo de alelos existentes en las razas mexicanas de maíz y 3) realizar una estimación de la diversidad genética y generar una función discriminante como herramienta auxiliar en la clasificación racial de las poblaciones. Para ello, se evaluaron 742 accesiones pertenecientes a 63 grupos raciales (Cuadro 14), además de dos poblaciones de parientes silvestres de maíz cultivado (*Zea mays* ssp. *mexicana* y *Zea mays* ssp. *palviglumis*), se utilizó la técnica de iniciadores con etiquetas fluorescentes para 31 loci de secuencias simples repetidas de ADN, o microsatélites. Derivado de lo anterior se obtuvieron los siguientes resultados:

1. Se generó la huella genética para 59 razas mexicanas de maíz mediante el análisis de secuencias simples repetidas de ADN.

2. Los resultados indican que el maíz mexicano presenta una riqueza alélica excepcional, encontrándose un nivel de polimorfismo sin precedentes (863 alelos en total, para un promedio de 27.84 alelos por locus), mucho mayor a lo encontrado en estudios previos tanto en México como en el mundo. La gran mayoría de los alelos son raros, pues 84.2 % de los alelos se presenta con una frecuencia menor de 5.0 %. Los parámetros de diversidad genética de los maíces mexicanos, como son el número de alelos por locus, heterocigosidad esperada y porcentaje de loci polimórficos fueron más altos que los encontrados en estudios anteriores, concluyendo que las razas mexicanas de maíz constituyen un reservorio genético de alto valor y un pilar fundamental hacia la seguridad alimentaria del país y del mundo. En términos generales las razas mexicanas de maíz presentan una alta diferenciación genética.

3. La diversidad genética existente dentro de poblaciones representa una mayor proporción en relación con la diversidad que se encuentra entre poblaciones, sugiriendo una mejor perspectiva para aplicar métodos de mejoramiento mediante esquemas de selección recurrente que esquemas de hibridación. Además, se acumularon evidencias adicionales de que el ancestro inmediato del maíz cultivado es el teocintle de la raza Balsas (*Zea mays* ssp. *parviglumis* H. H. Iltis & Doebley). Asimismo, se construyó una función discriminante para la clasificación racial de las poblaciones en grupos definidos:

   $[D^2j\ (X) = (X-Xj)'\ Cov-1\ (X-Xj)]$

   Donde:

   $D^2\ j\ (X)$=Distancia Cuadrática Generalizada

   y la ecuación:

   $[Pr(j \mid x) = \exp(-0.5\ D_j^2(x)) / SUM_k \exp(-0.5\ D_k^2(x))]$

Con la que se determinó la probabilidad posterior de la pertenencia de una accesión como un miembro de cada una de las razas, asignándose a aquella donde la probabilidad de pertenencia fue mayor.

La ecuación puede utilizarse como herramienta auxiliar por los curadores de colecciones de maíz mexicano con el fin de asignar una clasificación racial de manera automatizada de nuevas accesiones alimentándose con información molecular, la cual tiene la posibilidad de complementarse en un futuro con información fenotípica o de interés agronómico. En la figura 11 se esquematizan las principales fases del análisis discriminante en SAS, de las cuales se proporcionan mayores detalles en el Anexo V. En el cuadro 16, se presentan los porcentajes de coincidencia entre la ubicación *a priori* y la asignada por el análisis. Destaca la concordancia en las razas Apachito, Azul, Gordo, Jala, Palomero de Chihuahua, Palomero de Jalisco, Tabloncillo Perla, entre otras, con el 100 % de coincidencia entre la asignación racial *a priori* realizada por los expertos y la asignación racial asignada por la función discriminante basada en frecuencias alélicas de microsatélites (Cuadro 16).

En el estudio de 63 grupos raciales se definieron 59 razas de maíz (por falta de semilla en el análisis se excluyeron las razas Uruapeño, Salpor y Mountain Yellow, que están reportadas para México), por lo que se concluyó que las razas mexicanas de maíz se presentan como unidades definidas genética y geográficamente.

Como parte de este proyecto, destaca que en el año 2009 se equipó el laboratorio de Biología Molecular en el Colegio de Postgraduados C*ampus* Montecillo, lo cual permitió realizar los análisis necesarios para el proyecto.

Cuadro 16. Porcentaje de concordancia entre la asignación racial *a priori* realizada por los expertos y la asignación racial asignada por la función discriminante basada en frecuencias alélicas de microsatélites.

Núm.	Raza	% de coincidencia entre la ubicación *a priori* y la asignada por el análisis	Núm.	Raza	% de coincidencia entre la ubicación *a priori* y la asignada por el análisis
1	Apachito	100	31	Cónico [63]	70
2	Chatino Maizón	100	32	Zapalote Grande	69
3	Gordo	100	33	Elotes Occidentales	68
4	Jala	100	34	Blandito	67
5	Negro de Chimaltenango	100	35	Cacahuacintle [63]	63
6	Palomero de Chihuahua	100	36	Conejo	62
7	Palomero de Jalisco	100	37	Chalqueño [63]	60
8	Serrano de Jalisco	100	38	Tehua	60
9	Tabloncillo Perla	100	39	Cristalino de Chihuahua	60
10	Xmejenal	100	40	Dzit-Bacal	60
11	Azul	100	41	Mixteco	60
12	Choapaneco	100	42	Tepecintle	56
13	Palomero Toluqueño [63]	90	43	Onaveño	55
14	Olotón	89	44	Nal-Tel	54
15	Elotes Cónicos [63]	88	45	Chapalote [57]	54
16	Mixeño	86	46	Dulcillo del Noroeste	54
17	Dulce de Jalisco	83	47	Celaya	53
18	Tuxpeño	83	48	Olotillo	50
19	Maíz Ancho	82	49	Tabloncillo	50
20	Tuxpeño Norteño	81	50	Zamorano Amarillo	50
21	Zapalote Chico [57]	81	51	Arrocillo Amarillo [63]	44
22	Bofo	80	52	Tablilla de Ocho	43
23	Mushito	80	53	Pepitilla	43
24	Purépecha [63]	80	54	Comiteco	40
25	Ratón	80	55	Negrito	33
26	Cónico Norteño	80	56	Serrano Mixe	33
27	Reventador	80	57	Coscomatepec	30
28	Bolita	77	58	Elotero de Sinaloa	25
29	Motozinteco	75	59	Nal-Tel de Altura	17
30	Vandeño	73		**Promedio**	**70.36**

Los superíndices indica la cita donde se puede consultar otros resultados de la caracterización molecular de estas razas que no fueron incluidos en este apartado.

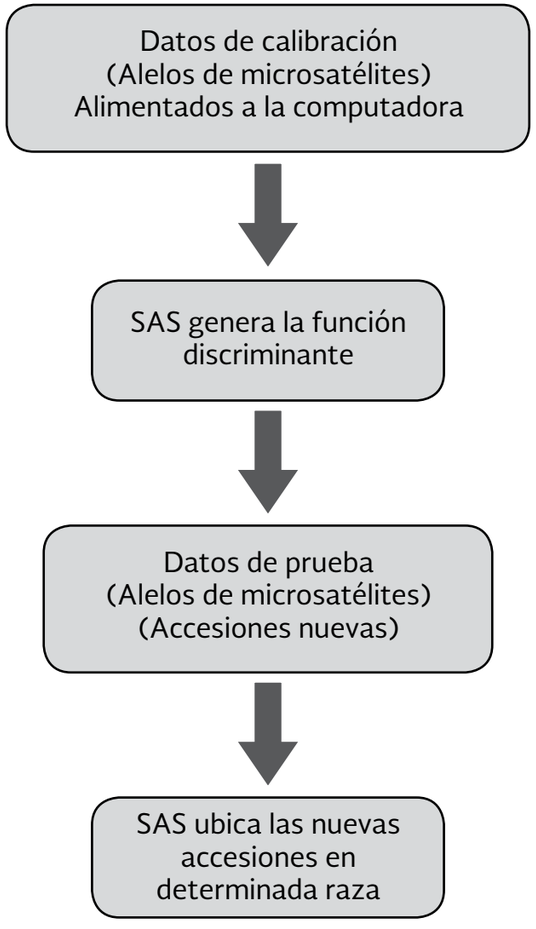


Figura 11. Secuencia de etapas computacionales en el programa SAS, en la aplicación de análisis discriminante para la ubicación de nuevas poblaciones de maíz en una raza determinada. (ANEXO V).

Utilización sostenible

Línea 9

Apoyo al fitomejoramiento, la potenciación genética y las actividades de ampliación de la base

A través de los proyectos realizados en mejoramiento genético se obtuvieron tres nuevas variedades con Derecho de Obtentor registradas en la Gaceta Oficial de los Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales del SNICS (Pérez de la Cerda y Navarrete, 2014), con rendimientos de 6 a 7 t/ha (Cuadro 17). Por su parte en localidades de Texcoco y Santa María Nativitas, Calimaya, Estado de México se avanzó en dos años de caracterización para siete variedades de la raza Cacahuacintle, materiales con mayor rendimiento y caracteres agronómicos sobresalientes como mayor precocidad, ahijamiento nulo, alta resistencia al acame y menor altura de planta, lo que contribuye a reducir los costos de producción [27].

Cuadro 17. Variedades de maíz con título de obtentor registradas en la Gaceta Oficial de los Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales del SNICS.

	JAGUAN [61]	VC-152 [44]	VS CONEJO
Fenotipo			
Número de título	779	715	1030
Obtentor	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	Universidad Autónoma Chapingo
Características	Produce mazorcas de tamaño mediano, con granos de color blanco cremoso	Produce mazorcas de forma cónica-cilíndrica-cilíndrica, con granos color blanco cremoso	Produce mazorcas con forma cónica, con tipo de grano harinoso.
Área de adaptación	Áreas de transición entre 1800 a 2200 metros de altitud a los ambientes de temporal del sureste de Coahuila	Valles Centrales de Oaxaca (1400 a 1800 metros de altitud)	Valles altos de Oaxaca (2000 metros de altitud)
Resistencia	Acame de raíz y tallo	ND	Pudriciones de la mazorca
Ciclo biológico	Intermedio de 83 a 90 días a floración	76 días a flor masculina 78 días a flor femenina	ND
Densidad de siembra	60,000 plantas por hectárea	60,000 plantas por hectárea	ND
Rendimiento	En condiciones de riego 7.85 t/ha	En condiciones de temporal 4.0 t/ha En condiciones de riego 6.5 t/ha	ND
Aplicaciones de uso	Elotes, tortillas, tamales	Elote, masa, tortillas, grano	Elotes y harinas de alta calidad que puede usarse en la elaboración de tamales, galletas, atoles y maicenas

ND= No disponible

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

Con el objetivo de promover y documentar el uso de los maíces nativos de México, a través de la revisión bibliográfica se integró un compendio donde se documenta alimentos, bebidas, postres y usos medicinales a base de maíz (Figura 12). Se integró un recetario con 120 recetas: 22 tipos de tamales, 18 tipos de pozoles, 14 tipos de sopas o pastas, 13 tipos de ensaladas, 11 tipos de postres, siete platillos hechos a base de huitlacoche, siete tipos de atole, seis tipos de bebidas, seis platillos elaborados con carne, cinco tipos de chilaquiles, cinco tipos de guisado, tres tipos de cremas, tres platillos elaborados con pescado y un uso medicinal [36].

Por otra parte, se propuso un nuevo producto "tortilla de maíz-nopal y amaranto" con el objetivo de aprovechar las propiedades nutricionales y nutracéuticas de los maíces pigmentados que tradicionalmente se consumen en el país y desarrollar alternativas alimenticias que aprovechen estás propiedades. Para ello se utilizaron 21 materiales de maíces pigmentados obtenidos de la zona sureste de la Ciudad de México, donde se determinó: rollabilidad, extensibilidad, obtención y análisis de harinas, preparación y análisis de masas. Se integró el proceso de preparación: a) proceso de nixtamalización y obtención de masa de maíz pigmentado nixtamalizado, b) obtención de materia prima a partir de nopal, c) obtención de harina de amaranto, d) integración de la masa y e) moldeado y cocción de tortilla. Los resultados mostraron que la masa con una cantidad de nopal alta tiene estructura débil y mayor adherencia; el esfuerzo de compresión y moldeado mejora al integrar nopal-maíz-amaranto. Se concluyó que la elaboración de una nueva formulación de masa para tortillas complementada con fibra de nopal favoreció la rollabilidad y fuerza extensiva de las tortillas. La combinación óptima fue de 42.9 % de maíz, 53.5 % de nopal y 3.6 % de harina de amaranto (Figura 13). En la dieta se estaría aportando proteína (amaranto), fibra (nopal) y antioxidantes (maíz), con lo cual ésta se vería enriquecida.

