

Informe final* del Proyecto NM002
Conservación in situ y mejoramiento participativo de los maíces nativos y sus parientes silvestres en Oaxaca*

Responsable: M en C. Flavio Aragón Cuevas
Institución: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias
Centro de Investigación Regional Pacífico Sur
Campo Experimental Valles Centrales de Oaxaca
Dirección: Melchor Ocampo # 7, Santo Domingo Barrio Bajo, Villa de Etila, Oax, 68200 , México.
Correo electrónico: aragon.flavio@inifap.gob.mx
Teléfono/Fax: 01-800-088-2222 Ext: 86209
Fecha de inicio: Agosto 14, 2015.
Fecha de término: Abril 13, 2020.
Principales resultados: Bases de datos, hojas de cálculo, informe final.
Forma de citar el informe final y otros resultados:** Aragón Cuevas, F. y Sánchez Cuevas, A. 2019. Generación de elementos para la construcción de uno o más modelos de conservación in situ de la agrobiodiversidad vinculada a la milpa y sus parientes silvestres en México: Conservación in situ y mejoramiento participativo de los maíces nativos y sus parientes silvestres en Oaxaca. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valles Centrales Oaxaca. **Informe final SNIB-CONABIO. Proyecto No. NM002.** Elaborado en el marco del proyecto Acciones Complementarias al Programa de Conservación de Maíz Criollo, CONABIO-CONANP. Ciudad de México.

Resumen:

El proyecto fue financiado con recursos otorgados por CONANP.

Con la finalidad de conservar la diversidad genética de los principales cultivos de Oaxaca es necesaria la creación de bancos comunitarios, ya que son una alternativa a la conservación in situ, mediante estrategias sencillas de selección y conservación de las semillas. La estrategia para impulsar la conservación es mediante el otorgamiento de incentivos (tambos herméticos, biofertilizantes, capacitación, giras de intercambio) para agricultores miembros de los bancos comunitarios que conservan cultivos en riesgo de pérdida, aquellos con alto valor genético, con usos especiales o con potencial futuro; también se impulsará la conservación de los frijoles nativos, calabazas y quelites; así mismo, se implementará un componente importante dentro del proyecto, el cual consiste en la capacitación para fortalecer las capacidades de los productores en el aspecto de conservación y mejoramiento participativo en los agroecosistemas locales del estado. Con el mejoramiento participativo se identificarán los maíces nativos sobresalientes y se implementarán programas de mejoramiento genético, con la participación activa de los productores en la toma de decisiones. Con los materiales sobresalientes se implementarán siembras comerciales para la producción de semilla en forma artesanal y disponer de volúmenes suficientes para enfrentar desastres, para intercambio o venta. Así mismo se buscarán nichos de mercado para los productos locales (Tlayudas, tostadas, hojas de totemoxtle, pinole, harinas, etc.). También se tomarán acciones de conservación in situ de las poblaciones de teocintle amenazadas por la introducción de la ganadería, por la sequía o por su bajo número de plantas. En Oaxaca ya se tienen nueve bancos comunitarios de semillas (BCS) en funcionamiento, pero se requiere ampliar la cobertura a dos bancos más para que la diversidad del estado se encuentre representada y protegida ante posibles desastres naturales. Las comunidades donde se vayan a establecer los BCS se seleccionarán con base en criterios de índices de diversidad, índices de marginación, municipios considerados en la cruzada contra el hambre, ambiente climático y grupos indígenas. La intención del proyecto es conservar en forma dinámica la diversidad de tal manera que los productores obtengan la autosuficiencia y soberanía alimentaria a nivel familiar y comunitario. En promedio se considerará la participación de 50 agricultores conservadores por BCS, lo

cual representa un total de 100 productores participantes directos en el proyecto y 400 productores de forma indirecta.

- * El presente documento no necesariamente contiene los principales resultados del proyecto correspondiente o la descripción de los mismos. Los proyectos apoyados por la CONABIO así como información adicional sobre ellos, pueden consultarse en www.conabio.gob.mx
- ** El usuario tiene la obligación, de conformidad con el artículo 57 de la LFDA, de citar a los autores de obras individuales, así como a los compiladores. De manera que deberán citarse todos los responsables de los proyectos, que proveyeron datos, así como a la CONABIO como depositaria, compiladora y proveedora de la información. En su caso, el usuario deberá obtener del proveedor la información complementaria sobre la autoría específica de los

Generación de elementos para la construcción de uno o más modelos de conservación *in situ* de la agrobiodiversidad vinculada a la milpa y sus parientes silvestres en México:

**Conservación *in situ* y mejoramiento participativo de los maíces nativos y sus parientes silvestres en Oaxaca,
CONABIO-NM002**

INFORME FINAL

MC. Flavio Aragón Cuevas
Investigador en Recursos Genéticos del INIFAP

Contenido

| | |
|--|-----|
| RESUMEN ----- | 4 |
| INTRODUCCIÓN ----- | 6 |
| OBJETIVO ----- | 7 |
| GENERAL----- | 7 |
| ESPECÍFICOS----- | 7 |
| RESULTADOS POR OBJETIVOS/PRODUCTOS COMPROMETIDOS ----- | 8 |
| 1. REALIZAR MEJORAMIENTO PARTICIPATIVO DE LOS MAÍCES NATIVOS SOBRESALIENTES EN DOS COMUNIDADES DE OAXACA----- | 8 |
| 2. PROPICIAR Y FACILITAR EL FLUJO DE ACCESIONES PARA SU UTILIZACIÓN POR LAS COMUNIDADES EN GENERAL----- | 55 |
| 3. OTORGAR INCENTIVOS PARA LA CONSERVACIÓN DE CULTIVOS NATIVOS DEL ESTADO DE OAXACA----- | 69 |
| 4. REALIZAR LA DOCUMENTACIÓN NECESARIA QUE PERMITA SU UTILIZACIÓN POR LA SOCIEDAD EN GENERAL----- | 75 |
| 5. REALIZAR UN DUPLICADO DE SEMILLAS PARA SU CONSERVACIÓN A LARGO PLAZO EN CUARTOS FRÍOS----- | 91 |
| 6. IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES PRODUCTOS CON SALIDA AL MERCADO DE LA MILPA----- | 93 |
| 7. IDENTIFICACIÓN DE NICHOS DE MERCADO DE PRODUCTOS TRADICIONALES DE LAS COMUNIDADES OBJETIVO----- | 95 |
| 8. CONSERVACIÓN <i>IN SITU</i> LAS POBLACIONES NATIVAS DE TEOCINTLE EN OAXACA----- | 97 |
| 9. INCENTIVOS A PRODUCTORES CONSERVADORES DE SEMILLAS DE TEOCINTLE----- | 104 |
| 10. SIEMBRA DE EXPERIMENTOS DE MEJORAMIENTO PARTICIPATIVO----- | 105 |
| 11. ELABORAR UN MANUAL DE OPERACIÓN DEL BANCO DE SEMILLAS Y UN VIDEO----- | 106 |
| DISCUSIÓN ----- | 107 |
| CONCLUSIONES ----- | 111 |
| BIBLIOGRAFÍA ----- | 113 |
| ANEXOS ----- | 114 |

Responsable técnico: M. en C. Flavio Aragón Cuevas

Técnico de campo: Ing. Abigail Sánchez Cuevas

Productores colaboradores:

C. Eliseo Pérez Martínez

C. Soledad Martha Luna Corro

C. Floriano García Delfín

Bienes comunales de Santiago Asunción

Período que reporta: Agosto 2015 – Octubre 2017

Fecha: Octubre 2017

Institución responsable: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias

Instituciones que colaboran en la planeación y financiamiento de las ferias estatales de la agrobiodiversidad en Oaxaca.

AUTORIDADES MUNICIPALES DE TLACOLULA DE MATAMOROS.

AUTORIDADES EJIDALES DE EJIDO UNIÓN ZAPATA.

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

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas).

COCYT (Consejo Oaxaqueño de Ciencia y Tecnología).

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations).

INAH (Instituto Nacional de Antropología e Historia).

INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias).

SEDAPA (Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Pesca y Acuicultura).

UACH (Universidad Autónoma Chapingo).

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación).

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).

Resumen

Oaxaca, como parte de los cuatro grupos piloto encargados de generar modelos de conservación *in situ* de la milpa en México, desarrolló durante dos años de trabajo (2015-2017) diferentes acciones encaminadas a promover la conservación, el mejoramiento y valoración de los recursos genéticos del maíz, frijol y calabaza. Los principales resultados obtenidos se plasman en este documento y en forma resumida se indican a continuación: 1) se construyeron dos bancos comunitarios de semillas (BCS): uno en la comunidad de Santiago Asunción, Silacayoápam, ubicado en la región Mixteca, y otro en el municipio de Valle Nacional, en la región del Papaloapan. En el primero participaron 95 productores miembros del BCS y en Valle Nacional 50. En Silacayoápam se resguardan *in situ* 162 colectas de maíz, 45 de frijol y 24 de calabaza; y en Valle Nacional se conservan 75 de maíz, 11 de frijol y 3 de calabaza. Las principales razas de maíz bajo conservación a nivel comunitario son: Tabloncillo perla, Tabloncillo, Pepitilla x Tabloncillo, Cónico x Tabloncillo, Bolita y cruza de Bolita x Tabloncillo en la comunidad de Silacayoápam; y las principales razas de maíz en Valle Nacional son: Tepecintle, Tuxpeño y Olotillo. La diversidad de maíces nativos recolectados y resguardados en los BCS se sembraron en los campos de los productores para su caracterizaron morfológica durante el año 2015, se obtuvo la información de su comportamiento agronómico y se detectaron los materiales sobresalientes. Para determinar cuáles maíces entrarían al proceso de mejoramiento participativo en ambas comunidades, la participación de los productores fue muy importante. Ellos eligieron los materiales que les parecían mejores para sus terrenos y gustos culinarios. En Silacayoápam, solo se realizó un ciclo de selección masal de quince maíces élite y en Valle Nacional se obtuvieron 35 retrocruzas de 12 criollos sobresalientes. En ambas comunidades se detectaron materiales de maíz con rendimientos superiores a las cinco toneladas de grano y excelentes características agronómicas. Para promover el intercambio de semillas, intercambio de conocimientos, reconocer la labor de conservación de los productores y dar a conocer la riqueza genética de Oaxaca, se realizaron dos ferias estatales de la agrobiodiversidad, con la participación de 821 productores expositores. Para fortalecer las capacidades de los productores se impartieron cinco cursos sobre selección y conservación de semillas, y prácticas agronómicas para mejorar la producción del maíz, en donde participaron 329

productores. También se elaboró un video sobre bancos comunitarios de semillas para difundir en las redes sociales la importancia de la conservación *in situ* mediante esta metodología y se escribió un manual para el manejo de los mismos. Para diseñar estrategias de conservación *in situ* del teocintle, pariente silvestre del maíz, se visitaron varias regiones del estado de Oaxaca, y se encontraron siete poblaciones vivas de esta especie, las cuales presentan diferentes grados de amenaza y requieren de acciones de protección y conservación *in situ*.

Introducción

Con la finalidad de conservar la diversidad genética de los principales cultivos de Oaxaca es necesario realizar trabajos encaminados al mejoramiento genético y diseñar estrategias de conservación *in situ* de las especies nativas, como: maíz, frijol, calabaza, chile y quelites. Existen alternativas para promover la conservación *in situ* mediante estrategias sencillas como: capacitación a productores sobre técnicas de selección y conservación de las semillas, creación de bancos comunitarios, ferias de semillas, giras de intercambio, otorgamiento de incentivos a los productores, búsqueda de nichos de mercado, dar valor agregado a los productos de la milpa, entre otras.

El mejoramiento participativo (MP) o fitomejoramiento es una práctica que se considera como una herramienta para la conservación y mejoramiento de maíces nativos. Mediante esta metodología, los productores participan activamente en la toma de decisiones desde las primeras etapas del proceso de selección. Con los materiales sobresalientes detectados y mejorados mediante diferentes esquemas de selección, se implementan siembras comerciales para la producción de semilla en forma artesanal para disponer de volúmenes suficientes para enfrentar desastres o para promover el intercambio o venta.

En Oaxaca ya se tienen nueve bancos comunitarios de semillas (BCS) en funcionamiento, pero se requiere ampliar la cobertura a dos bancos más para que la diversidad del estado se encuentre representada y protegida ante posibles desastres naturales. Las comunidades donde se establecieron los BCS fueron seleccionados en base a criterios de índices de diversidad, índices de marginación, municipios considerados en la cruzada contra el hambre, ambiente climático y grupos indígenas. La intención del proyecto es conservar en forma dinámica la diversidad de tal manera que los productores obtengan la autosuficiencia y soberanía alimentaria a nivel familiar y comunitario. En promedio se cuenta con la participación directa de 50 agricultores conservadores por BCS, sin embargo, la cobertura de este proyecto permitió la participación de 400 productores de forma indirecta así como de técnicos y comercializadores.

Con el proyecto en Oaxaca, se buscan realizar acciones encaminadas a la conservación *in situ* de la diversidad de la milpa y uno de sus parientes silvestres: el teocintle.

Objetivos

General

- Establecer y fortalecer los bancos comunitarios de semillas para conservar *in situ* la biodiversidad de la milpa en diferentes regiones de Oaxaca para enfrentar el cambio climático.

Específicos

1. Realizar mejoramiento participativo de los maíces nativos sobresalientes en dos comunidades.
2. Propiciar y facilitar el flujo de accesiones para su utilización por las comunidades en general.
3. Otorgar incentivos para la conservación de cultivos nativos del estado de Oaxaca.
4. Realizar la documentación necesaria que permita su utilización por la sociedad en general.
5. Realizar un duplicado de semillas para su conservación a largo plazo en cuartos fríos de dos BCS.
6. Conservar *in situ* las poblaciones nativas de teocintle en Oaxaca.
7. Elaborar un manual de operación del banco y un video

Resultados por objetivos/productos comprometidos

1. Realizar mejoramiento participativo de los maíces nativos sobresalientes en dos comunidades de Oaxaca.

| |
|---|
| Producto comprometido: Poblaciones de maíz nativo sobresalientes |
| Porcentaje de avance de la actividad: 100 % |

El mejoramiento participativo (MP) o fitomejoramiento participativo (FMP) es una actividad que permite conservar y mejorar cultivos de interés. De la Fe *et al.* (2007), precisa que en esta actividad, los diferentes actores de la cadena de algún cultivo en específico (agricultores, fitomejoradores, técnicos u organizaciones entre otros) trabajan juntos en el mejoramiento genético de las plantas. En este proceso, la experiencia y el conocimiento de los agricultores e investigadores permite la selección de las mejores plantas con características deseables, como por ejemplo un mayor rendimiento, porte bajo, tolerancia a plagas y enfermedades o tolerancia a sequía.

Este tipo de trabajo permite el desarrollo de variedades para el fortalecimiento de los sistemas locales de semillas (Probst y Kasperek, 2004). El objetivo del fitomejoramiento participativo es asegurar que la investigación responda a las necesidades de los agricultores, al trabajar y realizar gran parte de los ensayos en parcelas de estos (Rosas *et al.*, 2003; Vernooy, 2003). Ante este planteamiento, en el estado de Oaxaca, se realizaron actividades de MP para el mejor manejo de especies nativas en dos localidades y se desarrollaron con el acompañamiento de la CONABIO e INIFAP, instituciones comprometidas con cuidado y mejora de las especies nativas. A continuación se exponen los resultados que se obtuvieron durante el desarrollo de actividades de mejoramiento participativo.

Metodología

Las principales actividades desarrolladas para el mejoramiento participativo fueron:

1. Elección de las comunidades de trabajo.

Para establecer dos bancos comunitarios de semillas y realizar el mejoramiento participativo de los materiales de maíz detectados como sobresalientes, se eligieron dos comunidades indígenas, ubicadas en ambientes contrastantes y con diferente diversidad: Santiago Asunción, Silacayoápam (región Mixteca) y San Juan Bautista Valle Nacional (región del Papaloapan) (Figura 1 y Cuadro 1).

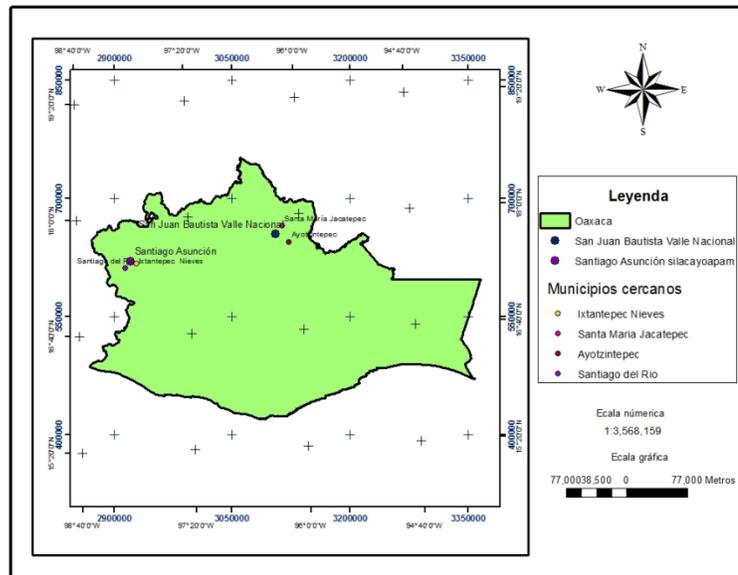


Figura 1. Localización de las áreas de estudio para la conservación *in situ* y mejoramiento participativo.

Para decidir el trabajo con las comunidades, se tuvieron varias reuniones previas para platearles el proyecto y ver el interés de los productores en participar en la conservación y mejoramiento de sus maíces criollos. En ambas localidades se observó interés y deseos de contribuir en el mejoramiento de las semillas nativas.