También se registró la marca colectiva llamada «Mi querencia» con la finalidad de comercializar bajo esta marca «Tlayudas» a partir de la raza Bolita en Ocotlán de Morelos y Ejutla de Crespo, Oaxaca (QUADRATIN, 2016) (Figura 14).

Figura 12. Ejemplos de alimentos y artesanías preparadas a base de maíces nativos.

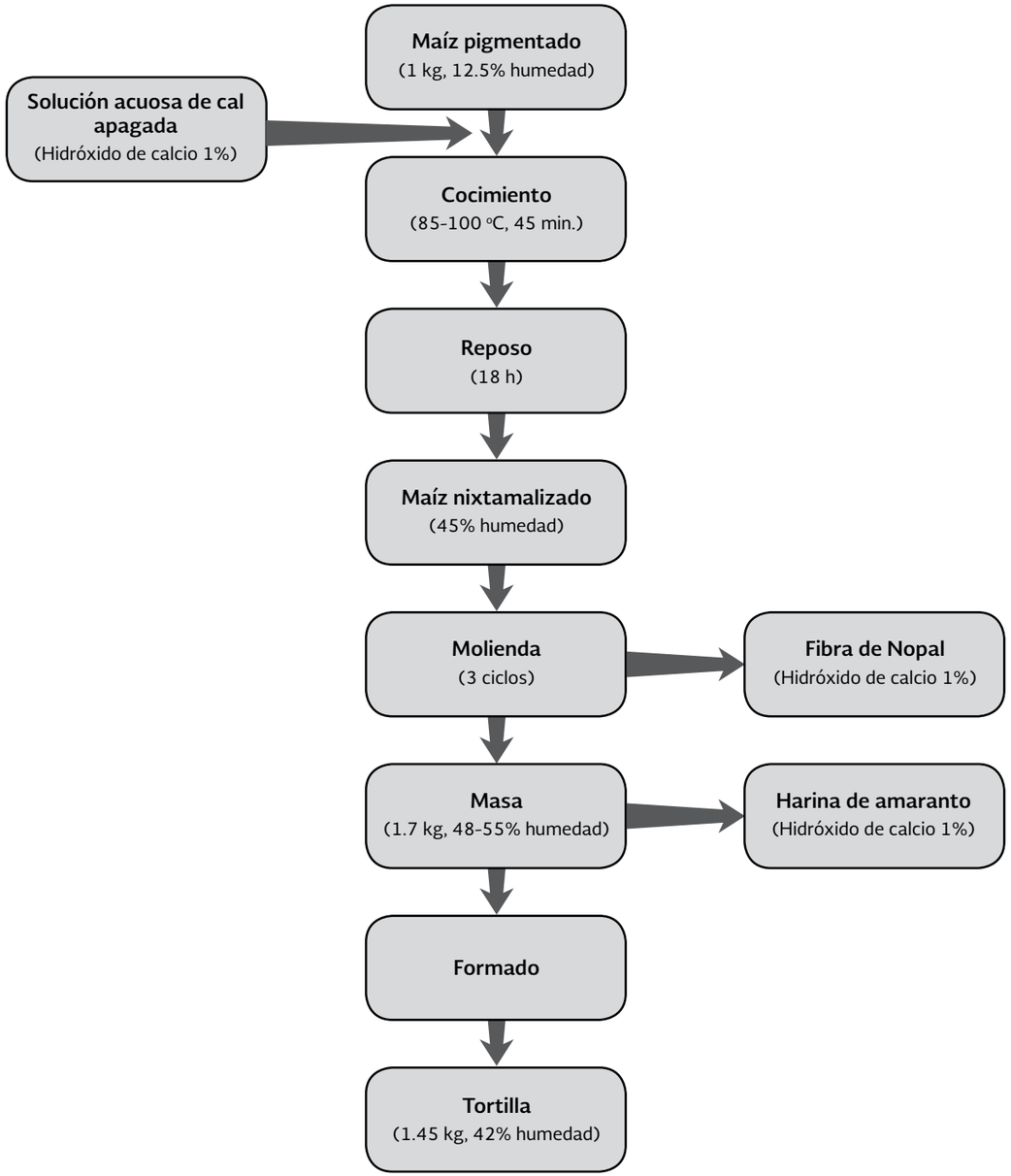


Figura 13. Diagrama del proceso de elaboración de tortillas enriquecidas con nopal y amaranto.

Figura 14. Tlayudas elaboradas con la raza de maíz Bolita, nativa del estado de Oaxaca.

Utilización sostenible

Línea 12

Apoyo a la producción y distribución de semillas

Con la finalidad de asegurar que los productores dispongan de semilla de calidad y con características fenotípicas y agronómicas acorde a sus necesidades, se realizó la producción y entrega de semilla en Oaxaca, Coahuila, Puebla, Estado de México y Chihuahua. En Oaxaca se entregó semilla a 253 productores de las variedades «SAN JOSÉ PLUS» y «TUXPEÑO AMARILLO 26». La variedad «SAN JOSÉ PLUS» de polinización libre de buen rendimiento debido al tamaño y peso del grano, recomendada para regiones de 1000 a 1800 metros de altitud; para grano o forraje, porte intermedio, 2.75 cm de altura de planta y mazorca a los 130 cm, requiere de 67 y 130 días a floración y tolerante a sequías. Excelente opción para suelos de lomerío. En el caso de la variedad «TUXPEÑO AMARILLO 26», variedad de polinización libre, recomendada para las regiones de 0 a 1600 metros de altitud; para grano o forraje, porte alto, 280 cm de altura de la planta y mazorca a los 130 cm. Requiere de alrededor de 74 días a floración después de la siembra y 140 días de siembra a cosecha, grano amarillo dentado y resistente al acame.

En la estación experimental Bachíniva del Campo Experimental «Sierra de Chihuahua», del INIFAP, se entregaron 10 kg de semilla de tres razas de maíz (Apachito, Cristalino y Gordo) de la raza Palomero de Chihuahua se entregó 1.0 kg de semilla/productor. La selección de productores beneficiarios (guardianes) con la entrega de semilla se realizó en base a perfil de liderazgo como productores de cada raza de maíz y a las características de ubicación de sus predios.

En Coahuila se entregó semilla a 150 productores de la variedad: JAGUAN (variedad criolla mejorada, adaptada a los ambientes de temporal del sureste de Coahuila, en áreas de transición entre 1800 a 2200 metros de altitud). Mientras que en Puebla se entregó semilla a 53 productores de las variedades: SER472, ZOAP482, MOR491, CIT529 y LIB2009 (Variedades de alto rendimiento y buena adaptación a las condiciones de temporal de los Valles Altos en la región Oriente del Estado de Puebla), también incluyó a poblaciones representativas de maíces de las razas Chalqueño, Elotes Chalqueños y Cacahuacintles, como parte de las actividades de conservación de razas de maíz, a través de los guardianes. Así como en el Estado de México se entregó semilla de la variedad ESTRELLA. Se distingue por tener plantas resistentes al acamé, mazorca y grano grande.

Creación de una capacidad institucional y humana sostenible

Autores compiladores

J. Arahón Hernández Guzmán,
Flavio Aragón Cuevas y
Osvaldo Baldemar Pérez Cuevas.

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

En la Red Maíz a nivel nacional colaboran más de 14 instancias de educación superior, investigación, asociaciones civiles y organizaciones de productores, participan más de 32 integrantes con diferentes disciplinas de investigación: agrónomos, fitomejoradores, fitopatólogos, genetistas, biotecnólogos, biólogos, bioquímicos, ingenieros industriales, entre otras y más de 400 productores (Cuadro 18). Las instancias con mayor participación son la UACh, INIFAP y el CP (Figura 15).

Cuadro 18. Integrantes de la Red Maíz.

Investigador	Institución	Estado	Productores
Dr. J. Arahón Hernández Guzmán	CP-Campus Puebla	Nayarit	25
Dr. Pedro Antonio López		Puebla	10
Dr. Fernando Castillo González	CP Campus Montecillo	Estado de México	ND
Dr. Aquiles Carballo Carballo			ND
Dr. Leobigildo Córdova Téllez			ND
Dr. Amalio Santacruz Varela			ND
Dr. Luis Antonio Dzib Aguilar	UACh-CRUPY	Yucatán	12
Dr. José Alfredo Carrera Valtierra	UACh-CRUCO	Michoacán	21
Dr. Luis Sahagún Castellanos	UACh-CRUOC	Jalisco	12
Dr. Rafael Ortega Paczka	UACh	Estado de México	11
Ing. Humberto Castro García	UACh-CRUS	Oaxaca	ND
Dr. José Alfonso Aguirre Gómez	INIFAP- CE Bajío	Guanajuato	10
M. en C. Flavio Aragón Cuevas	INIFAP-CE Valles Centrales de Oaxaca	Oaxaca	81
Dr. Noel Orlando Gómez Montiel	INIFAP-CE Iguala	Guerrero	17
Ing. Pablo Amín Cruz	INIFAP- CE Rosario Izapa	Chiapas	9
Ing. Víctor Hugo Díaz Fuentes			
M. en C. Manuel de Jesús Guerrero Herrera	INIFAP-CE Norman E. Borlaug	Sonora	15
Dra. Micaela de la O Olán	INIFAP-CE Valle de México	Estado de México	4
M. en C. Moisés García Holguín	INIFAP-CE Sierra de Chihuahua	Chihuahua	43
Dr. Isaac Meneses Márquez	INIFAP-CE Veracruz	Veracruz	13
Dr. Froylán Rincón Sánchez	UAAAN	Coahuila	11
M. en C. José Luis Herrera Ayala		Tlaxcala y Estado de México	64
M. en C. Cristina Vega			
M. en C. Manuel Raymundo Garza Castillo	UAT	Tamaulipas	11
Dr. Pedro Sánchez Peña	UAS	Sinaloa y Durango	22
Dr. José Luis Chávez Servía	IPN-CIIDIR-Oaxaca	Oaxaca	10
Dr. Marco Antonio Gerardo Ramírez R.	UAM-Unidad Iztapalapa	Ciudad de México	ND
Dr. Efraín de la Cruz Lázaro	UJAT	Tabasco	ND
Ing. Osvaldo Baldemar Pérez Cuevas	SNICS-Chihuahua	Chihuahua	10
Ing. Jorge Quevedo Ramírez	SNICS-Colima	Colima	4
Ing. Ignacio Hernández Márquez	SNICS-Morelos	Morelos	5
Ing. Rubén Esparza Murillo	SNICS-Durango	Durango	4
Dr. Santiago Cruz Castro	Agroservicios El Indio Kuali Tekitl S.C.	Hidalgo y Veracruz	5
Ing. Joel Padilla Cruz	Sistema Producto Maíz de los Pueblos Rurales del Distrito Federal A. C.	Hidalgo, Veracruz, Colima y Ciudad de México	19
		Total	**445**

ND: No disponible

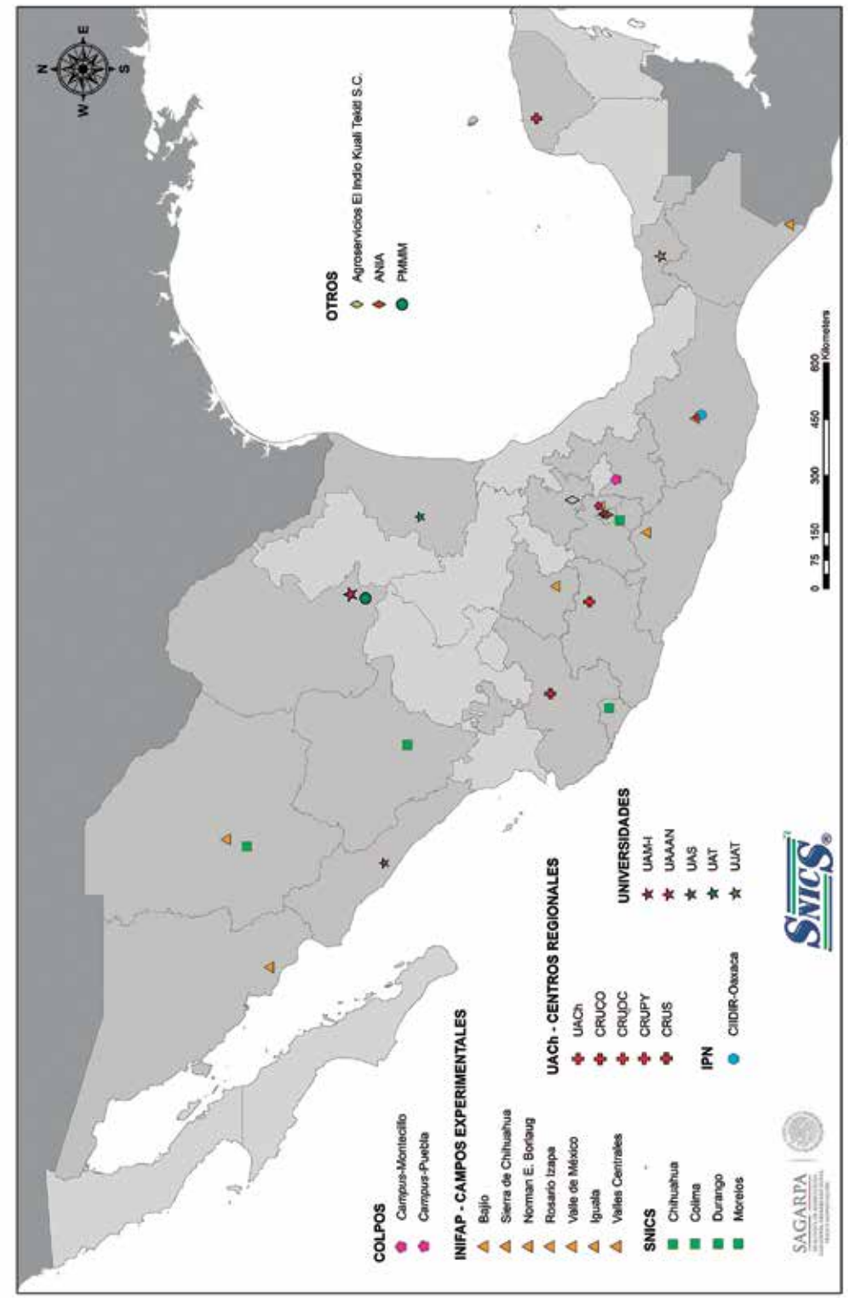


Figura 15. Distribución de instancias que conforman la Red Maíz.

Creación de una capacidad institucional y humana sostenible

Línea 17

Creación y fortalecimiento de capacidad en materia de recursos humanos

Con el objetivo de fomentar la creación de capacidades en conservación y utilización sostenible, así como de transferencia de tecnología, los integrantes de la Red Maíz impartieron más de 100 talleres y cursos de capacitación a productores, técnicos, estudiantes y público en general, así como recorridos de campo, parcelas demostrativas, entre otras actividades. La capacitación se enfocó a temas de manejo postcosecha, control de plagas y enfermedades, aplicación de agroquímicos, manejo, producción de semilla, selección masal, caracterización varietal, técnicas de producción sustentable, entre otros.

Por ejemplo, en la comunidad de Jala, Nayarit, se realizó el curso-taller de artesanías a base de semillas de maíz (bisutería), organizado por el CP *Campus* Puebla, autoridades municipales de Jala y el DIF Municipal. Los objetivos fueron enseñar y fomentar la elaboración de artesanías utilizando como materia prima semillas de maíz de las razas: Jala, Bofo, Bofo-Harinoso de Ocho y Tuxpeño en combinación con semillas de frijol, jojoba, café, durazno, entre otros materiales. El curso tuvo una duración de tres semanas y contó con la participaron de 24 mujeres de la comunidad. Entre las artesanías elaboradas se encontraron pulseras, collares, anillos, alhajeros y diferentes adornos (Figura 16).

En la misma comunidad de Jala, Nayarit, como una manera de fomentar la conservación *in situ* de la diversidad genética de la raza Jala, se apoyó el concurso del elote más grande del mundo. En el concurso participaron productores de la región que conservan y cultivan esta raza. En el año 2013 el Sr. José Antioco Elías Partida de la comunidad de Coapan, municipio de Jala ganó el concurso al cosechar un elote de 42 cm de longitud. Del mismo modo se realizaron encuestas a los productores de la región, los resultados indican que el 100 % de los encuestados siembran este maíz por su alta calidad de elote, grano y forraje; el 69 % lo siembran por tradición y por el orgullo de participar en el concurso, un 84 % ha participado más de dos veces en el certamen, el cual cumple con más de 30 años de celebrarse (Figura 17).

Derivado de la realización de las actividades también se formaron recursos humanos, entre los que destacan una tesis de doctorado, cinco de maestría y cinco de licenciatura (Cuadro 19).

Figura 16. Taller de elaboración de artesanías a base de semillas de maíz y otros cultivos.

Figura 17. Participantes del concurso «el elote más grande del mundo» en el marco de la tradicional feria del elote en Jala, Nayarit.

Cuadro 19. Recursos humanos generados en los proyectos de la Red Maíz.

Nombre	Grado obtenido	Instancia/Año
Montes Hernández Luis Alberto	Doctorado	CP/2014
Arce Ramírez Aurelio Chico	Maestría	CP/2013
Molina Anzúres María Felix	Maestría	CP/2015
Flores Pérez Luis	Maestría	CP/2014
Hernández Galeno César del Ángel	Maestría	CP/2010
Nájera Calvo Luis Alberto	Maestría	UAAAN/2010
Arce Ramírez Aurelio Chico	Licenciatura	UACh/2009
Aguilar Juñarez José Alberto	Licenciatura	UACh/2012
González Regalado Jéssica Jazmín	Licenciatura	UACh/2012
Herrera Ayala María Gabriela	Licenciatura	UAAAN/2011
Pedraza Reynoso Amanda Jael	Licenciatura	UAAAN/2011

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

En relación a las actividades de sensibilización al público en general, se generaron más de 17 publicaciones, dirigidas a la comunidad científica como al público en general, así como diversos materiales de difusión entre folletos, trípticos y videos (Cuadro 20). Adicionalmente, como se observa en el Anexo IV, se publicaron resultados en artículos científicos, tesis y otros medios.

Con el objetivo de promover y difundir la importancia de la diversidad de maíces criollos se realizaron nueve ferias de semillas en Oaxaca, Sinaloa, Yucatán, Veracruz, Chiapas y Guerrero, así como cinco foros de conservación y manejo sustentable de las razas nativas de maíz. Se estima que participaron más de 5,000 personas.

Cuadro 20. Publicaciones y material de difusión generados por la Red Maíz con financiamiento SNICS.

Núm.	Título
	Libros
1	Maíces Nativos de los Valles Centrales de Oaxaca. [5]
2	Calidad Industrial de Maíces Nativos de la Sierra Sur de Oaxaca. [6]
3	CENTLI MAIZ. Prehistoria e Historia, Diversidad, Potencial, Origen Genético y Geográfico, Glosario Centli. Maíz. [25]
4	Cinco Nuevas Razas de Maíz en el Occidente de México. [10]
5	Modelo para la Conservación de Maíces Criollos en el Sureste de Coahuila, México. [1]
6	Integración del Conocimiento Tradicional en el Mejoramiento de los Maíces Criollos de Michoacán. [8]
7	Diversidad y distribución de los maíces nativos en Coahuila, México. [30]
8	Razas de Teocintle en Michoacán, su origen, distribución y caracterización morfológica. [9]
	Folletos
9	El Cultivo y Consumo de Maíces Precoces en Yucatán. [46, 48]
10	Potencial Nutracéutico de los Maíces Pigmentados. [49]
11	Selección Para el Mejoramiento de Maíz Criollo. [43]
12	Bancos Comunitarios de Semillas para Conservar *in situ* la Diversidad Vegetal. [45]
13	Plan de Desarrollo Regional Estado de México, Maíz (2012-2022). [47]
	Videos
14	Maíz, Riqueza Natural de México. [70]
15	Mejoramiento Participativo de Maíces Criollos Azules en el Distrito Federal. [63]
16	Razas de Maíz en Oaxaca. [68]
17	Colecta de Maíces Criollos y Servicios de Conservación y Determinación de Pigmentos en Maíces Criollos Azules del Distrito Federal. [64]
18	Mejoramiento Participativo del Maíz Nativo de Oaxaca. [67]
19	Diagnóstico y Aprovechamiento de los Recursos Genéticos del Maíz en el Noroeste de México. [71]
20	Conocimiento tradicional y conservación *in situ* de maíces nativos en Teziutlán y zona Centro-Occidente del Estado de Puebla. [66]
21	Jala una Raza de Maíz: El Tradicional Concurso del Elote en Jala-Nayarit. [69]

Por ejemplo, los días 25 y 26 de abril de 2013, en la Plazuela de Rosales, Culiacán, Sinaloa se realizó la Segunda Feria de Maíces Nativos «Juan Serrano Aguirre», organizada por la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS), al evento asistieron más de 300 personas entre investigadores, productores, estudiantes y público en general. Durante ambos días de actividades el público asistente tuvo la oportunidad de conocer la diversidad de razas nativas de maíz en Sinaloa, entre las que se encuentran: Chapalote, Elotero de Sinaloa, Bofo, Tabloncillo Perla, Onaveño, Reventador, entre otras, así como diversos productos derivados de los maíces nativos. En el marco de la feria, se impartió el taller de elaboración de manualidades a base de semillas de maíz, se realizó un recorrido en campo para mostrar a los productores como se realiza la evaluación y selección de los maíces criollos, entre otras actividades (Figura 18).

Figura 18. Actividades de la Segunda Feria de Maíces Nativos de Sinaloa, 25 y 26 de abril de 2013.

Literatura consultada

Aragón-Cuevas F. 2015. México: Community seed banks in Oaxaca. *In*: Community Seed Banks. Origins, Evolution and Prospects. Vernooy R., P. Shrestha and B. Sthapit (eds.). Bioversity International. Abingdon, Oxon RN. 136-139 p.

Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. http://www.cdi.gob.mx/última consulta 19 de diciembre 2016.

CONABIO. 2011. Distribución de razas de maíz del grupo Maduración tardía. Mapa realizado con la información obtenida del Proyecto Global de Maíces Nativos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México. http://www.biodiversidad.gob.mx/usos/maices/grupos/MaduracionT/razas_MaduracionT.html

Diario Oficial de la Federación. 2012. Acuerdo por el que se determinan centros de origen y centros de diversidad genética del Maíz. Diario Oficial. Segunda Sección. 2 de Noviembre. 128 p.

FAO. 2012. Comisión de Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Roma, Italia. 104 p.

Guillen-De la Cruz, L., E. de la Cruz L., S. A. Rodríguez H., G. Castañón N., A. Gómez V. y A. J. Lozano R. 2014. Diversidad morfológica de poblaciones de maíces nativos (*Zea mays* L.) del estado de Tabasco, México. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. 46: 239-247 p.

Hocdé H. 2006. Fitomejoramiento participativo de cultivos alimenticios en Centro América: panorama, resultados y retos. Un punto de vista externo. Agronomía Mesoamericana. 17: 291-308 p.

Kato Y., T.A., C. Mapes S., L.M. Mera O., J.A. Serratos H., R.A. Bye B. 2009. Origen y diversificación del maíz: una revisión analítica. Universidad Nacional Autónoma de México, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, D. F. 116 p.

Matsuoka, Y., Y. Vigouroux, M.M. Goodman, J. Sanchez G., E. Buckler and J. Doebley. 2002. A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. Proceedings of the National Academy of Sciences 99: 6080-6084 p.

Museo Nacional de Culturas Populares. 1984. El Maíz, fundamento de la cultura popular mexicana. Secretaría de Educación Pública. García Valadés Editores S.A. 114 p.

Perales H. y D. Golicher. 2014. Mapping the diversity of maize Races in México. PLOS ONE, DOI:10.1371. 20 p.

Pérez de la Cerda F. J. y D. D. Navarrete N. (Comps.) 2014. Gaceta Oficial de los Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales. SAGARPA-SNICS. México. 217 p.

QUADRATIN. Oaxaca. 2010. https://oaxaca.quadratin.com.mx/Logran-mujeres-marca-colectiva-de-latlayuda/oaxaqueña

SAGARPA. 2014. Guía Técnica para la Descripción Varietal Maíz (*Zea mays* L.). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México. 39 p.

SAGARPA. 2016a. Atlas Agroalimentario 2016. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 220 p.

SAGARPA. 2016b. Catálogo Nacional de Variedades Vegetales. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). 38 p.