Cuadro 1. Características de las comunidades con actividades de conservación *in situ* de la milpa en Oaxaca.

| Municipio | Altura sobre el nivel del mar | Pendiente | Ambiente | Razas | Grupo indígena | Índice de marginación ¹ | Coordenadas BCS |
|----------------|-------------------------------|-------------------|----------------|--|----------------|------------------------------------|--|
| Silacayoápam | 1953 | Laderas | Subtrópico | Tabloncillo perla Tabloncillo Pepitilla Cónicos Bolita Negro Mixteco | Mixtecos | 30.6 | Latitud: 17°31'05.43" Longitud: 98°01'49.20" Altitud: 1921 m |
| Valle Nacional | 83 | Lomerío y Laderas | Trópico húmedo | Tepecintle, Tuxpeño, Olotillo | Chinantecos | 20.7 | Latitud: 17°45'14.79" Longitud: 96°18'49.97" Altitud: 120m |

2. Elección de los productores

Los agricultores y agricultoras participantes en el proyecto fueron aquellos que libremente decidieron donar semillas para su conservación en el banco comunitario y que mostraron interés en realizar mejoramiento genético. Participaron productores sin distingo de color, sexo, partido político, religión y grupo indígena.

3. Colecta de la diversidad de la milpa

Para dar inicio con el proceso de mejoramiento participativo de los maíces nativos, una de las principales actividades fue la colecta de semillas criollas de maíz, frijol, calabaza y de otros productos que se encuentran en el sistema milpa. El procedimiento fue visitar a cada productor en sus viviendas y registrar en las fichas de colecta de cada una de las muestras (Anexo 1). Las fichas de colectas contienen información valiosa para conocer las muestras recolectadas como: fuente de la colecta, es decir el origen de las semillas que cada agricultor posee y el tiempo bajo conservación, lugar de siembra, color de grano, nombre local, especie, manejo, usos, cantidad recolectada, entre otros datos. Esta información es fundamental para realizar acciones de conservación, mejoramiento genético, producción de semillas, ubicación de productores conservadores de la

diversidad, detección de muestras en riesgo de pérdida, etc. La información también es útil para las actividades de conservación *in situ* mediante bancos comunitarios de semillas, así como para la conservación *ex situ* en bancos de germoplasma ubicados fuera del lugar de origen de las semillas. Toda la información recabada en las fichas están contenidas en las bases de datos de las colectas de maíz, frijol y calabaza de las comunidades de Santiago Asunción y Valle Nacional.

Los aspectos a considerar y que son fundamentales para realizar trabajos de recolección de semillas son: las semillas deben de estar secas, limpias y bien seleccionadas por los productores. A cada productor donante de semillas se les solicitó 40 mazorcas de maíz, o cuatro kilos de semilla de cada variedad cultivada en sus parcelas; de frijol, se solicitó un kilogramo y de calabaza 250 gramos.

Las semillas recolectadas fueron supervisadas para detectar posible presencia de plagas, se limpiaron y cribaron, se secaron y se resguardaron en botes herméticos tipo PET para evitar problemas de humedad, roedores y plagas de almacén.

4. Caracterización de los cultivos

Determinar los atributos de cada una de las especies colectadas, permite generar información y valorar la diversidad genética local; si bien, uno de los privilegios que se puede apreciar en las zonas rurales es la amplia variabilidad de razas dado que los agricultores con el paso del tiempo conservan dos o más razas de maíz, o más de una especie de calabaza o de frijoles. El método de caracterización, además de cuantificar la diversidad genética, también permite diseñar estrategias para la conservación.

Para dar continuidad al tema de conservación y mejoramiento de los maíces nativos y sus parientes silvestres, en lo que concierne al tema de caracterización, una vez que se obtuvieron las muestras de las tres principales especies (maíz, frijol y calabaza), se registraron las variables morfológicas, y posteriormente se registraron en la base de datos o de datos de pasaporte.

En el campo de los productores se establecieron experimentos de maíz con cada una de las colectas obtenidas en la recolección; posteriormente, se registraron las características morfológicas para obtener información de los mejores materiales colectados y en base a ello realizar el mejoramiento de dichos materiales.

5. Mejoramiento participativo

El mejoramiento participativo, es una herramienta que involucra a los miembros de las comunidades, técnicos, mejoradores y otros actores de la cadena de maíz, en el proceso de selección de las mejores semillas. Este método de mejoramiento se realiza en los campos de los productores y con maíces locales y se busca obtener las mejores características tanto morfológicas, genéticas y agronómicas aportando de este modo a la seguridad, soberanía alimentaria y nutricional de las localidades (Ahsby, 2009).

Con la participación de los agricultores, técnicos y fitomejoradores, se llevó a cabo la selección de los maíces nativos más sobresalientes en ensayos establecidos en dos municipios durante el año 2015. En Santiago Asunción, Silacayoápam se sembraron 162 muestras de maíces criollos y en San Juan Bautista Valle Nacional se establecieron 74 criollos. A continuación, se explica los dos métodos de mejoramiento utilizados en el proyecto: selección masal y retrocruza limitada.

- a) Selección masal: Esta técnica se considera como una práctica tradicional que consiste en mejorar los maíces locales mediante la selección en una población heterogénea de las mejores plantas y mazorcas. La semilla obtenida se mezcla en un solo recipiente y se utiliza en el siguiente ciclo de selección.

Particularmente, el experimento establecido en el ciclo primavera-verano 2015 B en la localidad de Santiago Asunción se aplicó este método de selección; donde, los productores se encargaron de elegir los mejores maíces para semilla para los siguientes ciclos de siembra.

b) Retrocruza limitada: Este método consiste en el cruzamiento de materiales donadores, generalmente variedades o híbridos comerciales, con materiales criollos o nativos sobresalientes. Este procedimiento pretende incorporar las características deseables que no presentan los maíces nativos, obteniéndolas de los donadores o maíces mejorados para posteriormente recuperar un 75 % de las características de la variedad original. En este esquema de mejoramiento solo se recomienda realizar una sola retrocruza hacia el maíz criollo o nativo, para evitar que se regrese a las características originales. Solo se busca que los materiales donadores aporten el 25 % de características, y el 75 % restante correspondería al material nativo.

La primera cruce se estableció en el municipio de San Juan Bautista Valle Nacional en el ciclo 2016 A; para ello, se utilizaron 12 variedades locales sobresalientes, detectados en el ciclo 2015B; los materiales de maíz donadores de características deseables fueron seis. Estos se eligieron por su adaptabilidad a la región, buen rendimiento, porte de planta bajo y resistencia a alguna enfermedad. El cruzamiento entre los criollos por donador dio origen a la generación avanzada RC0-F1. En el ciclo 2016B, se realizó la retrocruza entre el criollo original y la RC0-F1, lo cual dio origen a la RC1-F1. En el ciclo otoño invierno 2016/2017 se realizó la evaluación de las cruces, los criollos originales y los donadores.

5.1 Material genético

En las dos áreas de trabajo (Silacayoápam y Valle Nacional), se identificaron siete razas de maíz. A continuación se hace una breve descripción de cada una:

En Santiago Asunción se encontraron las siguientes razas:

Tabloncillo: Esta raza de maíz se caracteriza por tener mazorcas alargadas; sus granos son dentados y semicristalinos. Presentan distintos colores, como: blanco, amarillo y anaranjado. La planta presenta un porte alto y son de ciclo tardío.

Pepitilla: Esta es una raza de maíz muy característico, ya que las mazorcas son de forma cónica y de olote delgado; presenta numerosas hileras de granos alargados, y puntiagudos. Presenta una gran variación morfológica en cuanto al grosor de mazorca, número de hileras, tamaño y color.

Negro Mixteco: Este tipo de maíz es de ciclo vegetativo muy tardío hasta de nueve meses, con plantas de porte bajo y mazorcas grandes.

Bolita: Es característico por presentar mazorcas cortas con buena cobertura, con pocas hileras. Los granos presentan una forma redonda; la planta es de porte bajo con una precocidad de 60 a 65 días de floración.

Cónico: Se caracteriza por presentar una mazorca de forma cónica o piramidal, la textura que presenta el grano es semicristalino y semidentado, su ciclo de vida es de medio a precoz.

En Valle Nacional se encontraron las siguientes razas:

Tepecintle: Raza de mazorca cilíndrica y grano dentado, la particularidad que distingue este maíz es que la punta de los olotes están descubiertos y desprovistas de grano. Tiene un buen rendimiento en masa y tortilla.

Tuxpeño: Es un material muy productivo, principalmente de las zonas tropicales. La planta se caracteriza por poseer porte alto, mazorcas largas y cilíndricas, de 12 a 16 hileras.

Olotillo: Su rasgo distintivo es su olote delgado y flexible; posee mazorcas largas, delgadas y cilíndricas, con bajo número de hileras; su grano es dentado a semiharinoso. Sus plantas son altas y de ciclo intermedio.

5.2 Siembras de experimentos.

- *Experimentos 2015*

En el Cuadro 2, se presentan los ensayos establecidos durante el ciclo Primavera-Verano 2015 en las localidades de Valle Nacional y Santiago Asunción. Es importante destacar que para Valle Nacional se utilizaron 74 colectas originales, sin embargo, mediante el método de mejoramiento participativo realizado en dicho ciclo sólo se seleccionaron 12 accesiones de criollos de la raza tuxpeño, olotillo y tepecintle. Mientras tanto, en la localidad de Santiago Asunción, Silacayoápam, solo se llevó acabo el mejoramiento participativo mediante selección masal con maíces locales de la raza tabloncillo, pepitilla, bolita, cónico y negro mixteco. Lo anterior es debido al ciclo largo de los maíces nativos y solo se puede realizar una siembra por año.

Cuadro 2. Experimentos de maíz establecidos en dos localidades de Oaxaca. PV 2015.

| Localidad | Experimento | Fecha de siembra | Número de colectas | Raza |
|----------------------------------|--|----------------------|--------------------|--|
| Santiago Asunción, Silacayoápam | Evaluación y caracterización de maíces nativos | 15 de junio del 2015 | 162 | Tabloncillo Pepitilla Perla Negro Mixteco Bolita Cónico |
| San Juan Bautista Valle Nacional | Evaluación y caracterización de maíces nativos | 12 de junio del 2015 | 74 | Tuxpeño Tepecintle Olotillo |

- *Experimentos 2016*

Cuadro 3. Experimento de maíz establecido en el ciclo 2016-A en Valle Nacional, Oaxaca.

| Localidad | Experimento | Fecha de siembra | Numero de colectas | Raza |
|-------------------------------------|---|-------------------------|--------------------------------|--|
| San Juan Bautista Valle Nacional | Obtención de la retrocruza RC0-F1 entre criollos sobresalientes y donadores en Valle Nacional | 8 de diciembre del 2015 | 12 Criollos 6 Donadores | Tuxpeño Tepecintle Olotillo H-565 SKW-500 SKW-502 SKW-503 Tuxpeño amarillo SKY.525 A |

Cuadro 4. Experimentos de maíz establecido en el ciclo 2016-B en Valle Nacional, Oaxaca.

| Localidad | Experimento | Fecha de siembra | Numero de colectas | Raza |
|-------------------------------------|---|----------------------|--------------------|---|
| San Juan Bautista Valle Nacional | Obtención de la retrocruza RC1-F1 entre criollos sobresalientes y donadores en Valle Nacional | 13 de junio del 2016 | 35 cruzas | Tuxpeño/Donador Tepecintle/Donador Olotillo/Donador |

En la comunidad de Santiago Asunción, se realizó la selección masal con los quince materiales detectados como sobresalientes durante el año 2015. Esto consistió en realizar selección de las mejores plantas en el centro del terreno, lo más alejado de la parcela de vecinos para evitar que la semilla seleccionada tuviera cruzamiento con otro maíz. Se eligieron las plantas más sanas, con porte bajo de planta, ubicación de mazorca en la parte media de la planta, buena cobertura y de preferencia que tuvieran dos mazorcas. Una vez deshojadas las mazorcas, se eligieron las que tuvieran una excelente sanidad, tamaño grande, color uniforme, grano grande y con las características que al productor le parecieran interesantes. Con cada productor se seleccionaron alrededor de 600 mazorcas.

- *Experimento 2017*

Para obtener la retrocruza 1-F1, se estableció el ensayo en Valle Nacional durante el ciclo otoño- invierno del 2016/2017 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Ensayo experimental establecido en el ciclo 2017 A, en Valle Nacional, Oaxaca.

| Localidad | Experimento | Fecha de siembra | Numero de colectas | Raza |
|----------------------------------|--|----------------------|---|--|
| San Juan Bautista Valle Nacional | Evaluación agronómica de criollos mejorados de maíz de Valle Nacional. | 11 de enero del 2017 | 12 criollos 35 cruzas 6 donadores | Tuxpeño Tepecintle Olotillo H-565 SKW-500 SKW-502 SKW-503 Tuxpeño amarillo SKY.525 A |

5.3 Diseño experimental

Los ensayos tuvieron el diseño experimental bloques al azar con dos repeticiones. Se realizó el análisis estadístico y la comparación múltiple de medias con la prueba de Tukey ($p < 0.05$ utilizando el programa SAS®).

5.4 Tamaño de la parcela

Las dimensiones de las parcelas fueron de dos surcos de cinco metros de largo, con 80 cm de ancho, 11 matas por surco, y tres granos por mata. Se realizó el aclareo dejando dos plantas por mata para tener una densidad de 55,000 plantas por hectárea.

6. Registro de variables de caracteres vegetativos y fenológicos.

La germinación, iniciación floral, floración y madurez fisiológica delimitan las etapas vegetativa-reproductiva y de llenado de grano; la duración de cada etapa depende del genotipo que interactúa con la temperatura y el fotoperiodo del ambiente donde se desarrolla el cultivo (Bolaños y Edmeades, 1993). El maíz como otras especies, posee

adaptaciones morfológicas en respuesta a las condiciones ambientales donde se desarrolla. Tales adaptaciones se manifiestan como modificaciones en la altura de la planta, el número, tamaño y ángulo de las hojas, número de ramificaciones de la espiga, etc., producto de la selección natural o artificial (Bolaños y Edmeades, 1993).

Las variables registradas en los dos ambientes, trópico húmedo y subtropical, se clasificaron en fenológicas y morfológicas. Las fenológicas fueron: días a floración masculina (DFM) y femenina (DFF), contados desde la siembra hasta que 50 % de las plantas de la parcela iniciaban la liberación del polen y la exposición de estigmas. Las variables morfológicas fueron: altura de planta (AP, cm) en cinco plantas por repetición, desde la base del tallo hasta la punta de rama principal de la espiga. Altura a la mazorca principal (cm): se tomó desde el suelo hasta la inserción del pedúnculo de la primera mazorca.

6.1 Daños por enfermedades.

Mancha de asfalto: Se describe como una enfermedad ocasionada por la interacción de tres hongos *Phyllachora maydis*, *Monographella maydis* y *Coniothyrium phyllachorae* (IICA, 1993). Las escalas usadas para calificar determinadas manchas de asfalto, se describen a continuación:

- 0= Altamente resistente (Ninguna o pocas lesiones, solamente en hojas bajo la mazorca. Porcentaje de hojas afectadas 0-2%)^[1]_[SEP]
- 1= Muy resistente (Algunas lesiones en las hojas debajo de la mazorca; del 2 hasta 10% del área foliar afectada).
- 2= Resistente (Varias lesiones en hojas debajo de la mazorca, algunas áreas necróticas, pero la mayor parte del área foliar todavía verde. Algunas lesiones arriba de la mazorca. 10 hasta 25% del área foliar afectada)^[1]_[SEP]
- 3= Moderadamente Susceptible (La mayor parte del área foliar de debajo de la mazorca necrótica, muchas lesiones por arriba de la mazorca, unidas formando lesiones más grandes. Porcentaje del área foliar afectada 25-50%).

- 4= Susceptible (Ningún tejido verde debajo de la mazorca. Considerable área foliar muerta arriba de la mazorca. Desde 50 hasta 80 % del área foliar quemada) [L]
[SEP]
- 5= Muy Susceptible (Planta muerta o con un área muy pequeña todavía verde. Más del 80% del área foliar afectada).

Fusarium: Es el principal patógeno del cultivo y limitante de la productividad porque ocasiona pérdidas cuantiosas que varían año con año. Se le conoce como un patógeno necrótrofo por la capacidad que tiene de causar la muerte del tejido hospedero y, luego, sobrevivir como saprofito en el rastrojo.

La pudrición por *Fusarium moniliforme* es probablemente el patógeno más común de la mazorca de maíz en todo el mundo. A diferencia de *G. zeae*, el daño que causa *F. moniliforme* se manifiesta principalmente en granos individuales o en ciertas áreas de la mazorca. Los granos infectados desarrollan un moho algodonoso o rayas blancas en el pericarpio y germinan estando aún en el olote. Por lo general, las mazorcas invadidas por barrenadores del tallo son infectadas por *F. moniliforme*. El hongo produce micotoxinas conocidas como fumonisinas, que son tóxicas para algunas especies animales. Los granos afectados en la mazorca, desarrollan un moho algodonoso o rayas blancas ubicadas en el pericarpio, provocando en ocasiones, la germinación de dichos granos. La escala utilizada para su calificación se describe a continuación:

- 0= Altamente resistentes (Del 0 al 2 % de daños en la cobertura total de la mazorca).
- 1= Muy resistentes (Del 2 al 10 % de daños en la cobertura total de la mazorca) [L]
[SEP]
- 2= Resistentes (Del 10 al 25 % de daños en la cobertura total de la mazorca)
- 3=Moderadamente susceptibles (Del 25 al 50 % de daños en la cobertura total de la mazorca).
- 4= Susceptible (Del 50 al 80 % de daños en la cobertura total de la mazorca).
- 5= Muy susceptible (Más del 80 % de daños en la cobertura total de la mazorca).

Helminthosporium: Es una enfermedad causada por el hongo *Helminthosporium maydis*.