Sánchez G. J. J. 2011. Diversidad del Maíz y el Teocintle. Informe preparado para el proyecto: "Recopilación, generación, actualización y análisis de información acerca de la diversidad genética de maíces y sus parientes silvestres en México". Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Manuscrito. 89 p.

Sánchez G., J. J., C. W. Stuber and M. M. Goodman. 2000a. Isozymatic diversity of the races of maize of the Americas. Maydica 45: 185-203 p.

Sánchez G., J. J., M. M. Goodman and C. W. Stuber. 2000b. Isozymatic and morphological diversity in the races of maize of Mexico. Economic Botany 54: 43-59 p.

Vigoroux, Y., J. C. Glaubitz, Y. Matsuoka, M. M. Goodman, J. Sánchez G., J. Doebley. 2008. Population structure and genetic diversity of New World maize landraces assessed by DNA microsatellites. American Journal of Botany 95: 1240-1253 p.

ANEXO I

Razas nativas de maíz
en México

Ancho

Apachito

Arrocillo Amarillo

Blandito

Blando de Sonora

Bofo

Bolita

Cacahuacintle

Celaya

Chalqueño

Chapalote

Serrano de Jalisco

Conejo

Cónico Norteño

Cónico

Coscomatepec

Cristalino de Chihuahua

Dulce de Jalisco

Dulcillo del Noroeste

Dzit-Bacal

Elotero de Sinaloa

Elotes cónicos

Elotes occidentales

Gordo

Jala

Mixeño

Mixteco

Motozinteco

Mushito

Nal-Tel de Altura

Nal-Tel

Negrito

Olotillo

Olotón

Onaveño

Palomero de Chihuahua

Palomero de Jalisco

Palomero Toluqueño

Pepitilla

Purepecha

Ratón

Reventador

Serrano Mixe

Tablilla de Ocho

Tabloncillo Perla

Tabloncillo

Tehua

Tepecintle

Tuxpeño Norteño

Tuxpeño

Vandeño

Zamorano Amarillo

Zapalote chico

Zapalote Grande

ANEXO II

Relación de agricultores «guardianes de las razas nativas de maíz» de la estrategia «incentivos a la conservación *in situ* de las razas nativas de maíz en México»

A continuación se presenta la relación de agricultores «guardianes de las razas nativas de maíz» de la estrategia «incentivos a la conservación *in situ* de las razas nativas de maíz en México».

Nombre	Estado	Raza
Felipe Orduña Arellano José Luis Torres Mendieta	Guanajuato	Celaya
Herminio Cervantes Lara Juan Briseño Seferino Najar Luna Rafael Espinoza Padilla	Guanajuato	Tablilla de Ocho
Víctor Solís de Jesús	Guanajuato	Elotes Occidentales
Marinan Hernández Rubalcaba Mario Prado Rodríguez Tiburcio Ventura Meza José A. Elías Partida José Luis Rodríguez López David Franquez Solís	Nayarit	Jala
José de Jesús Bizarrón Peña	Nayarit	Ancho
Pablo Castañeda Jáquiz Darío Castañeda Jáquiz	Nayarit	Tabloncillo Perla
José Cruz Salazar Vargas	Nayarit	Tabloncillo
Celso González Carrillo Heleodoro Carrillo González María de Jesús Jiménez Carrillo Mario Carrillo Rentería Marcos de la Cruz González Cirilo Carrillo Correa Alberto Aguilar Carrillo Luis Aguilar Carrillo	Nayarit	Bofo
Servando Carrillo González Luis Aguilar Carrillo	Nayarit	Harinoso de Ocho
Jesús Sifuentes Sifuentes Francisco Zamora Cansino Constancio Oviedo Gaona Leopoldo Arroyo Villanueva	Coahuila	Cónico Norteño
Rubén Oyervidez González	Coahuila	Tuxpeño Norteño
Jesús Delgado Ramirez	Coahuila	Celaya
Constancio Oviedo Gaona	Coahuila	Elotes Cónicos
Felipe Martínez Rodríguez	Coahuila	Elotes Occidentales
Teodoro Rodríguez Villegas Cupertino Oyervidez González	Coahuila	Ratón
Marina Santizo Pérez Antonia Pérez Velásquez Vuenamias Isabel Velásquez Pérez María Elena Pivaral Pérez	Chiapas	Motozinteco
Dominga Méndez Gómez Manuel Méndez Gómez Pascual Méndez López Miguel Hernández Méndez	Chiapas	Olotón
Reynaldo García Flores Alberto Tomás Gutiérrez	Michoacán	Elotes Occidentales
Crisóforo Madero de Asís Álvaro Cárdenas García	Michoacán	Tabloncillo
Raúl Ortega Rodríguez	Michoacán	Dulce de Jalisco
Crisóforo Madero de Asís Gabriel Flores Chávez Elpidio Nemesio Francisco	Michoacán	Reventador
Audias Sánchez Rubio Ignacio Miranda Maldonado	Michoacán	Vandeño
Gloria Conteras Avalos Ignacio Gutiérrez Cortés Pedro Mauno Leyva	Michoacán	Conejo
María García Barajas Abraham Reyes López Serafín Mendoza Cervantes Melquiades Ponce Dueñas	Michoacán	Mushito
Adolfo Herrera Zamora Luis Plasencia Ramirez Ignacio Miranda Maldonado Rosario Gutiérrez Cortés	Michoacán	Zamorano Amarillo
Bernardino Canul Xix Daniel Palomo kauli Lucio Kuali Cuxim Mariano Palomo Kuali	Yucatán	Dzit-Bacal y Nal-Tel
Casimiro Matu albornoz	Yucatán	Nal-Tel
Daniel Bacab Uc	Yucatán	Dzit-Bacal
Carlos Ernesto Cob Uicab William de Jesús Matu Montes	Yucatán	Dzit-Bacal
Mario Avalos Rocha Rubén Huerta López Santos Huerta Hernández Gabriel Ángel López Aguilar	Jalisco	Serrano de Jalisco
Francisco J. Murguía García Claudia Marcela Contreras José Agustín Dueñas Álvarez	Jalisco	Dulce de Jalisco
José de Jesus Salas Estrada Benjamín Dueñas Vázquez	Jalisco	Tabloncillo
Concepción Martínez Alvarado	Jalisco	Tabloncillo y Dulce de Jalisco
José Odilón Mateos Antonio Plaza Rosalío Santos Fortino Fabián José Encarnación Patrocinio Benjamín García Álvarez	Estado de México	Palomero Toluqueño

Continuación...

Nombre	Estado	Raza
Román Castro Hernández Sean Vázquez Hernández Jazmín Díaz Hernández Marcelina Hernández Vázquez	Chiapas	Olotillo
Juan Bermúdez Gómez Humberto Hernández López Emilio Ruiz Zúñiga Luis Gómez Álvarez	Chiapas	Comiteco
Ausencio Solano Jiménez Fernando Velázquez Pérez José Ángel Cuesta García Rafael Nucamendi Tóala José de la Cruz Pérez Francisco Vázquez	Chiapas	Tehúa
Roberto Penagos Espinoza Leodegario Pérez Díaz Guillermo Ruiz Pinto Hernán Díaz Felipe de Jesus Serrano Nalguelu Felipe Cuesta García Neftalí Méndez Nucamendi Isaías Cruz Ramos	Chiapas	Tepecintle
Francisco Fierro González Ricardo Pérez Rodríguez Gregorio Castillo Soto	Chihuahua	Apachito
Celestino Hernández Lima Arnulfo Cruz Sinaloa	Chihuahua	Azul
Feliciano C. Fierro González Elizandro E. González González Esteban Cervantes Ontiveros Juan Antonio Mendoza Torres	Chihuahua	Cristalino de Chihuahua
Margarito Cruz Torres	Chihuahua	Gordo
Francisco Cruz Candelario Gabriel García Castro Eusebio Cuellar Altamirano Amador Rincón Avalos Francisco Cruz Cruz María Dolores de los Ángeles Acacio Rivera A.	Colima	Tabloncillo
Fidel Zapoteco Reynoso Hipólito Tampa Segura Quintiliano Martínez Reyna Juan Francisco Sánchez Laes	Guerrero	Pepitilla
Fulgencio Ramos Nazario Alejandro Benítez Bahena Felipe Salgado Román Columba Arellano Degante	Guerrero	Reventador
Joaquín Salinas de los Santos Fidel Ceferino Estrada	Guerrero	Conejo
Rodolfo Macedo Pérez Crispín Faustino Morales Santana Miguel Melchor Cenobio Ortiz Gabino	Estado de México	Tuxpeño
Jerónimo Guadarrama Colín Moisés Toledo González	Estado de México	Arrocillo Amarillo
José Juan Secundino Toledo José González Pacheco	Estado de México	Tabloncillo
Juan González Jiménez Silvia Celsa Garduño Salazar	Estado de México	Tabloncillo Perla
Crescencio Madrid Romero Agustín Crisanto Florentino Gregorio Iglesias Galán Pedro Pablo Bautista Mejía Rómulo Ruiz Rivera Adolfo Flores Ruperto Pablo Adrián Sánchez Martínez	Estado de México	Cónico
Gregorio Quintero Iglesias Pedro Morales González Florencio García Hernández	Estado de México	Cónico Norteño
Sabino Rubí Áreas Macaria Oro Ramos Candido Camacho Rebollo Tomas F. Sánchez Chaparro Severino González Torrijos	Estado de México	Mushito
Martha Álvarez Galicia Constantina Iglesias Enríquez J. Carlos Espinoza Escalona Venancio A. Martel Sánchez Severino Sambrano González Bonifacio Alonso Leal	Estado de México	Cacahuacintle
Francisco Cervantes Bernal Javier Ruiz Nava	Estado de México	Elotes Cónicos
Concepción Gómez Hernández	Estado de México	Celaya
Virginio Secundino Clímaco	Estado de México	Olotillo
Job Castaño Arriaga	Estado de México	Chalqueño
Lorenzo Sosa Espíndola Ramiro Máximo Perdomo Carlos Castillo Martínez Adán Santi Esteban Sánchez Alejandro Santi esteban Sánchez	Estado de México	Palomero
Jorge E. Carbajal Navarro	Estado de México	Vandeño

Continuación...

Nombre	Estado	Raza
Antonio Leyva Villalva Jesús de la Rosa Chávez Santos Vázquez Vargas Ricardo Tostado Lizárraga Manuel Cruz Salcido Campos	Sinaloa	Elotero de Sinaloa
Rafael Ayala Escalante Vicente Moreno Nieves		Chapalote
Juan Cirilo Burboa Soto Alfredo Rodelo Niebla		Blando de Sonora
Pedro Heredia Ortega Rufino Delgado García Sergio Tehuitzy Miranda Santiago Godínez Florencio	Guerrero	Ancho
Ignacio Hipólito Susano Efraín Alvarado Mojica Santa Cruz Tiburcio Pastor		Vandeño
Adriana Varona Sánchez Silvio Trinidad Espinoza Lozano Adolfo Aristeo Juárez Tadeo Fernando Ramírez de Ramón	Puebla	Chalqueño
Nicolás Ríos Aguilar Arcadio Suárez Osorio Fernando Cuenca Flores Diego Andrés Calvario Juárez		Elotes Chalqueños
José Lucio Arturo Vásquez Rivera Clemente N. Morales Hernández		Cacahuacintle
Herón Chávez Chávez Alberta Gutiérrez Gutiérrez José Chávez Huerta Miguel Ángel Chávez Huerta Cándido Sánchez Ortiz	Veracruz	Coscomatepec
Epifanio López López José Cobix Acua Hilario Cobix Fidcal Gerardo Cobaxin Acua Porfirio Ramirez Chagala José Alberto fiscal Acua José Fiscal Cruz		Olotillo
Justino Inés Contreras José Olarte Hernández Fernando Fernández Gutiérrez Anastasio Olarte Hernández Cecilio Pérez Valencia Carlos Ferral Santes		Tuxpeño
José Manuel Márquez Barrera Abel Ramírez Escobar José Alonso Camacho	Tamaulipas	Tuxpeño Norteño
Albino García Zurita Juventino Cervantes de la Rosa Silverio Cavazos de León		Tuxpeño

Nombre	Estado	Raza
Juan Serrano Aguirre Pedro Ramirez Castillo José Joaquín Noriega Ayala Santos Castellanos Silva Juan F. Zamora Bracamonte Ramón López Rivera	Sinaloa	Tabloncillo Perla
Jorge E. Arredondo Quintero Javier Hernández Manzano Felipe Vargas Jiménez Pascual Pérez Labrador		Tabloncillo
Jesus Lerma Vázquez Luis Osuna Hernández		Dulce de Jalisco
Miguel Martín Olmos Miranda Santos Mendoza López Inocencio Galindo Constantino Juan Solís Garcés Dionisio Isaac Tapia Inés Vázquez Alarcón Joel Padilla Cruz Luis Ricardo Sánchez Valle Marcela Jiménez Caldiño	Ciudad de México	Elotes Cónicos
Manuel de Jesus Herrera V. Ernestina Herrera Herrera Armando Herrera V.	Durango	Azúl, Cónico Norteño
Moisés García Díaz		Blando, Gordo
Lino Marcos López España Porfirio García Tolentino	Hidalgo	Cacahuacintle
Sotero Martínez Vences Gorgonio Ramirez Dorantes Lorenza García Blancas	Morelos	Pepitilla
Raúl Sosa Reyes Fernanda Cardona Vilchis		Ancho
Adán Francisco Monroy Oqui Luis Alfonso Leyva Valdez Santos Acuña Galán	Sonora	Chapalote
Juventino Monroy Oquin		Onaveño
Rosario García Razcón Francisco López Jiménez		Blando de Sonora
Isidro López Jiménez Manuel Valenzuela Peña		Gordo
Francisco López Jiménez		Dulcillo del Noroeste
Sigfredo Chua Gámez		Chapalote, Onaveño y Dulcillo del Noroeste

Continuación...

Nombre	Estado	Raza
Práxedis Ruíz Salazar Cirilo Vanoye Pérez Genaro Rodríguez Rodríguez Sixto Salazar Torres José Alonso Cervantes	Tamaulipas	Ratón
Guillermo García San Luis Román Rodríguez acosta Hipólito Méndez Hernández Apolinar Rodríguez Cortez Rosalio Reyes Cuamatzi	Tlaxcala	Palomero
Martin Hernández García Carmelo León Nieto Mario Salvador Carpintero Gloria A. Rojas Arce Gaudencio A. Cortés Hernández		Cacahuacintle
José E. González Zúñiga José Luis San Luis Cuaxulot		Chalqueño
Gabriel Gutiérrez López Francisco Maldonado Díaz Rigoberto Palafox Rivera Venancio Bonilla Torres		Cónico
Sotero Hernández Sánchez		Chalqueño y Cónico
Leocadio López Cenobio Florentino Pedro Pablo Jesús Hernández Cruz Lucio Carlos Ortiz Vásquez Anastasio Roberto Jiménez Nicolás Melesio Bautista Bautista	Oaxaca	Chalqueño
Silvino Antonio Antonio Tomas Felipe German Manuel López Hernández		Zapalote Grande

Nombre	Estado	Raza
Rafael Enríquez Leyva	Sonora	Chapalote, Onaveño y Blando de Sonora
Alfonso Luis Cruz Bartolo Ambrosio Osorio Leobardo Benito Galván Ramón Ríos Paula Teresa Espinoza López Catarino García Pérez Ángel García Martínez Joel García Cruz Cristóbal Aquino	Oaxaca	Bolita
Mauro García Antonio Miguel Cruz Juan Felicita Hernández Mendoza Concepción Salinas Figueroa		Tepecintle
José Martínez Nicolás Alfonso Quintero Carlos Ramírez Santos		Tuxpeño
Gregorio Silvia Arroyo Macedonio García García Roberto Cortés Villegas Ricardo Martínez Vargas		Olotón
Dagoberto Cruz Ascencio Zacarías Mazas Pedro Gerardo Martínez Hernández Luis Pérez Martínez		Nal-Tel de Altura
Héctor Ramirez Ruiz Vicente Ciriaco Onofre Juan Salinas Olvera		Zapalote Chico
Sebastián Santiago Dimían Pedro Vásquez García Fernando Mendoza González Isaías Santiago Marino Jorge Quiroz Hernández Santiago Mateo López		Olotillo
Patricio Peralta Loaeza Enedina Cruz Salinas Isaías Velasco Cruz Erasto Cruz Santiago		Comiteco
Aurelio Merino García Santiago Mateo López		Conejo

ANEXO III

Resultados de caracterización morfológica del Proyecto Huella Genética de las razas criollas de maíz

Resultados de caracterización morfológica del Proyecto de Huella Genética de razas criollas de maíz.

Carácter	Arrocillo Amarillo	Blandito	Bofo	Bolita	Cacahuacintle	Celaya
Caracteres vegetativos y fenológicos						
Altura de planta (cm)	233.66±39.03	196.46±31.79	234.88±32.39	280.04±35.78	226.28±23.91	264.60±30.61
Altura de la mazorca (cm)	113.79±30.71	69.88±17.76	126.75±25.61	136.55±27.16	102.54±17.08	164.00±35.04
Número de hojas totales	11.71±1.93	11.17±1.05	13.20±0.97	12.17±1.09	10.77±1.13	14.84±1.40
Floración femenina (días)	100.55±12.86	61.04±2.07	81.91±9.32	71.96±6.40	94.29±5.92	80.20±9.25
Caracteres de la espiga						
Longitud de la espiga (cm)	57.91±4.15	34.42±5.87	46.41±2.32	39.45±2.28	62.81±3.22	43.67±2.76
Caracteres de la mazorca						
Longitud de la mazorca (cm)	11.79±2.15	19.57±3.70	21.10±1.22	13.53±1.27	14.12±0.64	17.95±1.37
Número de hileras	16.26±1.09	10.09±1.69	10.56±0.79	10.97±1.08	13.53±0.91	13.97±1.37
Diámetro de mazorca (cm)	3.79±0.24	3.29±0.30	4.36±0.18	4.34±0.20	4.51±0.16	4.97±0.32
Caracteres del grano						
Ancho de grano (mm)	6.20±0.67	8.89±0.95	10.92±0.78	10.12±0.67	9.38±0.58	9.02±0.64
Longitud del grano (mm)	11.80±0.62	8.97±1.44	11.81±	12.21±1.40	24.06±35.51	13.76±0.78
Espesor del grano (mm)	3.55±0.39	4.49	5.18	4.36	8.59	4.38±0.31
Parámetro de Diversidad Genética						
Número de alelos por locus (A)	11.38±5.29	13.06±5.42	11.54±4.94	12.25±5.73	13±6.38	13.45±7.28

Carácter	Chalqueño	Chapalote	Conejo	Cónico	Coscomatepec	Dulce de Jalisco
Caracteres vegetativos y fenológicos						
Altura de planta (cm)	280.12±24.46	191.15±14.04	246.51±31.64	233.37±31.67	315.14±22.83	190.6±19.93
Altura de la mazorca (cm)	139.15±18.37	77.23±8.89	111.68±23.06	107.41±25.54	221±24.89	104.7±16.07
Número de hojas totales	13.49±0.99	10.71±0.49	12.79±1.12	11.21±1.86	16.88±1.05	11.71±0.78
Floración femenina (días)	107.18±6.11	61.14±2.65	60.1±4.29	95.47±11.19	89.46±11.61	73.55±6.03
Caracteres de la espiga						
Longitud de la espiga (cm)	65.51±2.94	34.65±2.06	54.72±4.47	62.1±2.74	42.56±3.1	39.94±3.11
Caracteres de la mazorca						
Longitud de la mazorca (cm)	15.6±1.17	15.66±0.96	14.22±2.01	13.67±1.38	18.04±0.98	15.44±1.49
Número de hileras	15.35±1.85	12.21±1.36	11.1±0.93	13.43±1.99	13.28±1.27	14.18±1.28
Diámetro de mazorca (cm)	4.48±0.33	3.13±0.24	3.76±0.33	3.91±0.26	4.23±0.23	4.5±0.17
Caracteres del grano						
Ancho de grano (mm)	10.37±13.24	7.03±0.52	8.77±0.57	7.66±0.85	8.51±0.41	8.65±0.56
Longitud del grano (mm)	13.68±1.2	7.99±0.53	10.48±0.8	12.72±0.76	12.3±1.17	11.55±0.48
Espesor del grano (mm)	5.58±7.35	3.73±0.36	3.66±0.27	3.96±0.29	4.23±0.33	4.93±0.44
Parámetro de Diversidad Genética						
Número de alelos por locus (A)	16.06±7.75	12.25±5.39	12.90±5.85	15.87±7.72	11.74±5.01	11.80±4.68

Continuación...

Carácter	Dulcillo del Noroeste	Dzit-Bacal	Elotero de Sinaloa	Elotes Cónicos	Elotes Occidentales	Jala
Caracteres vegetativos y fenológicos						
Altura de planta (cm)	280.12±24.46	191.15±14.04	246.51±31.64	233.37±31.67	315.14±22.83	190.6±19.93
Altura de la mazorca (cm)	139.15±18.37	77.23±8.89	111.68±23.06	107.41±25.54	221±24.89	104.7±16.07
Número de hojas totales	13.49±0.99	10.71±0.49	12.79±1.12	11.21±1.86	16.88±1.05	11.71±0.78
Floración femenina (días)	107.18±6.11	61.14±2.65	60.1±4.29	95.47±11.19	89.46±11.61	73.55±6.03
Caracteres de la espiga						
Longitud de la espiga (cm)	65.51±2.94	34.65±2.06	54.72±4.47	62.1±2.74	42.56±3.1	39.94±3.11
Caracteres de la mazorca						
Longitud de la mazorca (cm)	15.6±1.17	15.66±0.96	14.22±2.01	13.67±1.38	18.04±0.98	15.44±1.49
Número de hileras	15.35±1.85	12.21±1.36	11.1±0.93	13.43±1.99	13.28±1.27	14.18±1.28
Diámetro de mazorca (cm)	4.48±0.33	3.13±0.24	3.76±0.33	3.91±0.26	4.23±0.23	4.5±0.17
Caracteres del grano						
Ancho de grano (mm)	10.37±13.24	7.03±0.52	8.77±0.57	7.66±0.85	8.51±0.41	8.65±0.56
Longitud del grano (mm)	13.68±1.2	7.99±0.53	10.48±0.8	12.72±0.76	12.3±1.17	11.55±0.48
Espesor del grano (mm)	5.58±7.35	3.73±0.36	3.66±0.27	3.96±0.29	4.23±0.33	4.93±0.44
Parámetro de Diversidad Genética						
Número de alelos por locus (A)	11.06±4.75	12.74±5.37	8.96±3.76	13.74±6.81	15.38±6.93	9.53±3.77

Carácter	Maíz Ancho	Mixeño	Mixteco	Motozinteco	Mushito	Nal-Tel
Caracteres vegetativos y fenológicos						
Altura de planta (cm)	337.23±16.08	346.5±33.56	353.11±23.4	311±67.2	281.4±22.73	259.98±73.76
Altura de la mazorca (cm)	156.35±12.24	214.25±38.79	207±23.03	156.8±63.2	175.8±23.89	124.56±57.15
Número de hojas totales	14.32±1.05	15.15±0.91	13.8±0.8	14.2±2.4	14.8±1.31	12.18±2.29
Floración femenina (días)	64.8±2.54	94±6.38	85.11±4.19	72.2±5.5	90.6±4.59	72.71±10.91
Caracteres de la espiga						
Longitud de la espiga (cm)	70.34±1.88	45.81±1.4	41.8±1.82	59±9.5	42.28±3.52	49.1±9.56
Caracteres de la mazorca						
Longitud de la mazorca (cm)	17.19±1.43	16.22±2.78	15.44±1.13	16.8±3.9	18.89±1.14	13.56±2.66
Número de hileras	8.64±0.76	11.6±0.57	12.49±0.97	11.3±1.9	14.28±2.37	11.4±1.31
Diámetro de mazorca (cm)	4.93±0.3	4.3±0.5	4.21±0.27	4.4±0.5	4.8±0.22	3.74±0.44
Caracteres del grano						
Ancho de grano (mm)	13.68±1.58	9.62±1.12	8.99±1	10±0.6	8.97±1.14	8.99±1.33
Longitud del grano (mm)	15.07±0.65	10.58±1.6	11.63±0.65	10.3±0.7	12.89±0.83	9.88±1.12
Espesor del grano (mm)	4.2±0.37	4.81±0.27	4.25±0.3	4.3±0.6	4.43±0.1	4.01±0.65
Parámetro de Diversidad Genética						
Número de alelos por locus (A)	13.96±6.27	10.74±4.50	10.03±3.80	8.45±3.86	11.12±5.28	12.12±5.27

Continuación...