Este hongo ataca sólo a las hojas, y es responsable de pérdidas de rendimiento por escaldado. Los primeros síntomas de esta enfermedad consisten en la aparición de manchas de color verde grisáceo al principio, luego pardas, alargadas en forma de huso, que pueden alcanzar 30 cm². Las primeras lesiones aparecen, generalmente, en las hojas inferiores y continúan aumentando en número y tamaño a medida que la planta se desarrolla, la escala de infección por esta enfermedad se observa en la figura 2. Cuando la humedad ambiental es adecuada, las necrosis se cubren de un fino polvillo negruzco constituido por las esporas del hongo que, diseminadas por la lluvia y el viento, contaminan las plantas sanas. El ambiente muy húmedo y las temperaturas comprendidas entre 18 y 27°C favorecen el desarrollo de la enfermedad (Figura 2).

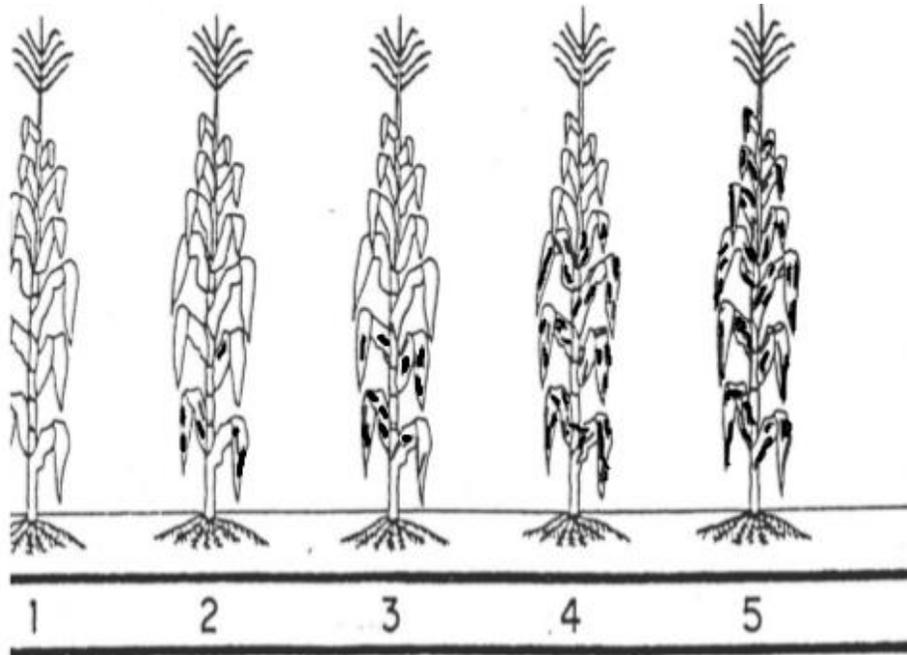


Figura 2. Daños por *Helminthosporium maydis* en maíz.

Roya: *Roya del maíz (Puccinia sorghi)*

Esta enfermedad, es ampliamente distribuida por todo el mundo y se presenta cuando las plantas se acercan a floración. Para su identificación, es necesario visualizar pústulas de color café en el haz y envés de la hoja (Figura 3, Figura 4). Las pústulas son de color café en su primera etapa de infección, posteriormente las lesiones se tornan a manchas de color negro a medida que la planta va madurando (De león, 1984).



Figura 3. Escala de daños ocasionado por Roya.

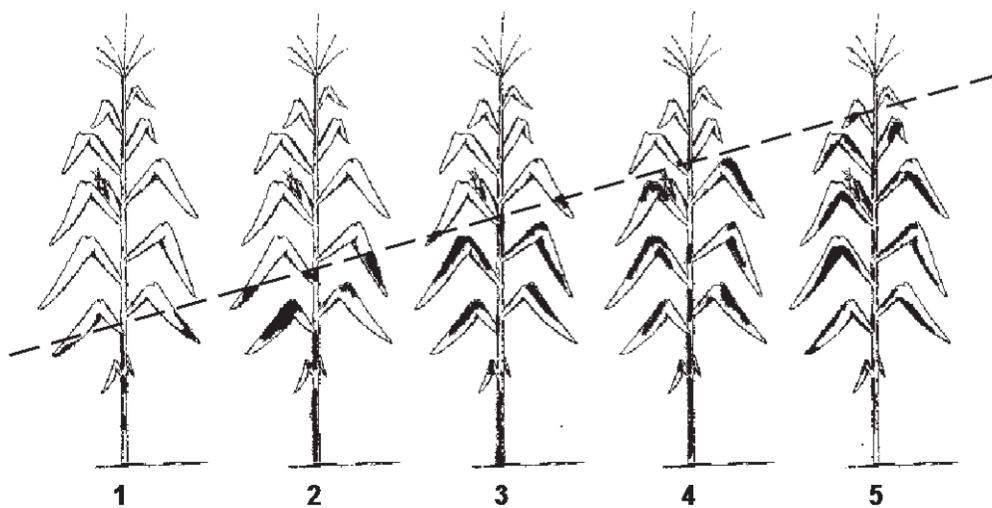


Figura 4. Escala de daños en planta ocasionados por roya.

7. Polinizaciones.

Para obtener la retrocruza entre criollos sobresalientes y donadores se realizaron polinizaciones controladas, mediante colocación de bolsas de glásine en los jilotes y la recolección de polen en las espigas mediante la colocación de bolsas de papel resistentes al agua. Cada colecta de maíz blanco fue cruzada con cuatro donadores y para los materiales amarillos se realizó con dos donadores, los cuales son materiales híbridos de amplia adaptabilidad. Lo anterior fue con la finalidad de incorporar en los materiales nativos las siguientes características: bajo porte de planta, precocidad, mayor rendimiento, amplia adaptabilidad y tolerancia a alguna enfermedad (mancha de asfalto). En promedio se realizaron 34 cruzas entre el maíz nativo y cada donador.

Para tener coincidencia entre las floraciones de los donadores y los maíces nativos, se realizaron dos fechas de siembra de los materiales donadores. De esta manera se asegura que coincidan las floraciones para realizar la metodología de retrocruza limitada.

Por otro lado, para tener semilla fresca de las colectas originales de maíz, se realizaron cruza planta a planta en 100 plantas de cada una de las colectas bajo mejoramiento genético, esto con la finalidad de obtener semilla suficiente para resguardo y continuar con el proceso de selección mediante la metodología de retrocruza limitada.

8. Eventos demostrativos.

Con el objetivo de dar difusión a los trabajos realizados en campo, se realizaron actividades que promueven el involucramiento de cada agricultor según sus necesidades, productivas, económicas y sociales.

Por ello, se realizaron dos eventos demostrativos: uno fue el 22 de diciembre del 2015 en la parcela de las autoridades de bienes comunales de Santiago Asunción, Silacayoápam y el segundo fue el 7 de noviembre del 2016 en la parcela del señor Eliseo Martínez en San Juan Bautista Valle Nacional. El objetivo del Mejoramiento Participativo (MP) se basa en la adopción de conocimiento y habilidades que pueden complementar

las actividades de los agricultores. La dinámica que se utilizó en ambas localidades fue mediante votos de “caritas felices”; se colocaron sobres que estaban identificados con el número de parcela; posteriormente, se explicó a los asistentes que depositaran un voto en cada sobre si les gustaba las características de las mazorcas y planta. Una vez que ya se había explicado a detalle las características que deben de tomar en cuenta para seleccionar lo mejor en campo, al finalizar el recorrido de campo se realizaba el conteo de los votos de cada material para detectar los preferidos por los productores.

Resultados

En el Cuadro 6, se muestra de manera general el número de colectas obtenidas de los productores en las comunidades de Silacayoápam y Valle Nacional en el año 2015.

Cuadro 6. Número de colectas de especies de la milpa obtenidas en comunidades de Silacayoápam y Valle Nacional, Oaxaca, 2015.

| Región | Municipio | Localidades participantes | Cultivo | | |
|------------|----------------------------------|--|---------|--------|----------|
| | | | Maíz | Frijol | Calabaza |
| Mixteca | Silacayoápam | Santiago Asunción, San Juan Huaxtepec, San Miguel Cuevas, Santa María Natividad | 162 | 45 | 24 |
| Papaloapam | San Juan Bautista Valle Nacional | San Mateo Yetla, Santa Fe y la Mar, San Rafael Agua Pescadito, San Juan Palantla, San Lucas Arroyo Palomo, Cerro Armadillo Grande, Cerro Mirador, Monte Negro. | 75 | 11 | 3 |

1. Caracterización de maíces nativos en Santiago Asunción, Silacayoápam

Los resultados del análisis estadístico de los ensayos de caracterización morfológica de la diversidad de los maíces nativos en Silacayoápam, se muestran como parámetros estadísticos en el Cuadro 7. Se puede observar que la mayoría de las variables tienen significancia estadística.

Respecto al análisis de las características morfológicas de los materiales establecidos en Santiago Asunción, se puede apreciar en el Cuadro 8 los resultados de los 15 mejores materiales criollos. Es importante mencionar que las colectas en general presentaron buena capacidad de producción, con rendimientos superiores a las 5.0 t/ha. Entre estas variedades destaca la 2015-M-M-7, con 8,447.1 kg/ha de grano blanco y de la raza

Tabloncillo x Pepitilla (Cuadro 8). Estos materiales nativos solo requieren una limpieza genética para uniformizar color de grano, bajar porte de planta y eliminar el porcentaje de plantas jorras, y estarían listas para multiplicación de semilla para que más productores usen los materiales detectados como élites en las pruebas agronómicas.

Aunque los materiales nativos presentan características de porte alto y algunos son de ciclo largo, pueden tener alta capacidad de producción si los cuidados agronómicos son correctos. Con una adecuada fertilización, buena densidad de plantas y control oportuno de las malezas se pueden obtener altos rendimientos en los maíces nativos.

Cuadro 7. Parámetros estadísticos de las variables evaluadas en maíces nativos de Silacayoápam, Oaxaca, en el ciclo 2015 B.

| Variable | Media | Desviación estándar | Valor máximo | Valor mínimo | Coefficiente de variación | Grados de significancia | DMS Tukey (0.05) |
|-------------|--------|---------------------|--------------|--------------|---------------------------|-------------------------|------------------|
| PE (%) | 87.81 | 6.21 | 98.48 | 65.15 | 12.17 | ** | 27.94 |
| DES | 84.08 | 5.62 | 109.5 | 75.5 | 4.02 | ** | 15.65 |
| DJI | 91.39 | 5.93 | 117.5 | 77.5 | 4.06 | ** | 17.18 |
| ASIN (días) | 7.38 | 1.63 | 11.5 | 2.5 | 26.81 | NS | 10.39 |
| APL (cm) | 257.29 | 20.45 | 337.7 | 211.6 | 7.62 | ** | 90.72 |
| AMZ (cm) | 116.41 | 18.43 | 211.1 | 82.3 | 13.51 | ** | 72.78 |
| IPOS | 0.45 | 0.04 | 0.63 | 0.35 | 9.52 | ** | 0.2 |
| HAMZ | 4.61 | 0.35 | 6.8 | 3.7 | 9.07 | ** | 1.94 |
| HBMZ | 9.82 | 1.72 | 13.4 | 6.4 | 25.08 | ** | 11.4 |
| HT | 14.43 | 1.84 | 18.4 | 10.5 | 18.16 | ** | 12.13 |
| LHMZ (cm) | 80.27 | 5.83 | 96.9 | 67.33 | 9.61 | * | 35.72 |
| AHMZ (cm) | 7.69 | 0.6 | 9.71 | 5.98 | 10.53 | ** | 3.74 |
| LPE (cm) | 25.31 | 2.14 | 32.93 | 19.74 | 10.53 | NS | 12.33 |
| LTR (cm) | 11.6 | 1.6 | 16.69 | 7.32 | 17.42 | NS | 9.35 |
| LEP (cm) | 28.75 | 2.23 | 34.82 | 21.74 | 10.35 | * | 13.77 |
| LTE (cm) | 65.66 | 3.4 | 74.44 | 58.03 | 6.8 | NS | 20.66 |
| RP | 12.27 | 2.11 | 18.9 | 6.6 | 20.64 | * | 11.73 |
| ATAL (%) | 7.05 | 3.29 | 16.37 | 0 | 42.65 | | 21.34 |
| ARAIZ (%) | 6.97 | 3.69 | 18.86 | 0.78 | 40.26 | | 22.64 |
| JORRA (%) | 9.86 | 7.47 | 53.68 | 0 | 39.86 | ** | 40.86 |
| MCOB (%) | 6.91 | 3.08 | 17.72 | 1.68 | 38.48 | * | 20.5 |
| MZPOD (%) | 5.7 | 1.68 | 11.63 | 2.6 | 26.76 | NS | 11.15 |
| LMZ (cm) | 14.78 | 1.35 | 18.09 | 10.2 | 9.22 | NS | 6.31 |

Conservación *in situ* y mejoramiento participativo de los maíces nativos y sus parientes silvestres en Oaxaca
CONABIO-NM002

| Variable | Media | Desviación estándar | Valor máximo | Valor mínimo | Coefficiente de variación | Grados de significancia | DMS Tukey (0.05) |
|-----------------------------|---------|---------------------|--------------|--------------|---------------------------|-------------------------|------------------|
| DMZ (mm) | 46.3 | 2.34 | 54.19 | 38.63 | 5.04 | ** | 10.81 |
| NH | 9.83 | 1.06 | 17 | 8 | 6.13 | * | 2.79 |
| GPH | 30.82 | 3.11 | 39.2 | 21 | 11.03 | NS | 15.74 |
| LG (mm) | 12.61 | 1.08 | 15.63 | 9.8 | 7.49 | NS | 4.37 |
| AG (mm) | 11.37 | 0.93 | 13.54 | 5.69 | 4.63 | ** | 2.44 |
| GG (mm) | 4.34 | 0.31 | 5.21 | 3.29 | 5.96 | ** | 1.2 |
| FD | 0.88 | 0.02 | 0.94 | 0.69 | 2.93 | ** | 0.12 |
| RENAJ (t·ha ⁻¹) | 5110.65 | 1414.72 | 8447.12 | 1036.3 | 32.51 | ** | 7689.2 |
| CMZ | - | - | 4 | 1 | - | ** | - |
| CPL | - | - | 4 | 2 | - | ** | - |
| HEL | - | - | 4 | 1 | - | ** | - |
| FUS | - | - | 3 | 1 | - | ** | - |

Simbología:

NS = No Significativo (todas las medias son iguales)

* = Significativo al 5% (.05)

**= Significativo al 1% (.01)

Simbología: PE= Porcentaje de emergencia, DES=Días a espiga, DJI= Días a jilote, ASIN= Asincronía en floración, APL= Altura de planta, AMZ= Altura de mazorca, IPOS= Índice de posición de mazorca, HAMZ= Hojas arriba de la mazorca, HBMZ= Hojas debajo de la mazorca, HT= Hojas totales, LHMZ= Longitud de la hoja de la mazorca, AHMZ= Ancho de la hoja de la mazorca, LPE= Longitud de pedúnculo de la espiga, LTR= Longitud de tramo ramificado de la espiga, LEP= Longitud del eje principal de la espiga, LTE= Longitud total de la espiga, RP= Longitud de rama primaria de la espiga, ATAL= Acame de tallo, ARAIZ= Acame de raíz, JORRA= Porcentaje de plantas jorras, MCOB= Porcentaje de mazorcas con mala cobertura, LMZ= Longitud de mazorca, DMZ= Diámetro de mazorca, NH= Número de hileras, GPH= Número de granos por hilera, LG= Longitud de grano, AG= Ancho de grano, GG= Grosor de grano, FD= Factor de desgrane, RENAJ= Rendimiento de grano, CPL= Calificación de planta, HEL= Calificación de daños de *Helminthosporium*, FUS= Calificación de daños por *Fusarium*.

Cuadro 8. Datos agronómicos de 15 maíces sobresalientes en Santiago Asunción en el ciclo 2015 B.

| Var | Días espiga | Días jilote | Asincronía | Altura planta | Mazorcas podridas | Longitud mazorca | % plantas jorras | Rendimiento kg/ha |
|-------|-------------|-------------|------------|---------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|
| MM7 | 80.5 | 88.0 | 7.5 | 272.7 | 5.7 | 16.7 | 5.7 | 8447.1 |
| MM103 | 78.5 | 84.5 | 6.0 | 258.7 | 4.9 | 15.3 | 6.6 | 8198.2 |
| MM92 | 76.0 | 77.5 | 7.5 | 257.9 | 5.6 | 15.9 | 4.0 | 8111.7 |
| MM16 | 81.0 | 88.5 | 7.5 | 278.1 | 7.7 | 16.1 | 2.4 | 7897.8 |
| MM113 | 83.0 | 89.5 | 6.5 | 264.9 | 8.7 | 14.1 | 3.6 | 7842.0 |
| MM95 | 81.0 | 88.0 | 7.0 | 262.0 | 5.9 | 14.4 | 5.1 | 7833.3 |
| MM116 | 82.0 | 89.0 | 7.0 | 246.4 | 5.3 | 14.7 | 3.6 | 7532.4 |
| MM13 | 83.5 | 90.5 | 7.0 | 288.8 | 5.8 | 15.9 | 4.3 | 7493.8 |
| MM50 | 84.5 | 91.5 | 7.0 | 283.5 | 9.3 | 14.1 | 6.8 | 7485.5 |
| MM112 | 82.5 | 88.5 | 6.0 | 267.4 | 3.6 | 15.6 | 6.2 | 7378.9 |
| MM97 | 84.5 | 90.5 | 6.0 | 284.5 | 3.9 | 15.4 | 4.8 | 7282.4 |
| MM42 | 81.5 | 88.0 | 6.5 | 295.3 | 3.8 | 16.3 | 7.7 | 7172.6 |
| MM87 | 80.5 | 88.0 | 7.5 | 285.3 | 6.0 | 15.0 | 6.0 | 7058.1 |
| MM114 | 78.5 | 86.5 | 8.0 | 263.2 | 6.8 | 15.4 | 5.2 | 6972.1 |
| MM57 | 81.0 | 89.0 | 8.0 | 285.6 | 6.7 | 15.0 | 5.7 | 6949.8 |

Altura: En la mayoría de los casos, las colectas de maíces nativos se caracterizan por ser de porte alto, tanto en planta como en mazorca. En la Figura 5, se observa que de las 15 mejores colectas en rendimiento la que tuvo menor altura de planta (considerada desde la superficie del suelo hasta el pedúnculo de la espiga) y también altura de mazorca (superficie del suelo hasta la hoja de la mazorca superior) fue la 2015-M-M-116 con 246.4 y 112.7 centímetros respectivamente, mientras que las colectas 2015-M-M-42 y la 2015-M-M-13 resultaron las más altas respecto a la altura de planta con 295.3 y 288 cm respectivamente; mientras que la altura de la mazorca va de 141.5 y 146.1 cm en ambas colectas. Esta característica en las zonas subtropicales representa una desventaja cuando ocurren vientos fuertes, porque las hace susceptibles al acame, el cual ocasiona pérdidas de rendimiento y calidad del grano. Cuando se presenta acame en la etapa de floración, llenado de grano o en madurez fisiológica, las plantas que tienen contacto con el suelo, presentan pudrición de la mazorca por hongos como *F. moniliforme*.