Carácter	Nal-Tel de Altura	Olotillo	Onaveño	Palomero de Jalisco	Palomero Toluqueño	Pepitilla
Caracteres vegetativos y fenológicos						
Altura de planta (cm)	311.33±52.93	296.22±26.76	192.9±13.07	191±0.28	201.86±29.71	334.07±19.09
Altura de la mazorca (cm)	163.39±35.4	153.08±21.29	78.02±8.47	115±0.23	91.88±24.62	160.57±13.97
Número de hojas totales	13.69±0.76	14.26±1.03	10.97±0.75	11.05±2.14	10.28±1	15.26±1.85
Floración femenina (días)	81.08±4.18	70.24±10.32	59.45±2.75	71.5±8.74	92.03±5.72	70.27±3.74
Caracteres de la espiga						
Longitud de la espiga (cm)	40.41±2.59	63.41±5.11	36.71±0.99	44.1±5.26	56.46±4.52	66.94±2.99
Caracteres de la mazorca						
Longitud de la mazorca (cm)	14.7±2.37	18.17±2.22	15.31±0.98	13.3±2.79	12±1.39	16.14±1.47
Número de hileras	11.53±1.33	9.91±1.08	12±1.37	14.5±1.93	17.24±1.82	14.52±2.47
Diámetro de mazorca (cm)	4.03±0.18	3.93±0.35	3.89±0.28	3.56±0.32	3.49±0.15	5.18±0.34
Caracteres del grano						
Ancho de grano (mm)	9.58±1.14	9.89±1.01	8.85±0.74	6.65±0.64	5.59±0.56	7.98±1.15
Longitud del grano (mm)	10.31±1.12	11.44±1.02	9.47±0.84	10.4±0.61	11.51±0.51	16.08±1.18
Espesor del grano (mm)	4.67±0.16	3.55±0.36	4.03±0.23	4.1±0.48	3.25±0.27	3.55±0.28
Parámetro de Diversidad Genética						
Número de alelos por locus (A)	10.38±5.56	11.09±5.12	11.90±5.06	5.37±2.32	11.61±5.23	11.16±5.22

Carácter	Purépecha	Reventador	Serrano de Jalisco	Tablilla de Ocho	Tabloncillo	Tabloncillo Perla
Caracteres vegetativos y fenológicos						
Altura de planta (cm)	295.32±29.27	192.67±18.85	193±0.29	218.86±26.23	208.32±9.38	194.92±36.78
Altura de la mazorca (cm)	147.34±27.47	75.33±11.29	113±0.23	120±20.39	87.69±6.64	81.29±18.61
Número de hojas totales	13.63±1.64	11.08±0.81	12.25±1.74	13.25±2.94	11.4±0.47	11.21±1.69
Floración femenina (días)	111.81±10.33	61.27±2.35	74.75±6.5	71.79±7.38	61.4±1.44	60.5±1.67
Caracteres de la espiga						
Longitud de la espiga (cm)	69.89±2.42	37.39±1.89	40.77±7	40.96±2.15	37.52±1.82	36.88±6.29
Caracteres de la mazorca						
Longitud de la mazorca (cm)	17.97±1.02	17.27±1.85	15.9±2.44	17.77±2.26	16.69±1.41	17.9±4.69
Número de hileras	12.88±1.01	10.17±1.34	14.05±2.31	10.55±1.21	9.22±0.78	8.08±1.1
Diámetro de mazorca (cm)	4.02±0.25	3.3±0.23	4.54±0.78	4.12±0.19	3.68±0.17	3.21±0.35
Caracteres del grano						
Ancho de grano (mm)	8.52±0.65	8.8±0.96	8.24±0.87	9.84±0.76	10.24±0.76	10.41±1.06
Longitud del grano (mm)	11.7±0.48	8.6±0.6	9.83±3.36	12.39±0.74	10.31±0.68	9.22±1.07
Espesor del grano (mm)	4.51±0.39	4.09±0.22	4.67±0.62	4.49±0.24	4.11±0.41	4.02±0.33
Parámetro de Diversidad Genética						
Número de alelos por locus (A)	12.51±5.69	11.35±4.60	6.54±2.56	11.2±5.85	14.54±6.53	4.57±2.18

Continuación...

Carácter	Tehua	Tepecintle	Tuxpeño	Vandeño	Zamorano Amarillo	Zapalote Chico
Caracteres vegetativos y fenológicos						
Altura de planta (cm)	330.19±46.49	291.22±38.51	296.35±26.82	289.71±39.94	247.71±11.8	187.15±26.96
Altura de la mazorca (cm)	203.13±56.09	147.97±35.87	148.51±21.97	142.22±31.3	123.71±49.64	70.71±23.46
Número de hojas totales	17.66±4.04	13.99±1.73	14.53±1.17	14.84±1.19	13.41±0.5	9.87±0.99
Floración femenina (días)	103.59±27.79	67.11±15.59	74.5±4.81	69.97±4.15	81.89±4.33	60.15±12.12
Caracteres de la espiga						
Longitud de la espiga (cm)	38.89±3.62	62.17±3.53	64.25±3.8	57.31±6.95	45.53±3.16	57.02±3.99
Caracteres de la mazorca						
Longitud de la mazorca (cm)	15.01±1.53	16.37±1.47	20.46±1.92	15.34±1.33	19.82±2.03	10.7±1.4
Número de hileras	12.68±1.14	11.77±1.17	13.33±0.75	14.07±1.7	12.13±1.58	10.08±0.66
Diámetro de mazorca (cm)	4.35±0.25	4.23±0.43	4.64±0.24	4.92±0.44	4.82±0.27	3.82±0.22
Caracteres del grano						
Ancho de grano (mm)	8.89±0.87	9.21±0.68	9.34±0.28	8.92±0.48	10.11±1.1	9.41±0.38
Longitud del grano (mm)	10.2±0.61	10.82±1.34	11.31±0.36	11.96±0.58	12.96±0.81	10.81±0.81
Espesor del grano (mm)	4.74±0.36	3.73±0.26	3.98±0.2	3.67±0.14	4.8±0.32	3.52±0.31
Parámetro de Diversidad Genética						
Número de alelos por locus (A)	8.48±4.61	13.32±6.16	12.80±5.33	14±6.06	11.51±5.14	12.25±5.07

Carácter	Zapalote Grande	Xmehenal	Serrano Mixe	Negrito	Choapaneco	Chatino Maizon
Caracteres vegetativos y fenológicos						
Altura de planta (cm)	208.25±24.35	261.8±20.69	399.5±51.72	343.5±35.33	283.3±43.84	335.6±47.7
Altura de la mazorca (cm)	84.66±18.03	122.7±17.06	277.5±52.63	205±22.35	140.5±26.5	184.1±34.3
Número de hojas totales	10.74±1.09	12.6±1.71	23.3±1.01	15.4±0.78	12.8±1.55	14.9±1.4
Floración femenina (días)	61.68±4.92	63±3.16	122±16.52	94±9.83	83.5±3.69	82.1±4.1
Caracteres de la espiga						
Longitud de la espiga (cm)	59.18±3.69	57.2±3.89	38.88±2.59	42.98±2.3	66.75±8	62.9±7.2
Caracteres de la mazorca						
Longitud de la mazorca (cm)	12.04±1.66	14.2±1.69	17.44±3.19	14.22±3.59	19.2±1.48	16.2±2.6
Número de hileras	11.16±1.58	12.4±1.58	12.13±2.9	12.7±0.82	12±1.33	11.7±1.9
Diámetro de mazorca (cm)	4.17±0.26	4.18±0.24	4.47±0.6	3.87±0.42	3.85±0.66	3.5±0.4
Caracteres del grano						
Ancho de grano (mm)	9.58±0.39	9.46±1.08	8.65±1.05	8.14±1.05	8.93±0.79	8±0.3
Longitud del grano (mm)	10.74±0.67	10.17±0.67	10.12±0.72	9.85±1.55	9.43±0.94	9.5±0.5
Espesor del grano (mm)	3.63±0.28	3.7±0.56	5.23±0.11	4.09±0.28	3.97±0.52	3.7±0.3
Parámetro de Diversidad Genética						
Número de alelos por locus (A)	5.77±2.29	5.48±2.98	8.87±3.94	7.80±3.27	5.64±2.71	8.06±3.47

ANEXO IV

Publicaciones generadas

Libros y capítulos de libro

[1] Aguirre M. V. J., F. Rincón S., R. Ramírez S., O. G. Colón A., y M. M. G. Razo M. 2011. Modelo para la conservación de los maíces criollos en el Sureste de Coahuila, México. SAGARPA. 61 p.

[2] Antonio L. P. 2011. Situación actual y potencial del germoplasma nativo de maíz en las regiones Libres, Serdán y Teziutlán, en el estado de Puebla. 2011. *In*: Resúmenes ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2009. SAGARPA. 66 p.

[3] Antonio L. P., E. Ortiz E., A. Gil M., J. D. Guerrero R., L. Flores P., H. López S., O. R. Taboada G., M. Valadez R., J. A. Hernández G. y A. Santacruz V. 2013. Situación actual y potencial del germoplasma nativo de maíz en las regiones Libres, Serdán y Teziutlán, en el estado de Puebla. *In*: Resúmenes Ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2010. Universidad Autónoma Chapingo. México. 89-91 p.

[4] Aragón C. F. y M. Flores Z. 2013. Características físicas del grano en los maíces nativos de los Valles Centrales de Oaxaca. *In*: Maíces Nativos de los Valles Centrales de Oaxaca. Aragón C. F. y S. Taba. (eds.). Libro Técnico No. 19. INIFAP, México. 121-140 p.

[5] Aragón C. F. y S. Taba. 2013. Maíces Nativos de los Valles Centrales de Oaxaca. Libro Técnico No 19. INIFAP. México.168 p.

[6] Aragón C. F., J. Figueroa C., M. Flores Z., M. Gaytán M. y J. J. Véles M. 2012. Calidad Industrial de Maíces Nativos de la Sierra Sur de Oaxaca. INIFAP. México. 249 p.

[7] Aragón C. F., S. Taba, J. B. Díaz de la Cruz y J. M. Hernández C. 2013. Maíces Nativos de los Valles Centrales de Oaxaca. *In*: Maíces Nativos de los Valles Centrales de Oaxaca. Aragón-Cuevas F. y S. Taba (eds.). Libro Técnico No. 19. INIFAP, México. 1-91 p.

[8] Carrera V. J A., J. Ron P., Á. A. Jiménez C., M. M. Morales R., F. Márquez S., L. Sahagún C., J. J. Sesmas G., y M. Sitt M. 2011. Integración del Conocimiento Tradicional en el Mejoramiento de los Maíces Criollos de Michoacán. Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Michoacán. México. 102 p.

[9] Carrera V. J. A., J. Ron P., A. A. Jiménez C., M. M. Morales R., R. Miranda M., L. Sahagún C., y J. t. Díaz V. 2012. Razas de Teocintle en Michoacán, su origen, distribución y caracterización morfológica. Universidad Autónoma Chapingo. México. 95 p.

[10] Carrera V. J. A., J. Ron P., y M. Morales R. 2012. Cinco Nuevas Razas de Maíz en el Occidente de México. Universidad Autónoma Chapingo. México.144 p.

[11] Castillo G. F., A. Ramírez H., P. Ramírez V. y R. Ortega P. 2011. Caracterización morfológica y evaluación participativa del germoplasma de maíz en el Estado de México. *In*: Resúmenes ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2009. SAGARPA-SNICS, México. 38-39 p.

[12] Chávez S. J. L., R. I. Guzmán G., A. M. Vera G., E. N. Aquino B., M. Herrera S., E. Alarcón A. y J. C. Carrillo R. 2013. Acciones que favorecen la conservación *in situ* de las poblaciones nativas de maíz en la Mixteca Oaxaqueña. *In*: Resúmenes ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2010. Universidad Autónoma Chapingo. México. 21-23 p.

[13] Córdova T. L. 2011. Caracterización morfológica y molecular de accesiones tipo de 52 razas de maíz (proyecto huella genética). *In*: Resúmenes ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2009. SAGARPA-SNICS, México. 36-37 p.

[14] Córdova T. L. 2011. Huella genética de las razas de maíz, regeneración de accesiones. *In*: Resúmenes ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2009. SAGARPA-SNICS, México. 59 p.

[15] Córdova T. L., P. A. López, P. J. Reyes S., Á. Villegas M., J. Cadena I., L. M. Mera O., R. Lépiz I., R. González S. y O. Gámez M. 2015. Resultados en conservación, uso y aprovechamiento sustentable de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Asociación Nacional para la Innovación y Desarrollo Tecnológico Agrícola, A. C. México. 367 p.