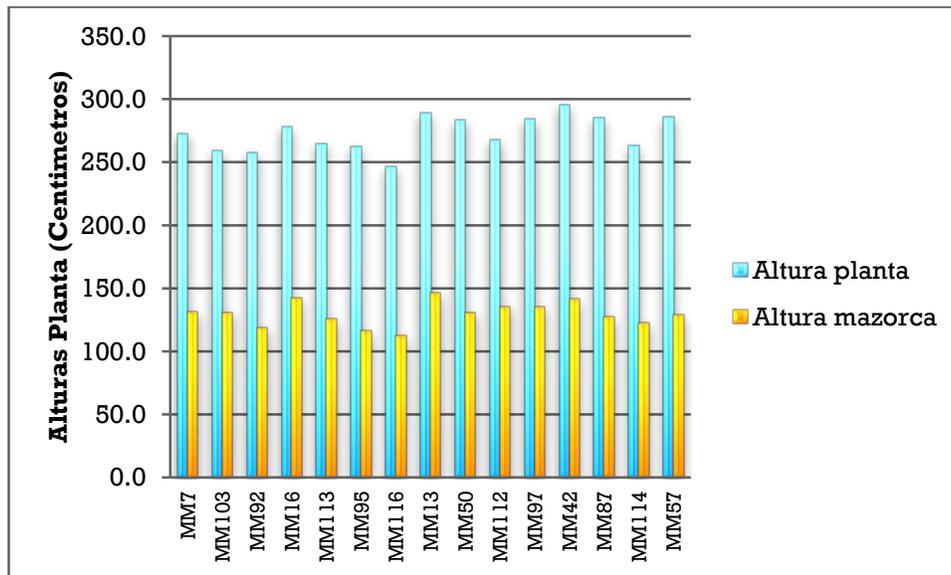


Figura 5. Altura de planta y mazorca de variedades criollas de maíz en Santiago Asunción, Oaxaca.

Floración: Se tomó como floración masculina al momento en el que el 50% de las plantas presentaba las anteras expuestas en las espigas. La floración masculina más precoz se registró a los 76 días (colecta MM92) y la más tardía ocurrió a los 84.5 días que corresponden a la colecta MM50 Y MM97, mientras que la floración femenina (jilote) más

temprana tomó un periodo de 77.5 días para la colecta MM92; la colecta más tardía fue MM50 con 91.5 días (Figura 6). A pesar de la sequía ocurrida durante el desarrollo del cultivo se presentó un buen desarrollo de la planta y solo provocó un retraso entre 7 y 8 días en la floración femenina, lo que ocasionó una asincronía floral.

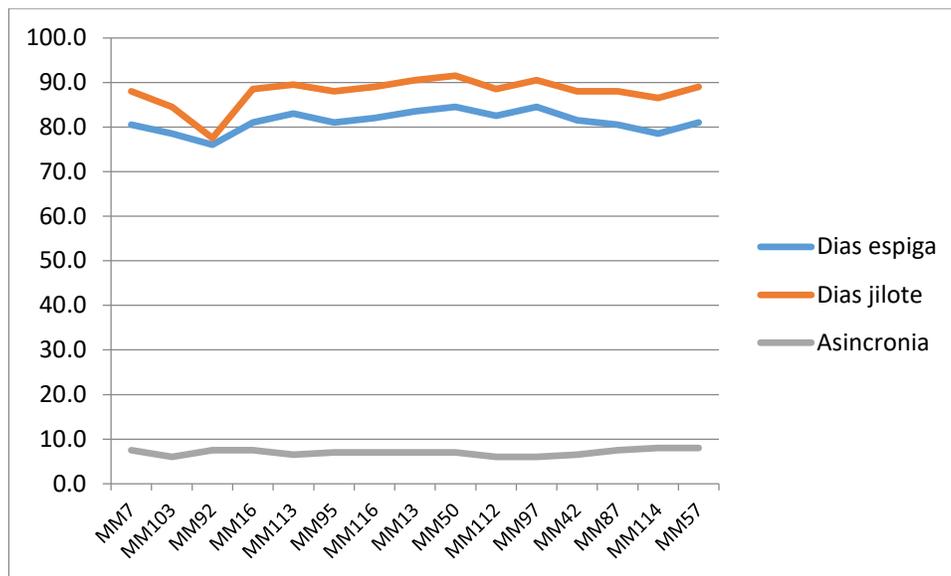


Figura 6. Días a floración masculina y femenina del cultivo de maíz en Santiago Asunción, Silacayoápam, Oaxaca. 2015B.

Enfermedades: De acuerdo a las observaciones realizadas en campo, en Santiago Asunción se tuvo daños por la presencia de *Helminthosporium* y *Fusarium*. Aunque estos daños no influyeron mucho en el rendimiento. De acuerdo con la calificación de las plantas, se obtuvo en promedio una calificación 2, lo que significa que el daño ocasionado es mínimo (Figura 7).

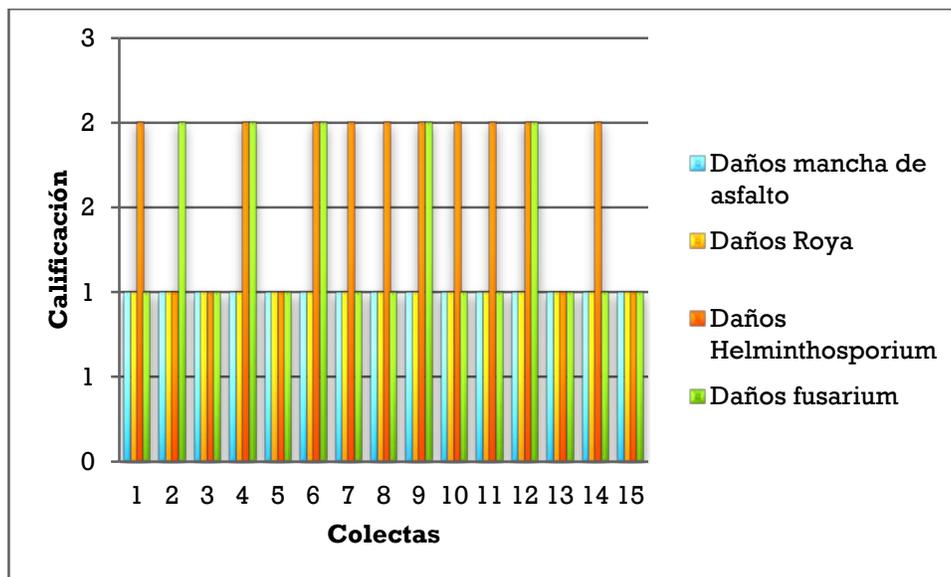


Figura 7. Grados de infestación ocasionados por enfermedades en planta y mazorca de maíz en Santiago Asunción, Silacayoápam, Oaxaca

Rendimiento. En Santiago Asunción, los rendimientos de las 162 colectas de maíz estuvieron por encima de los 1500 kg/ha (Anexo 8), y solo cinco colectas presentaron una producción por debajo de este valor. En la Figura 8, se pueden apreciar a las 15 colectas con mayor rendimiento. La colecta con clave 2015-M-M-7 fue la que presentó mayor rendimiento con 8,447 kg/ha, mientras tanto la últimas que presenta la gráfica tiene un rendimiento de 6,949 kg/ha; aun así, estos datos son consideramos como alto rendimiento para el caso de maíces nativos. El mínimo rendimiento de las 161 colectas evaluadas fue de 1036 kg/ha, y correspondió a la colecta MM100, Raza Mixteco x Bolita.

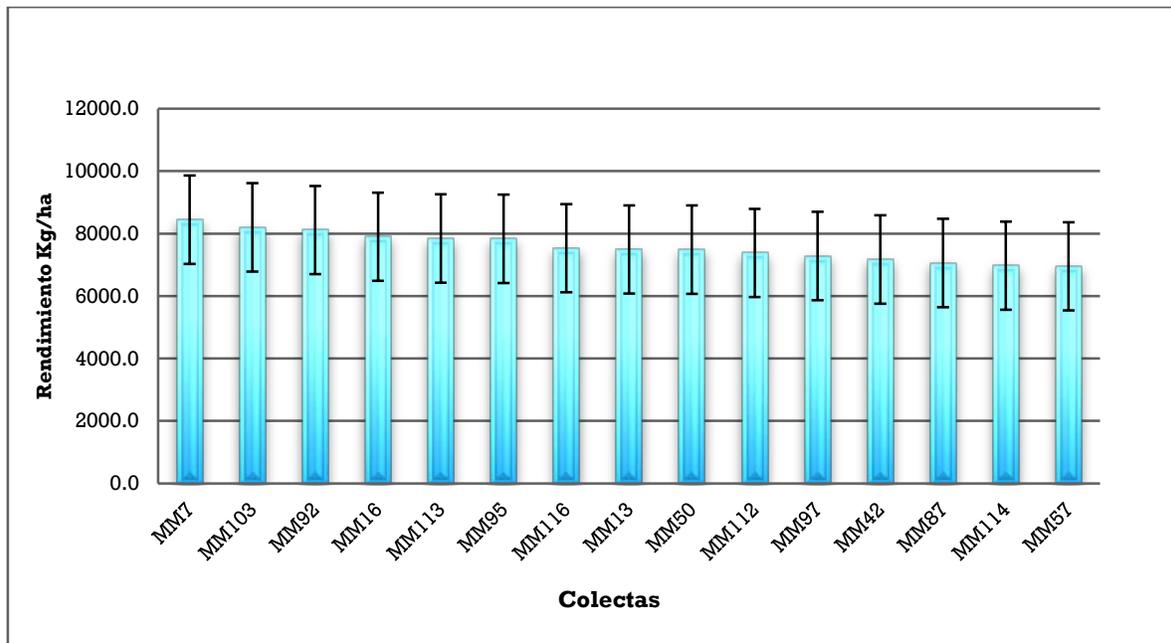


Figura 8. Rendimiento de grano (Kg/ha) de las colectas de maíz evaluadas en Santiago Asunción, Silacayoápam, Oaxaca. Ciclo 2015B.

La base de datos de características morfológicas de todas las colectas de maíces nativos de Santiago Asunción, Silacayoápam, se muestran en el Anexo 2.

Análisis multivariado

Se realizó un análisis seriado de componentes principales de la varianza para descartar aquellas variables que no presentaran capacidad descriptiva en la evaluación. Los componentes se calcularon utilizando la matriz de correlaciones debido a que las variables presentaron diferentes unidades de medida. No se incluyeron las variables cualitativas. Después de este análisis se conservaron solo diez variables (Cuadro 9).

Cuadro 9. Valores propios de los componentes calculados a partir de la matriz de correlaciones.

| Componente principal | Auto valor | Diferencia | Proporción | Acumulada |
|----------------------|------------|------------|------------|-----------|
| 1 | 3.576 | 1.031 | 0.358 | 0.358 |
| 2 | 2.545 | 1.006 | 0.255 | 0.612 |
| 3 | 1.538 | 0.353 | 0.154 | 0.766 |
| 4 | 1.186 | 0.664 | 0.119 | 0.885 |
| 5 | 0.521 | 0.229 | 0.052 | 0.937 |
| 6 | 0.292 | 0.062 | 0.029 | 0.966 |
| 7 | 0.230 | 0.175 | 0.023 | 0.989 |
| 8 | 0.055 | 0.012 | 0.006 | 0.994 |
| 9 | 0.043 | 0.029 | 0.004 | 0.999 |
| 10 | 0.014 | 0.001 | 0.000 | 1.000 |

Para el primer componente principal, las variables altura de mazorca, floración femenina, altura de planta, floración masculina e índice de posición de mazorca presentaron vectores con mayor magnitud. En el segundo componente principal, el rendimiento de grano, hojas totales, hojas bajo la mazorca, longitud del eje principal de la espiga y los días a floración masculina y femenina fueron las variables con vectores de mayor magnitud (Cuadro 10).

Cuadro 10. Vectores propios de las variables utilizadas para el cálculo de los componentes principales.

| Variable | Componente principal | | |
|-------------------------------|----------------------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Floración masculina | 0.3870 | -0.3608 | -0.2088 |
| Floración femenina | 0.3967 | -0.3343 | -0.2240 |
| Altura de planta | 0.3916 | 0.0737 | 0.1493 |
| Altura de mazorca | 0.4640 | 0.1347 | 0.0104 |
| Índice de posición de mazorca | 0.3580 | 0.2196 | -0.1429 |
| Hojas bajo la mazorca | 0.2926 | 0.3826 | 0.1310 |
| Hojas totales | 0.2672 | 0.4108 | 0.1196 |
| Longitud del eje principal | 0.1034 | -0.3331 | 0.5714 |
| Longitud total de la espiga | 0.0952 | -0.2331 | 0.6644 |
| Rendimiento | -0.1385 | 0.4537 | 0.2530 |

Al graficar los valores obtenidos para el primer y segundo componente principal (Figura 9), se observa que en el primer cuadrante se encuentran las colectas con mayor porte de planta, tardías y con mayor rendimiento de grano. En el segundo cuadrante se encuentran las variedades de menor porte, precoces y de rendimientos altos. En el tercer cuadrante se encuentran las variedades precoces con menores rendimientos, mientras que en el cuarto cuadrante se encuentran las de porte alto, tardías y de menor rendimiento. Destacan las colectas MM18, MM19, MM20, MM21, MM69 y MM162 por ubicarse en el extremo más alejado del origen en el cuarto cuadrante, esto debido principalmente a su ciclo tardío.

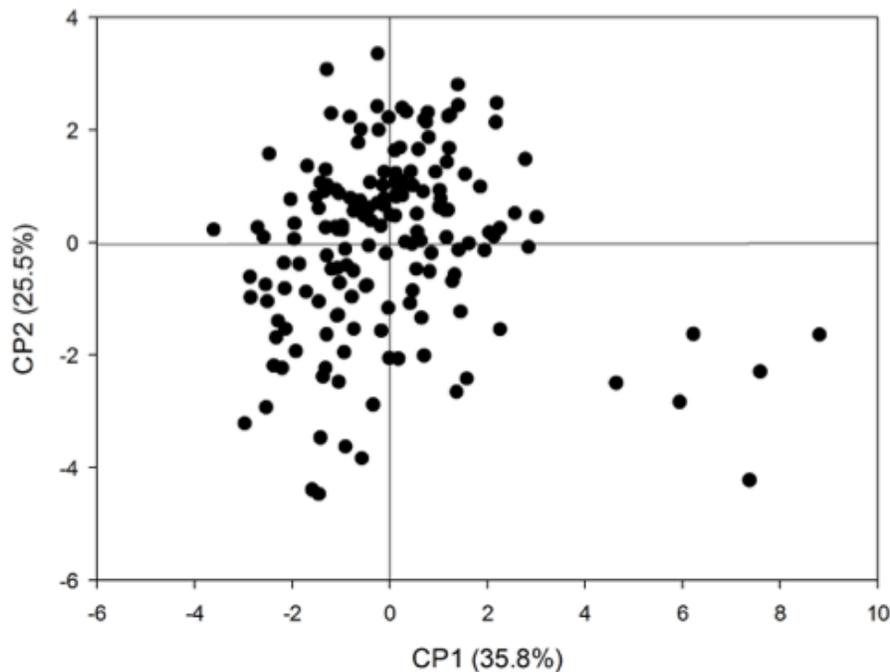


Figura 9. Dispersión de las variedades evaluadas conforme a los valores obtenidos para el primero y segundo componentes principales de la varianza. Se muestra la varianza explicada por componente.

Se utilizaron las variables con mayor capacidad descriptiva, obtenidas en el análisis de componentes, para realizar un análisis de conglomerados jerárquicos. Se utilizaron las distancias euclidianas cuadradas y, para la agrupación, el método de conglomeración de

Ward (Figura 10). Con base en lo descrito por De la Fuente (2011), se tomó con criterio para la determinación de grupos el primer gran incremento en las distancias de agrupamiento, el cual se da entre el valor 11 y 20 de la Figura 10. Se observó la formación de tres grupos, dentro de los que, en el extremo inferior, se encuentran las colectas más tardías

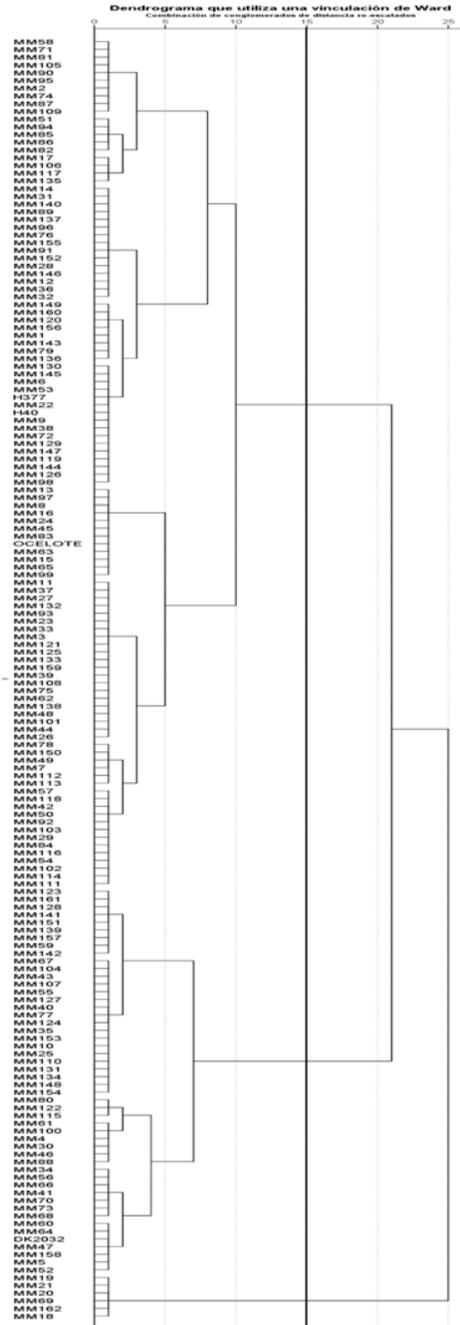


Figura 10. Grupos de diversidad genética de los maíces nativos de Santiago Asunción, Silacayoápam, Oaxaca.

2. Caracterización de maíces nativos en San Juan Bautista Valle Nacional. Ciclo 2015 B

La caracterización de los maíces nativos en la zona de San Juan Bautista Valle Nacional se realizó con 75 colectas que los agricultores donaron para conservarlos en los bancos comunitarios de semillas. El experimento se estableció durante el ciclo 2015-B; la siembra de toda la colección permitió realizar la caracterización, proceso que permite determinar el conjunto de características morfológicas deseables para los productores.

En el Cuadro 11 se muestran los resultados que se obtuvieron en el análisis estadístico de caracterización. Puede notarse que la mayoría de las variables presentaron diferencias estadísticas muy significativas, lo que quiere decir que existen diferencias entre las medias de los tratamientos. Solo la variable número de mazorcas podridas no mostró significancia estadística. Los valores de rendimiento fluctuaron desde los 260 hasta los 3880 kg/ha.

Con la finalidad de seguir con los procesos de mejoramiento de las colectas nativas de las distintas localidades de Valle Nacional, se analizó la toma de datos para obtener las características agronómicas y el potencial de rendimiento. Puede notarse en el Cuadro 12 que el conjunto de características de los 75 materiales criollos del ensayo establecido en el año 2015 B las variables que se encuentran con mayor grado de dispersión es altura de planta y rendimiento. De 15 materiales detectados como sobresalientes por su rendimiento y características agronómicas, nueve son materiales nativos y cinco son materiales mejorados, los cuales fueron utilizados como testigo.

Cuadro 11. Parámetros estadísticos de las colectas de maíz de Valle Nacional, ciclo 2015 B

| Variable | Media | Desviación Estándar | Valor Máximo | Valor Mínimo | Coefficiente de Variación | Significancia | DMS (Tukey _{0.05}) |
|--------------|--------|---------------------|--------------|--------------|---------------------------|---------------|------------------------------|
| DES | 64.17 | 3.35 | 73.00 | 57.00 | 2.88 | ** | 8.55 |
| DJI | 68.50 | 4.28 | 78.50 | 58.50 | 3.77 | ** | 11.93 |
| ASIN | 4.33 | 1.78 | 8.50 | 0.50 | 26.09 | * | 10.05 |
| APL (cm) | 307.20 | 32.00 | 387.30 | 185.17 | 10.24 | ** | 145.51 |
| AMZ (cm) | 187.85 | 28.84 | 269.95 | 81.10 | 12.45 | ** | 108.23 |
| IPOS | 0.61 | 0.05 | 0.74 | 0.43 | 7.83 | ** | 0.22 |
| HARR | 5.86 | 0.47 | 7.20 | 4.60 | 11.12 | NS | 3.02 |
| HABA | 9.72 | 1.20 | 13.35 | 5.67 | 12.23 | ** | 5.50 |
| HTOT | 15.59 | 1.41 | 19.70 | 11.17 | 9.49 | ** | 6.85 |
| LHJ (cm) | 86.47 | 6.04 | 99.00 | 66.83 | 8.35 | * | 33.40 |
| AHJ (cm) | 7.31 | 0.57 | 8.74 | 5.50 | 9.43 | * | 3.19 |
| LPED (cm) | 17.34 | 2.58 | 23.52 | 10.65 | 19.95 | NS | 16.01 |
| LPRAM (cm) | 13.50 | 2.13 | 18.83 | 8.03 | 17.73 | ** | 11.08 |
| LEJE (cm) | 21.77 | 2.11 | 26.43 | 14.03 | 12.48 | NS | 12.56 |
| LESP (cm) | 52.62 | 4.48 | 63.86 | 40.47 | 10.27 | * | 25.00 |
| RPRIM | 14.94 | 2.23 | 23.15 | 7.93 | 17.05 | ** | 11.78 |
| MZPOD (%) | 9.15 | 5.67 | 24.27 | 0.00 | 54.41 | NS | 36.00 |
| LMZ (cm) | 15.79 | 1.43 | 20.12 | 12.58 | 8.97 | ** | 6.55 |
| DMZ (mm) | 39.37 | 2.46 | 45.66 | 32.83 | 6.51 | ** | 11.86 |
| NH | 11.61 | 1.05 | 15.00 | 9.40 | 7.43 | ** | 3.99 |
| NGH | 26.77 | 4.74 | 37.90 | 13.00 | 15.00 | ** | 18.58 |
| LG (mm) | 8.98 | 0.86 | 10.93 | 6.66 | 8.96 | ** | 3.73 |
| AG (mm) | 9.25 | 0.55 | 10.50 | 7.82 | 5.86 | ** | 2.51 |
| GG (mm) | 4.48 | 0.43 | 6.28 | 3.46 | 10.54 | ** | 2.18 |
| REN (t-ha-1) | 1.56 | 0.75 | 3.88 | 0.26 | 23.61 | ** | 3.49 |

Simbología:

NS = No Significativo (todas las medias son iguales)

* = Significativo al 5% (.05)

**= Significativo al 1% (.01)

Simbología: PE= Porcentaje de emergencia, DES=Días a espiga, DJI= Días a jilote, ASIN= Asincronía en floración, APL= Altura de planta, AMZ= Altura de mazorca, IPOS= Índice de posición de mazorca, HAMZ= Hojas arriba de la mazorca, HBMZ= Hojas debajo de la mazorca, HT= Hojas totales, LHMZ= Longitud de la hoja de la mazorca, AHMZ= Ancho de la hoja de la mazorca, LPE= Longitud de pedúnculo de la espiga, LTR= Longitud de tramo ramificado de la espiga, LEP= Longitud del eje principal de la espiga, LTE= Longitud total de la espiga, RP= Longitud de rama primaria de la espiga, ATAL= Acame de tallo, ARAIZ= Acame de raíz, JORRA= Porcentaje de plantas jorras, MCOB= Porcentaje de mazorcas con mala cobertura, LMZ= Longitud de mazorca, DMZ= Diámetro de mazorca, NH= Número de hileras, GPH= Número de granos por hilera, LG= Longitud de grano, AG= Ancho de grano, GG= Grosor de grano, FD= Factor de desgrane, RENAJ= Rendimiento de grano, CPL= Calificación de planta, HEL= Calificación de daños de *Helminthosporium*, FUS= Calificación de daños por *Fusarium*.

El análisis de varianza y la comparación de medias indicó que el material mejorado SP500 fue el que produjo mayor rendimiento, con 3876 Kg/ha, y de los materiales nativos la mejor colecta fue la VNM75, con 3788 kg/ha (Cuadro 12). Lo anterior significa que existe potencial de los materiales nativos en rendimiento de grano y en características agronómicas. Estos materiales se incluyeron en el proceso de mejoramiento participativo.

Cuadro 12. Datos agronómicos de 15 colectas sobresalientes de maíz de Valle Nacional en el ciclo 2015B.

| VAR | Días a espiga | Días a jilote | Asincronía (días) | Altura planta (cm) | Altura mazorca (cm) | Mazorcas podridas | Rendimiento (kg/ha) |
|-------|---------------|---------------|-------------------|--------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| SP500 | 58.5 | 59.0 | 0.5 | 266.7 | 134.6 | 3.2 | 3876 |
| VNM75 | 58.0 | 60.5 | 2.5 | 314.1 | 184.5 | 9.2 | 3788 |
| VNM37 | 63.0 | 64.5 | 1.5 | 371.7 | 246.0 | 8.3 | 3532 |
| VNM31 | 63.0 | 65.5 | 2.5 | 339.1 | 214.4 | 2.3 | 3437 |
| VNM18 | 59.0 | 62.0 | 3.0 | 302.6 | 181.2 | 6.8 | 3334 |
| VNM19 | 58.0 | 61.5 | 3.5 | 267.3 | 151.1 | 18.4 | 3044 |
| VNM29 | 61.5 | 62.5 | 1.0 | 322.3 | 192.3 | 12.5 | 3015 |
| VNM52 | 61.0 | 64.5 | 3.5 | 324.5 | 205.5 | 13.2 | 2925 |
| VNM73 | 63.5 | 65.5 | 2.0 | 299.6 | 211.4 | 10.2 | 2766 |
| VNM38 | 63.0 | 64.5 | 1.5 | 314.1 | 186.9 | 6.1 | 2668 |
| VNM50 | 65.0 | 69.0 | 4.0 | 338.4 | 213.2 | 7.0 | 2637 |
| VNM17 | 58.0 | 62.0 | 4.0 | 317.9 | 182.8 | 19.1 | 2573 |
| VNM66 | 61.0 | 64.5 | 3.5 | 325.9 | 208.5 | 10.4 | 2567 |
| VNM65 | 65.0 | 66.5 | 1.5 | 326.8 | 204.7 | 21.3 | 2534 |
| VNM26 | 63.0 | 64.0 | 1.0 | 325.6 | 190.7 | 3.3 | 2532 |

Altura: Dentro de las colectas con mejores rendimientos, se registraron alturas de planta bajas con 266.7 cm y corresponde a la colecta SP500; la altura máxima de planta se registró hasta 371.7 centímetros que corresponde a la colecta VNM37. Para las alturas de mazorca (medida que se toma de la superficie del suelo a la hoja de la mazorca superior) se encuentra la colecta SP500 con 134.6 cm y la planta que presentó máxima altura de mazorca fue la colecta VNM37 con 246.0 cm. Los materiales locales se encuentran en rangos altos tanto de planta como en la posición de la mazorca superior, comparado con el material testigo (Figura 11).

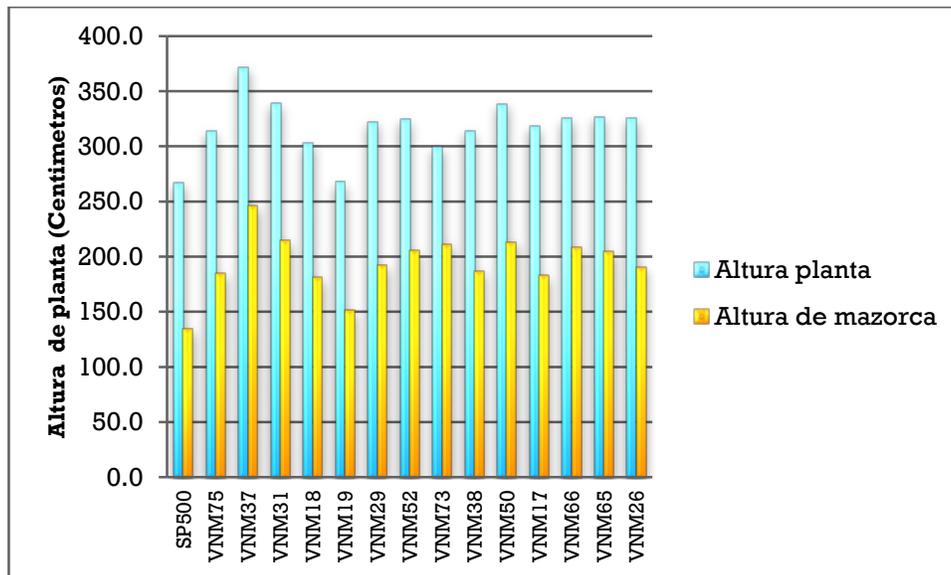


Figura 11. Altura de planta y altura de mazorca de las 15 mejores colectas de maíz en Valle Nacional en el ciclo 2015 B.

El porte alto de los materiales criollos es el principal problema que los productores indican, ya que son propensos al acame cuando ocurren vientos fuertes. Mejorar esta característica mediante el mejoramiento participativo es importante a considerar.

Floración: El rango de variación para los días a floración masculina fue de 58 a 65 días, y para la floración femenina fue de 60 a 66 días. La colecta VNM75 fue la más precoz en el desarrollo de ambos órganos (Figura 12).

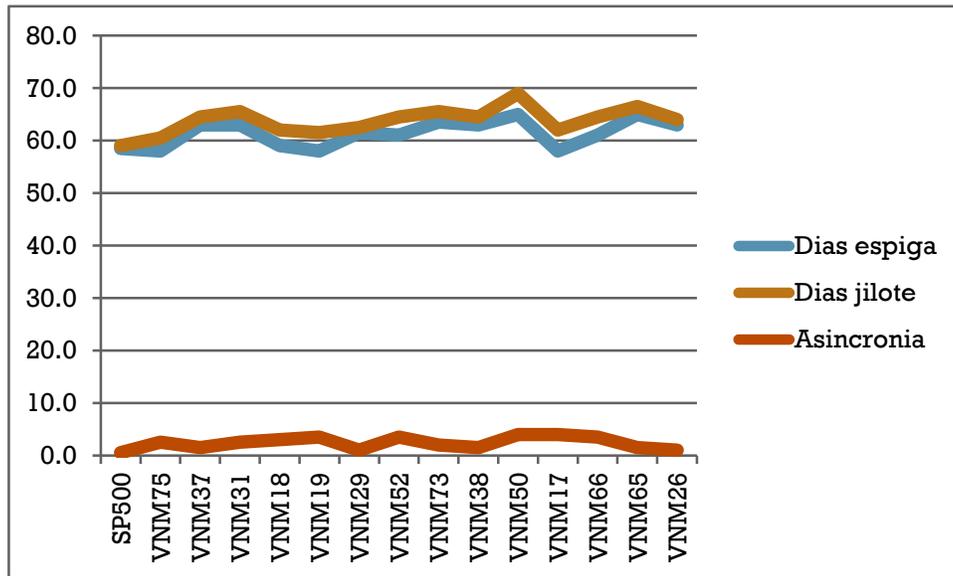


Figura 12. Días a floración masculina y femenina en las 15 mejores colectas caracterizadas en el ciclo 2015 B en Valle Nacional, Oaxaca.

Rendimiento: Respecto a los rendimientos de grano de las mejores 15 colectas, estas presentaron valores superiores que la mayoría de los materiales híbridos, excepto por el híbrido SP500. De las 75 colectas, 14 mostraron rendimientos superiores a una tonelada de grano (Figura 13). La colecta VNM75 fue la que generó mayor rendimiento con 3,788 kg/ha; este material pertenece a la raza Olotillo. La colecta VNM63 de la raza Tepecintle fue la que generó un bajo rendimiento con tan solo 0.316 ton/ha.

La base de datos de características morfológicas de todas las colectas de maíces nativos de Valle Nacional se muestra en el Anexo 3.

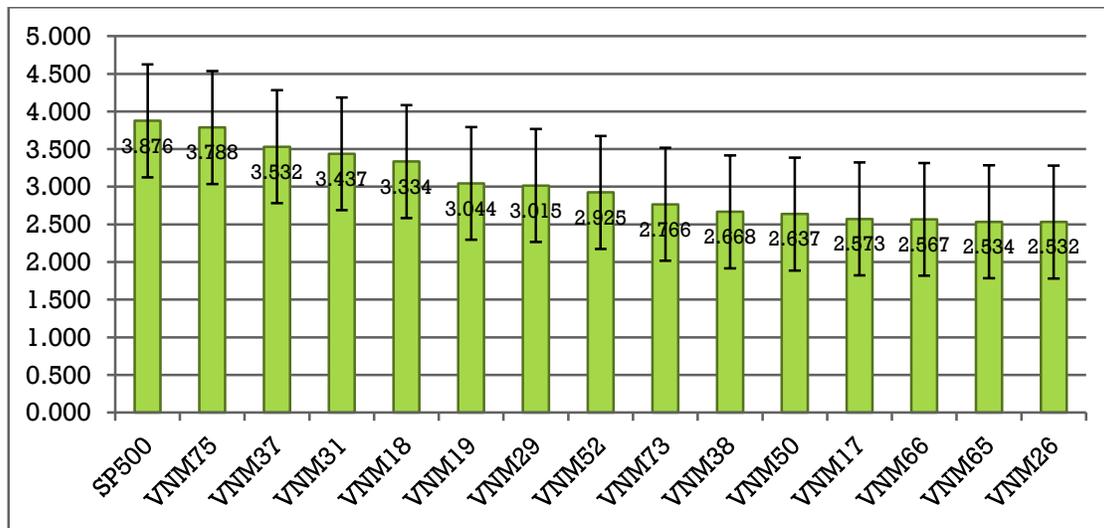


Figura 13. Rendimiento de grano (t/ha) de las 15 mejores colectas de maíz en Valle Nacional. Ciclo 2015 B.

Análisis multivariado Valle Nacional 2015 B

Se realizó un análisis en serie de componentes principales de la varianza para descartar aquellas variables que no presentaran capacidad descriptiva en la evaluación. Después de este análisis se conservaron solo diez variables (Cuadro 13).