[16] Cortés E. L. 2013. Estudio de factores que intervienen en la declinación de razas criollas de maíz en la región Valles Altos, en el Estado de México y el Distrito Federal. *In*: Resúmenes Ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2010. SAGARPA-SNICS, México. 51-52 p.

[17] Dzib A. L. A. y L. M. Arias R. 2013. Servicios de conservación de maíz en bancos comunitarios de Yucatán. *In*: Resúmenes Ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2010. Universidad Autónoma Chapingo. México. 85-87 p.

[18] Dzib A. L. A. y L. M. Arias Reyes. 2011. Diversidad de maíz, estrategias de conservación *in situ* y mejoramiento participativo en la península de Yucatán. *In*: Resúmenes ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2009. SAGARPA-SNICS, México. 57-58 p.

[19] Figueroa C. J. D., S. Taba, C. Santoyo y F. Aragón-Cuevas. 2013. Caracterización de colectas de la raza de maíz Bolita por rendimiento de tortilla y propiedades fisicoquímicas. *In*: Maíces Nativos de los Valles Centrales de Oaxaca. Aragón-Cuevas F. y S. Taba (eds.). Libro Técnico No. 19. INIFAP. México. 141-157 p.

[20] García H. M., O. Ramírez V., J. C. Jiménez G. y R. Jacinto S. 2011. Mantenimiento de razas tipo maíces criollos de Chihuahua. *In*: Resúmenes ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2009. SAGARPA-SNICS, México. 62 p.

[21] Gil M. A., P. A. López, H. López S., J. de D. Guerrero R., O. R. Taboada G., J. A. Hernández G., E. Ortiz T., A. Santacruz V., R. H. Santa R., G. Alvarado B., C. del A. Hernández G. y F. Muñoz T. Caracterización y aprovechamiento de la diversidad genética de maíz en los valles de Libres-Serdán, Puebla. 2013. *In*: Agricultura Sostenible Vol. 9. Álvarez G. F., F. Bahena J., I. Carranza C., R. Díaz R., I. Ocampo F., E. Ortíz T., A. Pérez M., E. Pérez R., J. A. Villanueva J. y L. A. Villareal M. (coords.). Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla. México. 2935-2951 p.

[22] Guerrero H. M. J., A. Ortega C., O. Cota A. y E. A. Cubedo R. 2011. Mantenimiento de razas de maíz nativo de Sonora. *In*: Resúmenes ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2009. SAGARPA-SNICS, México. 61 p.

[23] Hernández G. J. A. 2011. Colecta, caracterización, conservación y producción de semillas de las razas de maíz Jala, Bofo y Harinoso de Ocho de Nayarit. *In*: Resúmenes ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2009. SAGARPA-SNICS, México. 42-43 p.

[24] Lovera G. E. y E. Cruz M. 2015. Banco comunitario de maíz criollo en el Estado de México. *In*: Resultados en conservación, uso y aprovechamiento sustentable de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Asociación Nacional para la Innovación y Desarrollo Tecnológico Agrícola. A. C. México. 181-182 p.

[25] Muñoz O. A. CENTLI MAIZ. Prehistoria e Historia, Diversidad, Potencial, Origen Genético y Geográfico, Glosario Centli. Maíz. Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo. México. 210 p.

[26] Padilla C. J. 2015. Situación actual y potencial del banco de germoplasma de maíz nativo en dos delegaciones políticas del Distrito Federal. *In*: Resultados en conservación, uso y aprovechamiento sustentable de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Asociación Nacional para la Innovación y Desarrollo Tecnológico Agrícola. A. C. México. 69-70 p.

[27] Ramos R. A. y J. M. Arceo A. 2011. Caracterización varietal con fines de registro de variedades mejoradas de polinización libre, variedades sintéticas e híbridos de maíz de la raza Cacahuacintle. *In*: Resúmenes ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2009. SAGARPA-SNICS, México 41 p.

[28] Rincón S. F., C. J. Hernández P., F. Zamora C. y J. M. Hernández C. 2010. Recolección de Maíces Nativos de Coahuila. *In*: Diversidad y Distribución de los Maíces Nativos en Coahuila, México. Rincón S. F., F. Castillo G. y N. A. Ruíz T. (eds.). SOMEFI A. C. México 4-12 p.

[29] Rincón S. F., F. Castillo G., N. A. Ruíz T., C. N. Illescas P. y L. Ramón G. 2010. Diversidad de los Maíces Nativos de Coahuila con base en Caracteres de la Mazorca. *In*: Diversidad y distribución de los maíces nativos en Coahuila, México. Rincón S. F. F. Castillo G., N. A. Ruíz T. (eds.). SOMEFI A. C. México, 13-19 p.

[30] Rincón S. F., F. Castillo G., y N. A. Ruíz T. 2010. Diversidad y distribución de los maíces nativos en Coahuila, México. SOMEFI A. C. México. 116 p.

[31] Rincón S. F., N. A. Ruíz T., R. Cuellar F. y H. Sandoval Rodas. 2013. Evaluación y caracterización de poblaciones experimentales de maíz. *In*: Resúmenes Ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2010. Universidad Autónoma Chapingo. México. 53-55 p.

[32] Rincón S. F., N. A. Ruíz T., R. Cuellas F. y H. Sandoval R. 2015. Conservación y selección participativa en poblaciones nativas de maíz del sureste de Coahuila. *In*: Resultados en conservación, uso y aprovechamiento sustentable de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Asociación Nacional para la Innovación y Desarrollo Tecnológico Agrícola A. C., México. 55-58 p.

[33] SAGARPA. 2011. Resúmenes ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2009. SAGARPA-SNICS, México 133 p. Disponible en https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/publicaciones-generales-de-recursos-fitogeneticos

[34] Sahagún C. L. 2012. Conservación *in situ* de razas de maíz de Jalisco con riesgo de pérdida de variabilidad genética Red Maíz. *In*: Memoria del XIV Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas. Martínez-Solís J., M. R. García M. y N. Magaña L. (eds.). Universidad Autónoma Chapingo. México. 637-638 p.

[35] Sahagún C. L. y B. Ramos T. 2014. Manejo y uso sustentable del agroecosistema milpa en Jalisco. *In*: Memoria del II Congreso Internacional y XVI Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas. García-Mateos M. R., J. Martínez S., N. Magaña L. (eds.). Universidad Autónoma Chapingo. México. 515 p. Disponible en https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/publicaciones-generales-de-recursos-fitogeneticos

[36] Sahagún C. L. 2015. Recetario de alimentos, bebidas, postres, y usos medicinales a base de maíz en la época prehispánica y actual. *In*: Resúmenes Ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2010. SAGARPA-SNICS. México. 79-80 p.

[37] Taba S., F. Aragón C., J. B. Díaz de la Cruz, H. Castro G. y J. M. Hernández C. 2013. Caracterización morfológica de maíces nativos de los Valles Centrales de Oaxaca. *In*: Maíces Nativos de los Valles Centrales de Oaxaca. Aragón-Cuevas F. y S. Taba (eds.). Libro Técnico No. 19. INIFAP. México. 93-120 p.

[38] Universidad Autónoma Chapingo. 2013. Resúmenes Ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2010. Universidad Autónoma Chapingo. México. 217 p. Disponible en https://www.gob.mx/snics/acciones-y-programas/publicaciones-generales-de-recursos-fitogeneticos

[39] Vázquez C. G. 2011. Caracterización química y aptitud industrial de maíces criollos de México. *In*: Resúmenes ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2009. SAGARPA-SNICS. México. 40 p.

[40] Vázquez C. Ma. G. 2013. Componentes de grano y usos potenciales. *In*: Resúmenes ejecutivos. Ejercicio Fiscal 2010. Universidad Autónoma Chapingo. México. 29-31 p.

Manuales

[41] Carballo C., A. 2005 a. Guía técnica de descripción varietal de maíz (*Zea mays* L.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, SAGARPA. 22 p.

[42] Carballo C., A. 2005 b. Manual gráfico para la descripción varietal del maíz (*Zea mays* L.). Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, SAGARPA-Colegio de Postgraduados. México. s/p.

Folletos y catálogos

[43] Aguirre G. J. A. y M. L. García L. 2012. Selección para el mejoramiento del maíz criollo. INIFAP, Celaya, Guanajuato, México. 40 p.

[44] Aragón C. F. y S. Taba. 2014. VC-152, nueva variedad de maíz para los Valles Centrales de Oaxaca. INIFAP. México. Folleto Técnico Núm. 44. 25 p.

[45] Aragón C. F., F. H. Castro G., J. M. Cabrera T. y L. Osorio A. 2011. Bancos comunitarios de semillas. INIFAP. México. 79 p.

[46] Dzib A. L. A. y L. M. Arias R. 2011. El cultivo y consumo de maíces precoces en Yucatán. Universidad Autónoma Chapingo. México. 13 p.

[47] Herrera A. J. L. 2011. Plan de Desarrollo Regional del Estado de México. UAAAN, México. 23 p.

[48] Ortega P. R. (s/a). El cultivo y consumo de maíces precoces en Yucatán. Universidad Autónoma Chapingo. México. 9 p.

[49] Ramírez R. G., H. Morán B., D. Rico Molina., y C. Jiménez P. 2012. Potencial Nutracéutico de los Maíces Pigmentados. UAMI. México. 7 p.

Artículos

[50] Aguilar C. J. A., A. Carballo C., F. Castillo G., A. Santacruz V., J. A. Mejía C., J. Crossa H. y G. Baca C. 2006. Diversidad fenotípica y variantes distintivas de la raza Jala de maíz. Agricultura Técnica en México 32: 57-66 p.

[51] Chávez S. J. L., P. Diego F. y J. C. Carrillo R. 2011. Complejos raciales de poblaciones de maíz evaluadas en San Martín Huamelulpan, Oaxaca. Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable Ra Ximhai 7: 107-115 p.

[52] Chávez S. J, L. y P. Diego F. 2011. Familias campesinas y variación fenotípica de poblaciones nativas de maíz en la región de Tlaxiaco, Oaxaca. Desarrollo, Ambiente y Cultura 1: 28-38 p.

[53] Flores P. L., P. A. López, A. Gil M., A. Santacruz V., y J. L. Chávez S. 2015. Variación intra-racial de maíces nativos del Antiplano de Puebla, México. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNcuyo. 47: 1-17 p.

[54] Gámez V. A. J., M. Olán., A. Santacruz V. y H. López S. 2014. Conservación *in situ*, manejo y aprovechamiento de maíz Palomero Toluqueño con productores custodios. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 5: 1519-1530 p.

[55] Hernández G. C. A., Y. Salinas M., P. A. López, A. Santacruz V., F. Castillo G. y T. Corona T. 2014. Calidad pozolera en poblaciones de maíz Cacahuacintle de los Valles Altos de Puebla, México. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 5: 703-716 p.

[56] Hernández G. J. A., A. Gil M., J de D. Guerrero R., P. A. López, H. López S., E. Ortiz T. y O. R. Taboada G. 2015. El concurso del elote y la conservación *in situ* del maíz raza Jala en Nayarit. Acta Fitogenética. 2: 41 p.

[57] López R. G., A. Santacruz Varela, A. Muñoz O., F. Castillo G., L. Córdova T. y H. Vaquera H. 2009. Perfil isoenzimático de maíces nativos del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca, México. II. Variación dentro de grupos. Revista Fitotecnia Mexicana 32: 177-188 p.

[58] López R. G., A. Santacruz V., A. Muñoz O., F. Castillo G., L. Córdova T. y H. Vaquera H. 2005. Caracterización morfológica de poblaciones nativas de maíz del Istmo de Tehuantepec, México. Interciencia. 30: 284-290 p.

[59] Montes H. L. A., J. A. Hernández G., H. López S., A. Santacruz V., H. Vaquera H. y R. Valdivia B. 2014. Expresión fenotípica *in situ* de características agronómicas y morfológicas en poblaciones del maíz raza jala. Revista Fitotecnia Mexicana. 37: 363-372 p.

[60] Nájera C. L. A., F. Rincón S., A. N. Ruíz T. y F. Castillo G. 2010. Potencial de rendimiento de poblaciones criollas de maíz de Coahuila, México. Revista Fitotecnia Mexicana. 33: 10 p.

[61] Rincón S. F., N. A. Ruíz T., R. Cuellar F. y F. Zamora C. 2014. 'JAGUAN', Variedad Criolla Mejorada de Maíz para Áreas de Temporal del Sureste de Coahuila, México. Revista Fitotecnia Mexicana. 37: 403-405 p.