Cuadro 13. Vectores propios de las variables utilizadas para el cálculo de los componentes principales. Valle Nacional 2015B.

| Variable | Componente principal | | |
|-----------------------|----------------------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 |
| Altura de mazorca | 0.404 | 0.164 | -0.301 |
| Altura de planta | 0.389 | 0.209 | -0.250 |
| Floración masculina | 0.377 | -0.083 | 0.518 |
| Floración femenina | 0.367 | -0.134 | 0.531 |
| Diámetro de mazorca | -0.099 | 0.400 | 0.162 |
| Grosor de grano | 0.025 | -0.442 | -0.345 |
| Hojas bajo la mazorca | 0.432 | 0.121 | -0.192 |
| Hojas totales | 0.418 | 0.164 | -0.136 |
| Granos por hilera | -0.127 | 0.508 | 0.257 |
| Rendimiento | -0.145 | 0.499 | -0.173 |

Los componentes se calcularon utilizando la matriz de correlaciones debido a que las variables presentaron diferentes unidades de medida. No se incluyeron las variables cualitativas.

Para el primer componente principal, las variables de altura, días a floración y cantidad de hojas presentaron vectores con mayor magnitud. En el segundo componente principal, el número de granos por hilera, el diámetro de mazorca, el rendimiento de grano y grosor de grano fueron las variables con vectores de mayor magnitud (Cuadro 14).

Cuadro 14. Valores propios de los componentes calculados a partir de la matriz de correlaciones.

| Componente principal | Auto valor | Diferencia | Proporción | Acumulada |
|----------------------|------------|------------|------------|-----------|
| 1 | 3.991 | 1.258 | 0.399 | 0.399 |
| 2 | 2.733 | 1.489 | 0.273 | 0.672 |
| 3 | 1.244 | 0.491 | 0.124 | 0.797 |
| 4 | 0.753 | 0.236 | 0.075 | 0.872 |
| 5 | 0.518 | 0.137 | 0.052 | 0.924 |
| 6 | 0.381 | 0.216 | 0.038 | 0.962 |
| 7 | 0.165 | 0.065 | 0.017 | 0.979 |
| 8 | 0.100 | 0.026 | 0.010 | 0.989 |
| 9 | 0.074 | 0.033 | 0.007 | 0.996 |
| 10 | 0.041 | 0.004 | 0.000 | 1.000 |

Al graficar los valores obtenidos para el primer y segundo componente principal (Figura 14), se observa que en el primer cuadrante se encuentran las colectas con mayor porte de planta, tardías y con mayor rendimiento de grano. En el segundo cuadrante se encuentran las variedades de menor porte, precoces y de rendimientos altos. En el tercer cuadrante se encuentran las variedades precoces con menores rendimientos, mientras que en el cuarto cuadrante se encuentran las de porte alto, tardías y de menor rendimiento.

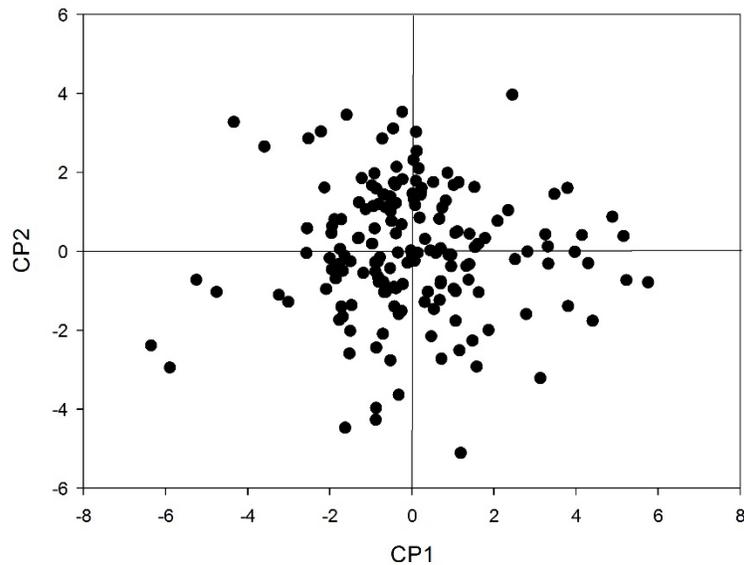


Figura 14. Dispersión de las variedades evaluadas conforme a los valores obtenidos para el primero y segundo componentes principales de la varianza.

Se utilizaron las variables con mayor capacidad descriptiva, obtenidas en el análisis de componentes, para realizar un análisis de conglomerados jerárquicos, para realizar un análisis de clusters utilizando distancias euclidianas cuadradas y, para la agrupación, el método de conglomeración de Ward (Figura 14). Con base en lo descrito por De la Fuente (2011), se tomó como criterio para la determinación de grupos el primer gran incremento en las distancias de agrupamiento, el cual se da entre el valor 11 y 20 de la Figura 15. Se observó la formación de tres grupos.

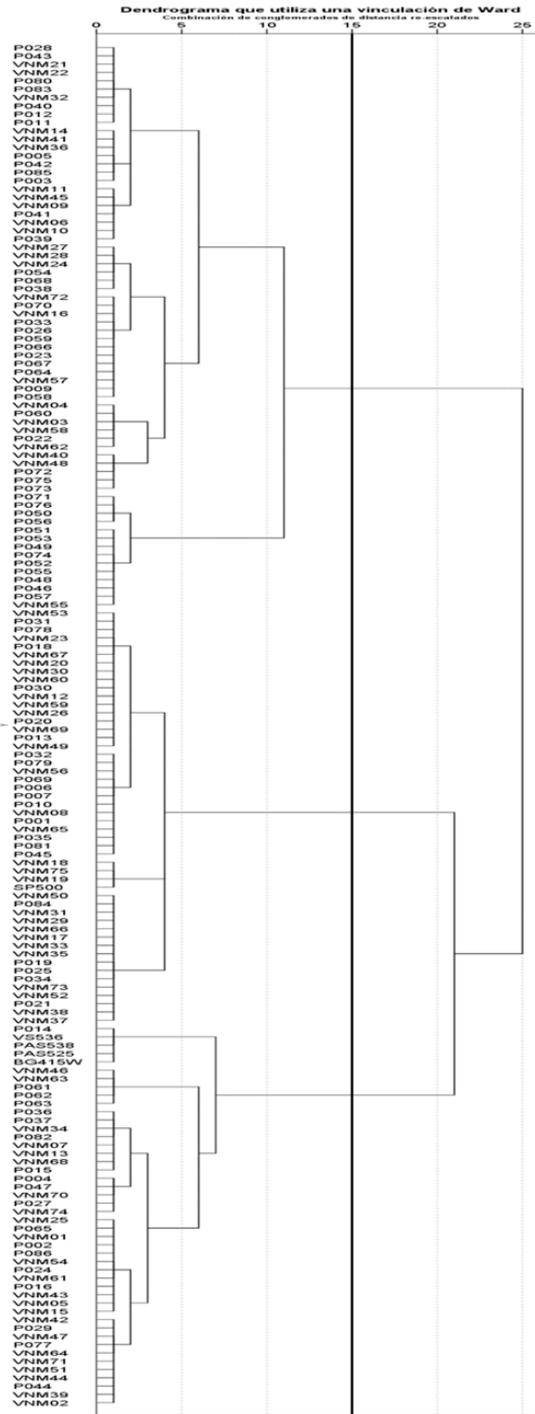


Figura 15. Dendrograma de agrupamiento de las colectas caracterizadas en Valle Nacional.
 Ciclo 2015 B.

3. Evaluación de los maíces de Valle Nacional en el ciclo 2017 A

La evaluación de los maíces nativos que se realizó en Valle Nacional en el ciclo OI 2017 A, permitió realizar la comparación de 21 retrocruzas (RC1-F1) con los 6 materiales donadores, y 7 criollos originales. La evaluación de los materiales permitió conocer las características agronómicas que se mejoraron en los maíces nativos; la comparación de rendimiento es un factor clave que ayuda a determinar si se obtuvieron ganancias genéticas.

Los materiales donadores, de manera general, presentaron muy buenas características en cuanto a floración, altura de planta y rendimiento de grano. En general los materiales mejorados superaron a los materiales nativos y a las retrocruzas durante este ciclo de evaluación. Es necesario evaluar en otras comunidades y en el ciclo otoño invierno el comportamiento de todos los maíces.

En el Cuadro 15, se observan las características agronómicas donde, las retrocruzas comparado con los materiales nativos originales presentaron una floración masculina más temprana. La retrocruza (2015VNM18 X H565) X 2015VNM18 tuvo su madurez a los 75 días; para el caso de la floración femenina esta misma cruce alcanza esta etapa de madurez a los 77 días transcurridos después de la siembra. En cuanto a la altura, destaca la cruce (2015VNM75 X SKW500) X 2015VNM75, con 182 centímetros, aunque también la cruce (2015VNM37 X SKW502) X 2015VNM37 presentó la altura máxima de 260 cm. En lo que respecta al porcentaje de mazorcas podridas, existen tres retrocruzas que presentaron un bajo porcentaje de mazorcas podridas (2015VNM37xSKW503)x2015VNM37; (2015VNM7xSKW503)x2015VNM7; (2015VNM38xSKY525A)x2015VNM38) con 6.27, 6.61 y 6.62, respectivamente.

En lo que concierne al rendimiento, los materiales donadores alcanzaron los mayores valores. El material SKW-502 alcanzó el máximo rendimiento con 5,840 kg/ha. La mejor retrocruza para esta variable fue la (2015VNM38xSKY525A)x2015VNM38 con 3,240

kg/ha, seguido por (2015VNM18xSKW500)x2015VNM18 con un rendimiento de 3,100 kg/ha. Para los materiales nativos el que presentó menor rendimiento fue la colecta original 2015VNM75 con 1,850 kg/ha.

En base a los resultados obtenidos en la evaluación, las retrocruzas superaron en la mayoría de los casos en la variable rendimiento, a las colectas originales. Esto indica que el mejoramiento mediante retrocruza limitada fue exitoso.

De acuerdo a los análisis de los parámetros estadísticos se puede observar en el Cuadro 16, los valores máximos y mínimos de las principales variables. De los 34 materiales evaluados se puede observar que el valor mínimo de rendimiento fue de 490 kg/ha y el máximo registrado fue de 5,840 kg/ha. Este amplio rango de rendimiento se debió a la presencia de sequía durante el desarrollo del cultivo. Fue un mal año para la evaluación agronómica, porque primero se presentó una fuerte sequía, posteriormente ocurrieron lluvias torrenciales al finalizar el ciclo de cultivo y finalmente ocurrieron vientos que provocaron acame de las plantas. Todos estos factores afectaron los rendimientos de grano. De las enfermedades evaluadas, Fusarium tuvo mayor incidencia en el ensayo, los daños se calificaron con 3; lo que significa que las afectaciones fueron severas. Para mancha de asfalto, roya y *Helminthosporium* los daños no fueron tan graves y oscilaron entre 1 y 2 de calificación.

Respecto a las calificaciones de planta las variedades presentaron buenas características; las calificaciones se ubicaron en la escala de 2 a 3, lo cual significa que son plantas de buen porte. La calificación de mazorca se obtuvieron datos mínimos de 2 y máximo de 4, esto significa presentaron algún daño ya sea por pudrición, mala cobertura o ataque de insectos.

Cuadro 15. Características agronómicas de maíces nativos y versiones mejoradas de Valle Nacional. 2017

A.

| Id | TRAT | DES | DJI | ASIN (días) | APL (cm) | JORRA (%) | MZPOD (%) | LMZ (cm) | RENAJ (t-ha-1) |
|----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 1 | 2015VNM7 (Colecta original) | 78.67 | 82.00 | 3.33 | 214.67 | 3.07 | 21.74 | 13.56 | 1.65 |
| 2 | (2015VNM7xH565)x2015VNM7 | 77.33 | 77.33 | 0.00 | 226.27 | 5.09 | 15.20 | 13.57 | 2.70 |
| 3 | (2015VNM7xSKW500)x2015VNM7 | 79.33 | 83.33 | 4.00 | 203.80 | 6.32 | 8.16 | 13.27 | 1.72 |
| 4 | (2015VNM7xSKW502)x2015VNM7 | 80.00 | 82.67 | 2.67 | 209.27 | 9.21 | 12.87 | 14.11 | 1.67 |
| 5 | (2015VNM7xSKW503)x2015VNM7 | 79.33 | 81.33 | 2.00 | 222.53 | 12.14 | 6.61 | 13.88 | 2.02 |
| 6 | 2015VNM18 (Colecta original) | 80.67 | 82.33 | 1.67 | 222.00 | 13.42 | 16.78 | 14.95 | 1.60 |
| 7 | (2015VNM18xH565)x2015VNM18 | 75.33 | 77.33 | 2.00 | 211.20 | 7.54 | 11.76 | 14.30 | 2.56 |
| 8 | (2015VNM18xSKW500)x2015VNM18 | 78.67 | 80.00 | 1.33 | 216.78 | 11.93 | 10.94 | 14.11 | 3.10 |
| 9 | (2015VNM18xSKW502)x2015VNM18 | 78.00 | 81.33 | 3.33 | 218.60 | 11.17 | 7.52 | 15.37 | 2.53 |
| 10 | (2015VNM18xSKW503)x2015VNM18 | 78.67 | 81.33 | 2.67 | 205.40 | 5.51 | 8.32 | 15.05 | 2.30 |
| 11 | 2015VNM31 (Colecta original) | 82.00 | 84.00 | 2.00 | 235.27 | 9.30 | 14.37 | 12.50 | 0.91 |
| 12 | (2015VNM31xSKW502)x2015VNM31 | 82.00 | 83.33 | 1.33 | 229.20 | 10.08 | 10.34 | 14.61 | 1.50 |
| 13 | (2015VNM31xSKW503)x2015VNM31 | 84.00 | 86.00 | 2.00 | 199.60 | 11.26 | 13.46 | 13.09 | 1.18 |
| 14 | 2015VNM37 (Colecta original) | 84.67 | 87.67 | 3.00 | 247.73 | 8.70 | 11.48 | 13.19 | 0.78 |
| 15 | (2015VNM37xH565)x2015VNM37 | 81.33 | 86.00 | 4.67 | 218.33 | 8.64 | 11.86 | 14.46 | 1.47 |
| 16 | (2015VNM37xSKW502)x2015VNM37 | 78.67 | 82.67 | 4.00 | 260.00 | 9.28 | 8.49 | 14.63 | 2.04 |
| 17 | (2015VNM37xSKW503)x2015VNM37 | 79.33 | 82.67 | 3.33 | 235.73 | 8.12 | 6.27 | 13.94 | 2.22 |
| 18 | 2015VNM38 (Colecta original) | 80.67 | 84.67 | 4.00 | 234.93 | 5.23 | 13.08 | 13.62 | 1.43 |
| 19 | (2015VNM38xTuxpeñoAmarillo)x2015VNM38 | 80.67 | 83.33 | 2.67 | 206.20 | 6.13 | 11.07 | 14.59 | 1.94 |
| 20 | (2015VNM38xSKY525A)x2015VNM38 | 78.00 | 79.33 | 1.33 | 237.47 | 5.82 | 6.62 | 14.46 | 3.24 |
| 21 | 2015VNM52 (Colecta original) | 80.67 | 85.33 | 4.67 | 216.53 | 12.28 | 18.43 | 14.46 | 1.01 |
| 22 | (2015VNM52xTuxpeñoAmarillo)x2015VNM52 | 79.33 | 82.00 | 2.67 | 220.00 | 7.50 | 8.55 | 14.95 | 1.58 |
| 23 | (2015VNM52xSKY525A)x2015VNM52 | 80.00 | 84.00 | 4.00 | 220.53 | 9.49 | 15.91 | 15.39 | 1.31 |
| 24 | 2015VNM75 (Colecta original) | 80.67 | 84.67 | 4.00 | 208.41 | 16.96 | 11.39 | 15.79 | 1.85 |
| 25 | (2015VNM75xH565)x2015VNM75 | 78.67 | 80.67 | 2.00 | 219.20 | 5.59 | 18.49 | 14.75 | 1.97 |
| 26 | (2015VNM75xSKW500)x2015VNM75 | 78.00 | 80.33 | 2.33 | 182.76 | 9.62 | 21.78 | 13.51 | 1.77 |
| 27 | (2015VNM75xSKW502)x2015VNM75 | 80.00 | 85.33 | 5.33 | 197.20 | 9.63 | 11.06 | 13.84 | 1.72 |
| 28 | (2015VNM75xSKW503)x2015VNM75 | 80.67 | 83.33 | 2.67 | 205.80 | 7.32 | 13.13 | 14.26 | 1.31 |
| 29 | H565 | 73.33 | 73.33 | 0.00 | 189.67 | 2.83 | 8.51 | 14.01 | 4.95 |
| 30 | SKW500 | 74.67 | 74.67 | 0.00 | 184.73 | 4.83 | 6.63 | 13.69 | 4.95 |
| 31 | SKW502 | 72.67 | 72.67 | 0.00 | 213.53 | 1.21 | 6.90 | 15.07 | 5.84 |
| 32 | SKW503 | 78.00 | 78.67 | 0.67 | 179.00 | 5.72 | 6.75 | 14.11 | 3.27 |
| 33 | Tuxpeño amarillo | 75.33 | 76.67 | 1.33 | 183.89 | 7.31 | 13.91 | 13.63 | 2.83 |
| 34 | Sky525A | 74.67 | 75.33 | 0.67 | 178.13 | 4.75 | 8.08 | 13.77 | 3.91 |
| Media | | 78.94 | 81.34 | 2.40 | 213.36 | 8.03 | 11.66 | 14.19 | 2.26 |
| Desviación estándar | | 2.72223738 | 3.745691392 | 1.455928116 | 19.48770491 | 3.31314296 | 4.308879627 | 0.731451471 | 1.189553508 |
| Valor máximo | | 84.67 | 87.67 | 5.33 | 260.00 | 16.96 | 21.78 | 15.79 | 5.84 |
| Valor mínimo | | 72.67 | 72.67 | 0.00 | 178.13 | 1.21 | 6.27 | 12.50 | 0.78 |
| Coefficiente de variación | CV | 2.793729 | 4.096638 | 24.37298 | 11.72755 | 35.15482 | 28.21332 | 8.431184 | 23.44213 |
| Significancia | PR | ** | ** | NS | ** | * | * | ** | ** |
| DMS Tukey 0.05 | DMS | 7.7694 | 11.788 | 8.3753 | 86.113 | 15.197 | 26.901 | 4.1462 | 3.062 |

Cuadro 16. Parámetros estadísticos de las variables agronómicas evaluadas en Valle Nacional, Oaxaca.
Ciclo 2017 A.

| Variable | Media | Desviación estándar | Valor máximo | Valor mínimo | Coefficiente de variación | Significancia | DMS Tukey 0.05 |
|----------------|--------|---------------------|--------------|--------------|---------------------------|---------------|----------------|
| DES | 78.77 | 2.25 | 84.67 | 72.67 | 2.79 | ** | 7.77 |
| DJI | 81.51 | 3.17 | 87.67 | 72.67 | 4.10 | ** | 11.79 |
| ASIN (días) | 2.73 | 1.57 | 5.33 | -1.33 | 24.37 | NS | 8.38 |
| APL (cm) | 207.98 | 20.30 | 260.00 | 166.87 | 11.73 | ** | 86.11 |
| AMZ (cm) | 88.22 | 17.86 | 130.20 | 56.60 | 18.54 | ** | 57.75 |
| IPOS | 0.42 | 0.05 | 0.57 | 0.30 | 11.85 | ** | 0.18 |
| ATAL (%) | 2.12 | 2.69 | 14.55 | 0.00 | 95.98 | NS | 15.81 |
| ARAIZ (%) | 19.09 | 9.93 | 48.50 | 2.19 | 43.76 | NS | 56.69 |
| JORRA (%) | 8.35 | 2.98 | 16.96 | 1.21 | 35.15 | * | 15.20 |
| MCOB (%) | 4.32 | 1.78 | 8.78 | 1.09 | 45.61 | NS | 10.61 |
| MZPOD (%) | 13.07 | 5.83 | 31.85 | 4.55 | 28.21 | * | 26.90 |
| LMZ (cm) | 13.93 | 0.99 | 15.86 | 10.22 | 8.43 | ** | 4.15 |
| DMZ (mm) | 39.59 | 2.90 | 47.26 | 32.69 | 7.66 | ** | 10.70 |
| NH | 11.99 | 1.07 | 15.33 | 10.13 | 8.28 | ** | 3.51 |
| GPH | 25.08 | 3.19 | 32.53 | 15.45 | 15.12 | ** | 13.39 |
| LG (mm) | 9.28 | 0.79 | 11.17 | 7.57 | 9.49 | ** | 3.11 |
| AG (mm) | 8.86 | 0.41 | 9.65 | 7.69 | 6.33 | ** | 1.98 |
| GG (mm) | 4.21 | 0.31 | 5.43 | 3.67 | 8.87 | ** | 1.32 |
| RENAJ (t·ha-1) | 1.92 | 0.91 | 5.84 | 0.49 | 23.44 | ** | 3.06 |
| FUS | - | - | 3 | 1 | - | - | - |
| MANCH | - | - | 1 | 1 | - | - | - |
| ROYA | - | - | 2 | 1 | - | - | - |
| HELM | - | - | 2 | 1 | - | - | - |
| CPL | - | - | 3 | 2 | - | - | - |
| CMZ | - | - | 4 | 2 | - | - | - |

Simbología: DES=Días a espiga, DJI= Días a jilote, ASIN= Asincronía en floración, APL= Altura de planta, AMZ= Altura de mazorca, IPOS= Índice de posición de mazorca, ATAL= Acame de tallo, ARAIZ= Acame de raíz, JORRA= Porcentaje de plantas jorras, MCOB= Porcentaje de mazorcas con mala cobertura, MZPOD= Porcentaje de mazorcas podridas, LMZ= Longitud de mazorca, DMZ= Diámetro de mazorca, NH= Número de hileras, GPH= Número de granos por hilera, LG= Longitud de grano, AG= Ancho de grano, GG= Grosor de grano, RENAJ= Rendimiento de grano, FUS= Calificación de daños por Fusarium, MANCH= Calificación de daños por mancha de asfalto, ROYA= Calificación de daños por roya, HEL= Calificación de daños de Helminthosporium, CPL= Calificación de planta, CMZ= Calificación de mazorca

En la Figura 16 se muestra el rendimiento de grano de los 34 materiales evaluados (12 criollos, 16 retrocruzas y 6 donadores). En la mayoría de los casos, las retrocruzas, es decir, la versión mejorada de la colecta original, mostraron mayores rendimientos de grano. Las ganancias genéticas son variables, pero siempre a favor de los materiales

cruzados con materiales donadores. Puede observarse que los donadores (materiales híbridos) en su mayoría presentan los más altos rendimientos.

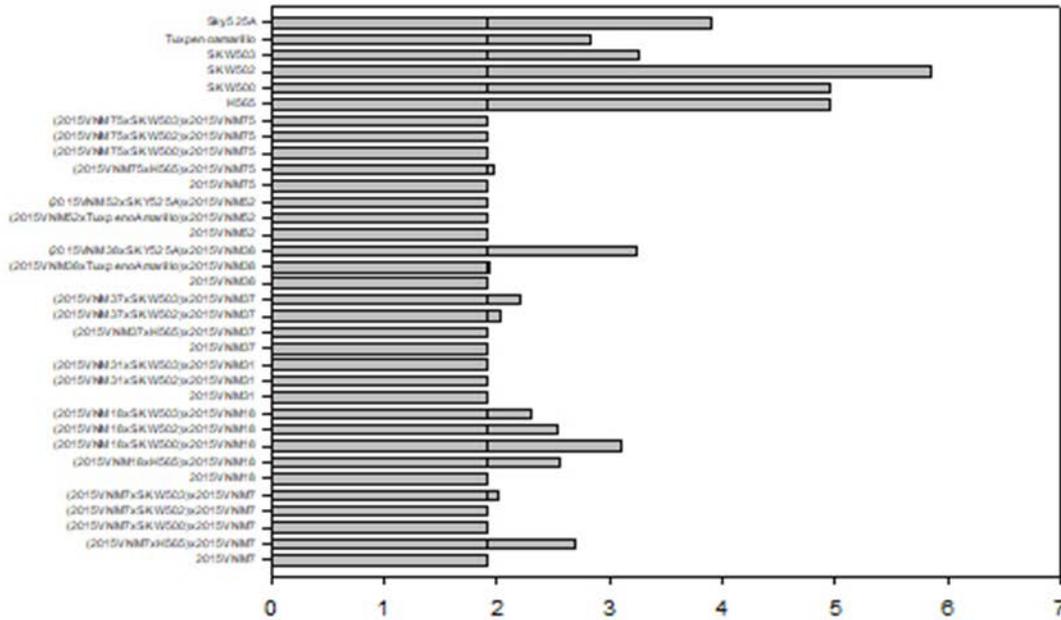


Figura 16. Rendimiento de grano (t/ha) de maíces nativos originales y sus versiones mejoradas en Valle Nacional, Oaxaca. 2017 A.

4. Cursos de capacitación en mejoramiento participativo

Con el objetivo de fortalecer y difundir el trabajo realizado en las regiones de estudio, se realizó la capacitación de productores en técnicas de selección y conservación de sus semillas nativas.

4.1 Video de mejoramiento participativo

Durante los cursos teóricos - prácticos que se realizaron en las dos localidades (Valle Nacional y Santiago Asunción) se les presentó el video de mejoramiento participativo realizado por el INIFAP, con la finalidad de Introducir al agricultor acerca de los trabajos que se han realizado en otras áreas, la enseñanza, experiencias y conocimiento

proyectadas por medio de este material audiovisual permite sensibilizar a las personas para la conservación *in situ*.

4.2 Selección participativa de maíces nativos

Para reforzar las practicas del mejoramiento participativo (MP), se busca integrar una serie de procesos que permita la creación de capacidades, de tal manera que los agricultores puedan llevar acabo el fitomejoramiento en sus parcelas. De ahí surge la gran importancia de darle libre acceso a los agricultores, para que seleccionen y colecten la diversidad para la obtención de variedades con mejores características morfológicas; de esta manera, se permite que los cultivos se adapten al ambiente biofísico y socio-económico. Con el desarrollo de esta práctica se busca el involucramiento de los agricultores para que implementen dicha actividad para el siguiente ciclo de siembra (Figura 17).

Las recomendaciones para la selección de semillas nativas con buena calidad son la siguientes:

- Realizar la selección de plantas y mazorcas, en la parte central del terreno, para evitar cruzamiento con variedades de los terrenos vecinos.
- Seleccionar al menos 400 mazorcas con buena cobertura, excelente sanidad, mazorca grande y sin granos podridos.
- Elegir plantas sanas, sin presencia de plagas o enfermedades y que posean las características deseables por el mejorador (agricultor).
- Realizar el desgrane de las puntas de las mazorcas, solo dejar los granos de la parte media.
- Poner a secar la semilla hasta una humedad de 10 a 12 %.
- Guardar la semilla en contenedores herméticos para evitar la entrada de humedad, roedores, gorgojos y palomillas. Solo si se observa presencia de algunos insectos vivos, aplicar algún repelente o plantas con propiedades insecticidas.



Figura 17. Práctica de selección de maíces nativos en campos de agricultores.

Al finalizar esta etapa formativa, la participación de hombres y mujeres permitirá incidir en el mejoramiento de sus maíces criollos, eliminando aquellas características negativas o incorporando aquellas características agronómicas y morfológicas que son de interés y aporten calidad a los maíces.

4.3 Técnica de polinización manual

Se espera que al término de esta etapa instructiva, los participantes conozcan la importancia de la técnica de polinización manual, y reconozcan su utilidad en el mejoramiento participativo de los maíces nativos. Principalmente se capacitó a los agricultores miembros de los Bancos Comunitarios de Semillas (BCS) para realizar las enseñanzas detalladas sobre el uso de materiales y proceso de polinización (Figura 18).



Figura 18. Demostración de polinización manual en maíz.

4.4 Manejo postcosecha de la milpa

Otro tema de interés que expresa resultados a favor de la conservación de las especies nativas y que es importante que los agricultores incluyan como práctica común dentro del proceso de mejoramiento, es el manejo del grano después de la cosecha. Dentro de los cursos impartidos, se expuso la importancia del cuidado de las semillas y del grano ya sea para autoconsumo o venta.

A los integrantes de los Banco Comunitario de Semillas (BCS) se les donó estos tambos para que resguardaran las especies que cultivan en sus parcelas (Figura 19). Con estos tambos, también pueden guardar semilla de reserva para enfrentar cualquier emergencia que pudiera surgir en la localidad. De esta manera no pierden su semilla y pueden donar o vender a sus vecinos o interesados en semillas nativas de calidad.



Figura 19. Botes herméticos para el almacenamiento de semillas.

4.5 Control de plagas

Se explicó la innovación del control de plagas de forma biológica y de prácticas culturales para el control del gusano cogollero, utilizando feromonas (Figura 20). Estas son hormonas sexuales que atrae a los machos adultos y de esta manera se evita que exista cruzamiento con las hembras. Así es como se reduce la población y se reducen los daños a las plantas. También se explicó del uso de *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces sp.* y de *Trichograma*, un parasitoide para control de larvas de lepidópteros.



Figura 20. Exposición de feromonas y trampas

4.6 Evento demostrativo de maíces nativos en Santiago Asunción

Las prácticas de selección desarrolladas durante las cosechas en los experimentos de las distintas localidades, permitieron generar información cuantitativa; de esta manera, se contrastó los datos de la caracterización de los materiales, con los votos que presentaron los materiales que eligieron los agricultores.

En el Cuadro 17 se presentan los resultados de rendimiento de grano de maíz en la comunidad de Santiago Asunción, y se puede observar los criterios de selección del fitomejorador y los porcentajes de votos recibidos para cada colecta de los productores participantes en la selección participativa. Para someter a mejoramiento los materiales nativos se tomaron en cuenta estos tres estándares de evaluación (selección del fitomejorador, selección de productores y rendimiento de las parcelas) para analizar y comparar los resultados.

Se encontró una buena relación entre las evaluaciones realizadas por el fitomejorador y los productores, así como los resultados arrojados por la evaluación agronómica. Generalmente las colectas con alto rendimiento, recibieron altas votaciones. En el siguiente cuadro, se presentan los 15 materiales sobresalientes en rendimiento, y que además fueron seleccionados por los productores (votación productores), la selección del mejorador se refleja mediante estándares personalizados (plantas con buenas características, tamaño, color de grano, textura de grano, sanidad entre otros aspectos) la selección la realiza mediante las siguientes calificaciones: buenas plantas y mazorcas (/); Muy buenas plantas y mazorcas (//); excelentes plantas y mazorca (///). Con estas actividades se puede decir que la práctica del mejoramiento participativo ha sido una herramienta que ha permitido seleccionar los mejores maíces nativos para Santiago Asunción y las localidades participantes.

Cuadro 17. Selección participativa de los mejores materiales en Santiago Asunción, Oaxaca.

| Colecta | Variedad | Votación Productores | Selección Fito mejorador | Rendimiento Kg/h |
|---------|----------|----------------------|--------------------------|------------------|
| 1 | MM7 | 65 | /// | 8447.1 |
| 2 | MM103 | 7 | | 8198.1 |
| 3 | MM92 | 14 | | 8111.7 |
| 4 | MM16 | 7 | /// | 7897.7 |
| 5 | MM113 | 2 | | 7842.0 |
| 6 | MM95 | 3 | | 7833.2 |
| 7 | MM116 | 2 | // | 7532.3 |
| 8 | MM13 | 25 | /// | 7493.7 |
| 9 | MM50 | 51 | /// | 7485.4 |
| 10 | MM112 | 40 | /// | 7378.9 |
| 11 | MM97 | 8 | /// | 7282.3 |
| 12 | MM42 | 14 | | 7172.5 |
| 13 | MM87 | 20 | | 7058.0 |
| 14 | MM114 | 29 | / | 6972.0 |
| 15 | MM57 | 41 | | 6949.7 |

En el evento demostrativo desarrollado en la localidad de Valle Nacional, se realizó la selección participativa con 75 maíces nativos; sin embargo, los productores realizaron la selección de los mejores materiales según sus necesidades, en seguida se muestra los resultados que se generaron en la práctica de mejoramiento participativo (MP).

En el Cuadro 18, se puede observar que solo 23 accesiones presentaron las características deseables; algunas fueron elegidas por los agricultores y otras por el mejorador; aunque es importante enfatizar que también se tomó en cuenta los resultados de rendimiento de las colectas. Dentro de los materiales criollos se observa que la colecta 2015VNM75 fue una de los más votadas por los agricultores y su rendimiento en promedio es bueno; un material mejorado (SP500) se encuentra dentro de los mejores en rendimiento y, además fue seleccionado por los agricultores y el investigador. La influencia de los diferentes actores ayudó en la selección de los maíces que pudieran conservarse para seguir con el mejoramiento genético.

Cuadro 18. Selección participativa de maíces nativos en la localidad de Valle Nacional. PV-2015

| No de colecta | Variedad | Rendimiento (kg/ha) | Votación Productores | Selección fitomejorador |
|---------------|--------------|---------------------|----------------------|-------------------------|
| 1 | 2015-VN-M-75 | 6229.54 | 11 | |
| 2 | SP-500 | 5424.73 | 11 | // |
| 3 | 2015-VN-M-37 | 4500.77 | 7 | |
| 4 | 2015-VN-M-18 | 4374.58 | 6 | / |
| 5 | 2015-VN-M-31 | 4324.27 | 7 | // sel |
| 6 | 2015-VN-M-73 | 3791.79 | 3 | /// |
| 7 | 2015-VN-M-23 | 3726.11 | 2 | |
| 8 | 2015-VN-M-19 | 3588.93 | 5 | / |
| 9 | 2015-VN-M-67 | 3465.56 | 4 | |
| 10 | 2015-VN-M-52 | 3426.07 | 7 | /// sel |
| 11 | 2015-VN-M-50 | 3415.17 | 2 | /// |
| 12 | 2015-VN-M-29 | 3131.82 | 2 | |
| 13 | 2015-VN-M-65 | 2993.25 | 5 | |
| 14 | 2015-VN-M-38 | 2839.66 | 9 | /// |
| 15 | 2015-VN-M-33 | 2781.29 | 2 | / |
| 16 | 2015-VN-M-7 | 2769.46 | 7 | // |
| 17 | 2015-VN-M-74 | 2629.13 | 0 | |
| 18 | 2015-VN-M-14 | 2573.43 | 2 | // |
| 19 | 2015-VN-M-47 | 2443.86 | 3 | // |
| 20 | 2015-VN-M-60 | 2437.89 | 1 | |
| 21 | 2015-VN-M-64 | 2425.82 | 1 | // |
| 22 | 2015-VN-M-28 | 2375.03 | 1 | |
| 23 | 2015-VN-M-69 | 2361.57 | 1 | // |

Simbología: buenas plantas y mazorcas (/); Muy buenas plantas y mazorcas (//); excelentes plantas y mazorcas (///)

2. Propiciar y facilitar el flujo de accesiones para su utilización por las comunidades en general.

Producto comprometido: Creación de dos bancos comunitarios de semillas y realización de dos ferias de la agrobiodiversidad.