[62] Rocandio R. M., A. Santacruz V., L. Córdova T., H. López S., F. Castillo G., R. Lobato O., J. J. García Z. y R. Ortega P. 2014. Caracterización morfológica y agronómica de siete razas de maíz de los Valles Altos de México. Revista Fitotecnia Mexicana 37: 351-361 p.

[63] Rocandio R., M., A. Santacruz V., L. Córdova T., H. López S., F. Castillo G., R. Lobato O. and J. J. García Z. 2014. Detection of genetic diversity of seven maize races from the high central valleys of Mexico using microsatellites. Maydica. 59: 144-151 p.

Material audiovisual, carteles, mapas, trípticos

[64] ANIA. 2010. Video. Colecta de Maíces Criollos y Servicios de Conservación y Determinación de Pigmentos en Maíces Criollos Azules del Distrito Federal.

[65] ANIA. 2010. Video. Mejoramiento Participativo de Maíces Criollos Azules en el Distrito Federal. Razas de Maíz en Oaxaca.

[66] CP *Campus* Puebla. 2011. Video. Conocimiento Tradicional y Conservación *in situ* de Maíces Nativos en Teziutlán y Zona Centro-Occidente del Estado de Puebla.

[67] SAGARPA. 2010. Video. Mejoramiento Participativo del Maíz Nativo de Oaxaca.

[68] SAGARPA. 2010. Video. Razas de Maíz en Oaxaca.

[69] SAGARPA. 2014. Video. Jala una Raza de Maíz: El Tradicional Concurso del Elote en Jala-Nayarit.

[70] SNICS. 2011. Video. Riqueza Natural de México.

[71] UAT. 2006. Video. Diagnóstico y Aprovechamiento de los Recursos Genéticos del Maíz en el Noroeste de México.

Presentaciones en congresos

Sahagún C. L. 2015. Alimentos, Bebidas, Postres, y Usos Medicinales a Base de Maíz en la Época Prehispánica y Actual. 2do Congreso Nacional de Recursos Fitogenéticos y 1er Congreso Internacional Conservación y Aprovechamiento Sustentable de la Agrobiodiversidad.

Sahagún C. L. 2014. Manejo y Uso Sustentable del Agroecosistema Milpa en Jalisco. II Congreso Internacional y XVI Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas.

Sahagún C. L. 2014. Recetario de Alimentos, Bebidas, Postres y Usos Medicinales Elaborados a Base de Maíz en la Época Prehispánica y Actual. III Symposium Internacional sobre el Maíz y la Tortilla.

Sahagún C. L. 2012. Conservación *in situ* de Razas de Maíz de Jalisco con Riesgo de Pérdida de Variabilidad Genética, Red Maíz. XIV Congreso Nacional de Ciencias Agronómicas.

Sahagún C. L. 2011. Conservación *in situ* de Razas de Maíz de Jalisco con Riesgo de Pérdida de Variabilidad Genética. Congreso Nacional SINAREFI.

Tesis y residencias profesionales

Arce R., A. Ch. 2009. Evaluación de maíces nativos, mejorados y sus combinaciones en Juchitepec y Chapingo, Estado de México. Tesis de Licenciatura en Ingeniero en Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. México. 117 p.

Arce R., A. Ch. 2013. Caracterización agronómica y aptitud combinatoria de poblaciones de maíz del sureste del Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias en Genética. Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. México. 129 p.

Aguilar J., J. A. y J. J. González R. 2012. Diversidad de maíz en el sureste del Estado de México y determinación de sus custodios. Tesis de Licenciatura en Ingeniero en Agroecología. Universidad Autónoma Chapingo. México. 104 p

Flores P. L. 2014. Variación Intra-Racial de Maíces Nativos y Sistema Local de Abastecimiento de Semillas en el Altiplano Poblano-Tlaxcalteca. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla. México. 71 p.

Hernández G. C. Á. 2010. Diversidad Morfológica y Genética de Maíz Cacahuacintle en una Región de los Valles Altos de Puebla. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla. México. 67 p.

Herrera A. M. G. 2011. Propuesta para un modelo de conservación *in situ* de maíces criollos en la región sureste de Coahuila. Tesis Licenciado en Economía, Agrícola y Agronegocios. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 2011. 67 p.

Nájera C. L. A. 2010. Estudio de la Diversidad Genética de los Maíces Nativos de Coahuila, México. Tesis Maestría en Ciencias. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 61 p.

Pedraza R. A. J. 2011. Diagnóstico de la Producción de Maíz, en el Sureste de Coahuila, México. Tesis Licenciatura en Economía Agrícola y Agronegocios. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. México. 50 p.

Montes H. L. A. 2014. Aspectos Tradicionales y Genéticos Asociados al Maíz Raza Jala. Tesis Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla. México. 90 p.

Molina A. M. F. 2015. Perspectivas de la Asociación de Cultivos Anuales en el Sistema Milpa Intercalada con Árboles Frutales. Tesis Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla. México. 80 p.

Zambrano Z. E. E. 2013. Valoración del mejoramiento genético participativo *in situ* en poblaciones de maíz (*Zaea mays* L.) criollo en el sureste del Estado de México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo. México. 61 p.

ANEXO V

Componentes del programa SAS

El programa de SAS utilizado para llevar a cabo el análisis discriminante consta de los siguientes elementos:

1. **Nombre del archivo de datos.** Es la primera línea del programa. En este caso se utiliza un nombre alusivo al tipo de análisis que se está realizando.

```
data discrim;
```

2. **Variables de entrada (input).** Es el nombre asignado a las variables del estudio, las cuales pueden clasificarse en dos tipos.

   a. Variables de clasificación o independientes, en este caso caen dentro de esta categoría la Accesión (acc)[1] y la raza (raza)[4] asignada *a priori* por los expertos a cada población.

   b. Variables de descripción o dependientes. Describen las características de cada una de las accesiones. En este caso se incluyeron los primeros 50 componentes principales derivados de las frecuencias alélicas.

```
input acc$  raza$ CP1   CP2   CP3   CP4   CP5   CP6   CP7   CP8   CP9
      CP10  CP11  CP12  CP13  CP14  CP15  CP16  CP17  CP18  CP19  CP20
      CP21  CP22  CP23  CP24  CP25  CP26  CP27  CP28  CP29  CP30  CP31
      CP32  CP33  CP34  CP35  CP36  CP37  CP38  CP39  CP40  CP41  CP42
      CP43  CP44  CP45  CP46  CP47  CP48  CP49  CP50;
```

3. **Datos de calibración.** Corresponde al grueso del programa. Son los atributos que se declaran para cada una de las observaciones (en este caso para cada una de las accesiones). Los atributos se ingresan de manera estricta en el mismo orden en que se declaran en el apartado de variables de entrada (input), precedidos por el enunciado "cards;". En este caso primero se ingresaron el nombre de la accesión y el nombre de la raza asignada *a priori*, y después cada uno de los 50 componentes principales, desde la primera hasta la última accesión. El conjunto de datos de calibración es utilizado por el programa para generar una función discriminante y de este modo "reconocer" los atributos que predominan en cada una de las razas, de tal manera que al ingresar poblaciones nuevas la función pueda ubicarlas en alguna de dichas razas.

```
cards;
CHIH-166      Apac 6.87566    -9.8431     -6.0314     -3.9392     2.7832
      11.7788     11.9658     -3.50276    3.28031     3.1596      1.8275
      -4.7942     1.84655     -3.3494     -0.7068     -3.17742    -0.3882
      -3.1307     1.22729     1.9573      0.1873      0.0947      0.4732
      1.00624     2.2573      -0.85005    -1.3216     0.31862     -2.8336
      -0.07277    -2.3751     -4.19104    1.8858      0.06846     3.30234
      4.7403      3.46623     3.6413      0.847       4.8775      1.9737
      3.7258      2.04626     0.6568      -1.31971    -0.0664     2.18059
      3.81709     -1.6797     -1.03495
```

```
Zch-OAXA-71   ZaGr -1.73068    -0.16067    -0.73533    0.39816     1.52502
      -3.05634    -0.01739    -2.13275    0.23428     0.5644      -1.20857
      0.01847     0.28766     -0.92992    0.48118     -0.65452    -1.53795
      -1.50789    0.03955     -1.89577    -1.8657     -0.73933    -2.05033
      -2.89687    -0.87796    0.8424      -0.17631    1.22829     -0.09001
      -1.39964    -1.21975    -1.44709    0.06795     -0.2502     0.37714
      -1.9896     -0.28705    -0.11146    -1.00825    -2.48004    0.04055
      0.38651     -0.1729     1.69465     -0.29716    0.60085     -1.63264
      -1.68141    -1.2317     -1.8719
```

4. **Instrucciones para la generación de la función discriminante,** indicando el nombre asignado al archivo de salida e indicando las variables que han de intervenir en las operaciones de álgebra de matrices para generar la función, en este caso las primeras 20 componentes principales derivadas de las frecuencias alélicas.

```
proc discrim data=discrim pool=yes list out=popclass;
class raza;
id acc;
var CP1--CP20;
```

[1] El símbolo $ se adiciona al nombre de la variable (raza y accesión) para indicar al programa que se trata de una variable alfanumérica

5. **Nombre del archivo de prueba.** Aquí inicia la introducción de información de poblaciones nuevas que se quieren someter a prueba para determinar probabilísticamente su pertenencia racial. En este caso el nombre del archivo hace alusión a la etapa del análisis que se inicia.

```
data test;
```

6. **Variables de entrada (input) de los datos de prueba.** Es el nombre asignado a las variables correspondientes que se midieron en las accesiones que están siendo sometidas a prueba para determinar su pertenencia racial. Se trata de las mismas variables de clasificación y de descripción utilizadas en el conjunto de datos de calibración al inicio del programa.

```
input acc$  raza$ CP1   CP2   CP3   CP4   CP5   CP6   CP7   CP8   CP9
      CP10  CP11  CP12  CP13  CP14  CP15  CP16  CP17  CP18  CP19  CP20
      CP21  CP22  CP23  CP24  CP25  CP26  CP27  CP28  CP29  CP30  CP31
      CP32  CP33  CP34  CP35  CP36  CP37  CP38  CP39  CP40  CP41  CP42
      CP43  CP44  CP45  CP46  CP47  CP48  CP49  CP50;
```

7. **Datos de prueba.** En esta parte del programa se introduce la información de las nuevas accesiones a las cuales se les ha determinado exactamente los mismos parámetros que a las accesiones que sirvieron para la calibración; es decir, aquellas validadas por los expertos como miembros de una raza determinada. Hasta esta etapa del proyecto no se cuenta con accesiones realmente nuevas para ser puestas a prueba y validar la función discriminante. Para salvar esta situación se procedió a utilizar algunas de las mismas accesiones que sirvieron para la calibración del modelo, pero excluyéndolas provisionalmente de dicha calibración a fin de evitar problemas de autocorrelación. En esta etapa no hay límite para el número de nuevas accesiones sometidas a prueba. En el ejemplo, si se pone a prueba la accesión PUE-129 presuntamente perteneciente a la raza Arrocillo, simplemente se introducen los datos correspondientes a dicha accesión.

```
PUEB-129      Arr 1.06202     1.0513      0.1838      1.3095      -0.6815
      2.0396      0.0412      2.16682     1.12717     -4.2594     1.1259
      -0.1725     0.74939     -0.68098    1.9299      -0.12533    -2.2605
      -0.1652     -0.50406    -0.633      1.2843      -2.0419     -0.2207
      -0.76203    -1.002      0.87854     -0.4524     0.8386      1.7134
      -0.20191    -1.7316     -0.04672    0.0692      1.5953      -2.23599
      1.5487      0.55462     0.4347      -1.28192    0.7155      -0.3044
      1.0539      0.94926     -2.63012    -2.89344    -0.70563    -2.37439
      -1.13758    -0.2353     2.56921
```

8. **Instrucciones para aplicación de la función discriminante.**

```
proc discrim data=popclass testdata=test testlist;
class raza;
testclass raza;
testid acc;
var CP1--CP20;
run;
```

DIRECTORIO

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

Lic. José Eduardo Calzada Rovirosa
Secretario

Lic. 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. Leobigildo Córdova Téllez
Director General

Dra. Rosalinda González Santos
Directora de Recursos Fitogenéticos

Dirección

SNICS

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

Teléfono: (55) 41960535 y 01 800 9876427

Email: enlacesnics@sagarpa.gob.mx

www.gob.mx/sagarpa • www.gob.mx/snics

SNICSsagarpa

@snics_sagarpa