Porcentaje de avance de la actividad: 100 %

2.1 Bancos comunitarios de semillas.

Es el lugar donde se conservan las semillas que manejan los grupos de productores interesados en mantener, mejorar, utilizar e intercambiar materiales dentro de la comunidad, entre comunidades o regiones (Rivas, *et.al.* 2013). Son estructuras rústicas que se conservan en botes herméticos de diferentes capacidades la diversidad genética de importancia económica o cultural de la localidad. Los bancos comunitarios de semillas (BCS), al conservar semillas de reserva permiten enfrentar los desafíos del cambio climático mediante la disponibilidad de semillas de calidad y en cantidad suficiente para volver a sembrar en caso de catástrofes (FAO, 2014).

Con la finalidad de conservar *in situ* la diversidad de la milpa en dos comunidades de Oaxaca, se decidió establecer dos BCS.

Metodología.

Para formar los dos bancos comunitarios de semillas, primeramente se eligieron las comunidades de trabajo (Santiago Asunción y Valle Nacional). Para su elección se tomaron en cuenta los siguientes criterios: Clima, altitud, grupo indígena, migración, diversidad de la milpa, e interés de participar de los miembros de la comunidad (Cuadro 1).

Posteriormente se iniciaron las pláticas con las autoridades municipales, ejidales y organizaciones de productores, donde se explicó el proyecto, su finalidad y alcances. Se realizaron al menos tres reuniones antes de acordar la construcción del banco comunitario.

Una vez que se tuvo la anuencia de las autoridades para trabajar en la comunidad, se procedió a invitar a los productores conservadores de la diversidad de la milpa. La participación fue libre de cada productor, sin tomar en cuenta, color, sexo, afiliación política, religión o grupo indígena. Los requisitos solicitados a los interesados en ser miembros del BCS fue: Ser productor conservador de la milpa, tener deseos de asistir a los cursos de capacitación, asistir a las ferias de semillas, estar dispuesto a donar semilla para el banco y compartir experiencias con los demás productores.

Con los productores interesados se realizó una lista preliminar de participantes y se les pidió que donaran semillas para el banco. Para el caso del maíz se solicitaron cuatro kilogramos y cinco mazorcas, para frijol un kilo y 250 gramos de calabaza. Cada productor debería donar toda la diversidad de maíces, frijoles y calabazas que cultiva en sus terrenos. Un requisito importante para la recepción de las muestras fue que las semillas estuvieran limpias, secas y sin plagas o enfermedades.

Como medida de precaución para evitar daños de plagas como gorgojo y palomilla, todas las colectas se sometieron a un tratamiento con fosfuro de aluminio. Todas las muestras de semillas se introdujeron en tambos herméticos y se aplicó media pastilla de fosfuro de aluminio por tambo de 200 litros de capacidad. Después de un mes del tratamiento, todas las semillas fueron sacadas del tambo y se procedió a realizar su acondicionamiento para introducirlas a los botes herméticos.

Cada frasco con las colectas de los diferentes cultivos, fue identificado mediante una ficha que contenía la siguiente información: Cultivo, especie, raza, productor donante y

comunidad. Además de la ficha de los botes, se elaboró el formato de colectas, donde se tiene amplia información del material donado por los productores (Anexo 1).

De cada colecta donada por los productores, se tiene una fotografía que identifica a los materiales de cada una de las comunidades. En el Anexo 4 se presentan las fotografías de maíz, frijol y calabaza de Santiago Asunción, Silacayoápam; y en el Anexo 5, se muestran las fotografías de las colectas de Valle Nacional.

El lugar de resguardo de las colectas donados por los miembros de los BCS, se ubicaron en espacios destinados por los propios productores. Solo se pidió que fuera un lugar seguro, que no le entrara humedad, ventilado, y con espacio suficiente para la colocación de los botes de semillas de diferente capacidad.

2.2 Ferias estatales de la agrobiodiversidad.

Las ferias son consideradas como fiestas de semillas o de la agrobiodiversidad, y son exhibidas en espacios públicos en donde se realiza el intercambio de conocimientos y experiencias. En ellas se tiene acceso a una amplia gama de semillas, frutos y productos elaborados con los granos de los diferentes cultivos. También son un espacio para mostrar artesanías elaboradas con las partes de plantas de diferentes especies.

Otro concepto hace referencia a la actividad desarrollada en espacios locales (comunitarios y municipal) para el intercambio de semillas nativas, con la finalidad de difundir y estimular la diversificación de especies y variedades nativas existentes en las diferentes comunidades; además, tiene por objeto promover que las familias productoras conserven y dispongan en sus propias parcelas la producción de semillas (Programa de Desarrollo Integral Interdisciplinario PRODI).

Importancia las ferias de semillas

- Dar a conocer la amplia diversidad que se encuentra presente en las comunidades.

- Facilitar el intercambio de semillas y el conocimiento entre los agricultores de las diferentes regiones.
- Sensibilizar al público en general, así como aquellas personas que son tomadores de decisiones sobre la importancia de conservar la riqueza genética, cultural y gastronómica.

Objetivos de las ferias de la agrobiodiversidad

- Dar a conocer la riqueza de la agrobiodiversidad de las distintas regiones, comunidades y lo que cada productor posee.
- Compartir conocimientos y habilidades entre agricultores.
- Revalorar las especies nativas por parte de los (as) campesinos (as)
- Ampliar y dar acceso a una amplia gama de variedades
- Diversificar las variedades en los agricultores

Como se estructura una feria de semillas

a) Organizadores

Para realizar este evento tan importante, uno de los principales aspectos a considerar es la organización, para ello se involucran actores gubernamentales y no gubernamentales entre ellos se destacan instituciones federales, estatales, universidades, municipios, organizaciones comunitarias, organizaciones no gubernamentales y los financiadores.

b) Como se planea una feria

Para realizar la feria de la agrobiodiversidad, se planea mediante reuniones entre investigadores, responsables de las instituciones, coordinadores de programas que abarquen en su totalidad todas las regiones. Y basándose en la experiencia de expertos que han participado en ferias locales se parte de ello para considerar las necesidades y el interés que los campesinos tienen de aprender y compartir sus conocimientos y experiencias.

c) Difusión

El éxito de una feria depende del grado de difusión que se realiza; basados en la experiencia de ferias anteriores, se han utilizado medios masivos de comunicación mediante capsulas de información, la internet, radio, carteles, invitación directa para autoridades, e inclusive se ha hecho uso de las redes sociales para su difusión. La extensa invitación permite la participación de numerosos asistentes ya sea como productores expositores o como consumidores.

d) Recepción de productores

La participación de los productores-expositores son la base fundamental para que se lleve a cabo esta fiesta; gracias al financiamiento de diversas instituciones la movilidad de los participantes se aprecia al momento de realizar la recepción y ver la participación de agricultores, ya sean miembros de bancos comunitarios o de organizaciones.

e) Estructura del programa

La ceremonia de agrobiodiversidad, se basa en un programa que permite llevar un orden de las actividades planeadas. Para iniciar, lo primero que se realiza es el registro de los asistentes tanto de productores-expositores y las visitas, enseguida se ubica los lugares para cada agricultor y su desayuno, también se realiza un registro de la diversidad de los productos de cada participante.

La tradicional calenda es parte de la fiesta, seguido por el acto inaugural, donde se les da la bienvenida a todos los participantes, posteriormente se explican los objetivos y los alcances que se esperan de las ferias. Un evento muy importante que se realiza es un ritual ancestral que simboliza el agradecimiento y la grandeza de las especies que son consideradas como la base de la vida. Enseguida se hacen recorridos a la exposición de productos que son traídos de la milpa la gastronomía y artesanías que los mismos productores presentan. Finalmente se realiza la premiación de las mejores muestras.

Las principales instituciones organizadoras de las ferias en Oaxaca son: CONABIO, INIFAP y CONANP. En seguida se hace una reseña de las ferias realizadas en el año 2015 y 2016. Dentro de los productos comprometidos en el proyecto se anexa las listas de asistencia de las dos ferias realizadas en 2015 (Anexo 6) y 2016 (Anexo 7).

Resultados

5ª feria estatal de la agrobiodiversidad Oaxaca 2015

Con la finalidad de dar a conocer la enorme diversidad de semillas nativas y variedades de maíz, calabazas, frijoles, quelites, y más derivados de la milpa, así como los saberes, sabores y toda la cultura que se desarrolla alrededor de la Agrobiodiversidad, promover la valoración de nuestra riqueza genética presente en el estado y la convivencia entre agricultores de las ocho regiones de Oaxaca, el sábado 28 de noviembre del 2015, se llevó a cabo la 5ª. Feria Estatal de la Agrobiodiversidad en el Ejido Unión zapata en San pablo Villa de Mitla.

Se registraron alrededor de 462 expositores y visitaron la exposición alrededor de 500 personas de la sociedad civil. El evento dio inicio a las 9:00 a.m. con una calenda que recorrió desde el cruce de Unión Zapata hasta la cancha donde se realizó el evento; al término de esta, se llevó a cabo el acto de inauguración en el cual estuvieron presentes representantes de las instituciones organizadoras entre ellas CONABIO, INIFAP, CONANP, INAH, COCYT, SEMARNAT, del gobierno como SAGARPA, SEDAPA y autoridades municipales y ejidales de la Villa de Mitla, Tlacolula y del ejido Unión Zapata.

Durante el acto inaugural el M. en C. Flavio Aragón Cuevas, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), quien es uno de los principales promotores de dicha feria, refirió lo siguiente:

“Es lamentable que estemos comprando semillas de otros países cuando México es centro de origen del maíz, frijol, calabaza, amaranto, entre otros

productos. Lo que se necesita es apoyo para los agricultores que están conservando estas semillas de calidad en las unidades familiares. Los productores conservan una gran riqueza genética que necesitamos impulsar para que ellos salgan adelante con su producción, se necesita producir excedentes, producir para vender. Con las semillas que se tienen es suficiente para lograr la autosuficiencia, para tener que comer todo el año y para tener que vender en el mercado local, nacional o internacional. Existe mucho interés de chefs internacionales por consumir productos de Oaxaca, pero es necesario producir, hacer llegar la ciencia y la tecnología a los campos de los productores, finalizó.”

Posteriormente se realizó el corte de listón por los representantes de las instituciones y gobierno; se realizó un recorrido por las exposiciones que montaron los agricultores expositores con sus productos regionales y semillas nativas, así como algunos platillos tradicionales hechos a base de especies nativas de cada región (Figura 21).



Figura 21. Exposición de productos elaborados a base de cultivos de la milpa.

Participaron también agricultores de maíz nativo de estados de Aguascalientes, Campeche de la reserva de la biosfera Calakmul, del estado de Jalisco y raramuris del estado de Chihuahua (Figura 22) quienes compartieron sus saberes e intercambiaron semillas con agricultores oaxaqueños de las ocho regiones, así como productos elaborados derivados de la diversidad de la milpa.



Figura 22. Agricultoras raramurís presentes en la 5ª Feria de la Agrobiodiversidad en Oaxaca.

Los representantes de las instituciones y el gobierno visitaron cada expositor quien explicó detalladamente cada uno de los productos que mostraba.

Se registró la diversidad que presentaba cada agricultor más de 40 variedades de semillas de maíz, chile, calabaza y frijol fueron expuestas por cerca de 462 agricultores de Oaxaca y México (Figura 23); posteriormente una comisión evaluadora integrada por Colaboradores de la CONANP e INIFAP se encargó de observar y calificar cada una de las muestras que se expusieron. Para la premiación se consideró la diversidad presentada por comunidad o grupo de agricultores de una región específica.



Figura 23. Diversidad de maíz, frijol y calabaza en la 5ª. Feria de la agrobiodiversidad.

Para difundir masivamente la feria de la agrobiodiversidad, se elaboró un video con los aspectos más importantes del evento (Anexo 8).

6ª feria estatal de la agrobiodiversidad Oaxaca 2016

Con el objetivo de dar a conocer la diversidad de semillas nativas y variedades de maíz, calabazas, frijoles, quelites, y más derivados de la milpa, el 26 de noviembre del 2016, se llevó a cabo la 6ª. Feria Estatal de la Agrobiodiversidad en el municipio de Tlacolula de Matamoros.

Al evento asistieron un total de 824 personas de diferentes edades y grupos étnicos de todo el estado de Oaxaca, se registró la asistencia de 465 visitas en los que se incluye la presencia de otros estados como el Estado de México y Puebla. De los asistentes que fueron productores expositores se registró un total de 359; también a esta feria estuvieron presentes 42 técnicos de diferentes organizaciones, 38 académicos, 254 estudiantes y 23 comercializadores. El evento tuvo una duración de 10 horas en donde se realizaron diferentes actividades como: intercambio de productos entre productores, compra-venta de los diferentes productos ofrecidos, experiencias, talleres de excavación y cerámica, exposiciones y ponencias de expertos relacionados con temas del maíz, chile.

Dentro de las instituciones organizadoras se encuentran: la CONABIO, INIFAP, CONANP, INAH, COCYT, SEMARNAT, del gobierno federal la SAGARPA, SEDAPA, autoridades municipales y ejidales.

Se registró una inmensa variedad de semillas de distintos cultivos entre los que se destacan es: maíz blanco, azul, rojo, amarillo, chiles secos y verdes, semilla de calabaza y frutos, semillas de chilacayote y frutos, frijol, habas, teocintle, ajonjolí, ejote, quelites (hierba mora, quintonil) (Figura 24).



Figura 24. Diversidad de cultivos presentados en la 6ª feria de la agrobiodiversidad.

Se registró una inmensa variedad de frutas y verduras que se encuentran en las diferentes regiones del estado, como: coco, naranjas cacao, chayotes, plátano, tomate, cebolla, tepejilote, garbanzo, jamaica, moringa, miltomate, café, limón, lima, zapote, guanábana, yuca, pitayo, camote, pepino, melón, toronja, granada, anona, guanábana, piña (Figura 25).



Figura 25. Frutas de regiones del estado de Oaxaca.

También se registró una gran variedad de productos que son elaborados a base de maíz como las tortillas de diferentes colores, totopos en diferentes presentaciones con frijol, mantequilla, nopal, papita, tortillas de elote, tostadas, empanadas, atole, nicuatole, tamales, champurrado, memelas, tepache de maíz, pozole, nieves de flor de calabaza, whiskey de maíz, también se encontraron productos elaborados con amaranto (alegrías, harinas, galletas, churritos) (Figura 26).



Figura 26. Productos artesanales presentes en la feria de la agrobiodiversidad 2016.

Entre otros productos elaborados artesanalmente esta la panela, manzana deshidratada, dulce de calabaza, miel, salsas de diferentes chiles, ponche de ciruela, nanche y mango, curados, mezcal.

Dentro de toda la diversidad de productos, las artesanías y prendas artesanales de algodón se hicieron presentes en el festejo de la agrobiodiversidad como muestra cultural de los artesanos en estas se exhibieron: bules, artesanías, jícaras, blusas y huipiles (Figura 27).



Figura 27. Productos de algodón y artesanías.

Para finalizar el evento, se realizó la entrega de premios a los productores la cual estuvo en dos categorías: la primera fue para grupos de productores y la segunda de manera individual para aquellos productores que presentaron mejor calidad de su producto y mayor diversidad genética. Los premios fueron: molinos de nixtamal, bombas aspersoras, motobombas, silos metálicos, desgranadoras manuales; para los talleres infantiles se premiaron mochilas y libros de biodiversidad (Figura 28 y 29).



Figura 28. Entrega de motobomba y mochila aspersora a productores ganadores en la feria 2016.



Figura 29. Entrega de desgranadoras manuales a agricultores con mejores muestras en la feria 2016.

Para difundir masivamente los resultados de la 6ª feria de la agrobiodiversidad se elaboró un video el cual fue subido a YouTube (Anexo 9).

3. Otorgar incentivos para la conservación de cultivos nativos del estado de Oaxaca.

Producto comprometido: Un curso por banco comunitario de semillas.

Porcentaje de avance de la actividad: 100 %

La conservación de los recursos genéticos vegetales se ha vuelto un tema de gran importancia, puesto que es la base fundamental de la sociedad ya que se involucran temas tan importantes como es la alimentación, cultura, gastronomía y economía. De manera particular, el maíz es el cereal con el mayor volumen de consumo, a partir de ello nace el interés de conservar y mejorar este recurso.

Sin duda alguna, en la actualidad se están llevando a cabo un sinnúmero de métodos que están a favor del resguardo y conservación de diferentes tipos de cultivos que son utilizados para semilla o grano. En Oaxaca, el trabajo con pequeños agricultores ha permitido conservar sus semillas mediante técnicas muy rústicas y accesibles de tal manera que puedan ofrecer a sus familias la seguridad alimentaria. Ante esta situación, a continuación se detallan las actividades de capacitación que se desarrollaron en el tema de conservación de las semillas en dos localidades de dicho estado.

Metodología

Con el objetivo de dar seguimiento a las propuestas dentro del proyecto “Conservación *in situ* y mejoramiento de los maíces nativos y sus parientes silvestres en Oaxaca”, se realizaron actividades enfocadas al manejo de semillas que son básicas para los agricultores.

Constantemente los agricultores enfrentan diversos problemas a la hora de conservar sus semillas ya que se ven amenazados por plagas (gorgojos, palomilla), hongos y

roedores. Por tal motivo se les impartió un curso de capacitación en dos localidades (Valle Nacional y Santiago Asunción) con una duración de 8 horas a todos los miembros de los bancos comunitarios de semillas (BCS) para el manejo adecuado de semillas de diferentes cultivos (maíz, frijol, calabaza, quelites). Además se les donó un tambo hermético a cada agricultor miembro del BCS para guardar semillas.

Resultados

- **Curso de capacitación**

En la localidad de Santiago Asunción y Valle Nacional se impartieron cursos sobre temas de: “Técnicas de conservación y mejoramiento de maíces nativos, bancos comunitarios de semillas, métodos de fertilización química y orgánica”. En los cuadros 19 y 20, se detalla el número de productores participantes por cada curso. En el anexo 10 se muestra la lista de asistentes al curso de Técnicas de selección y mejoramiento de maíces en Santiago Asunción; en el Anexo 11 se listan los asistentes al curso de bancos comunitarios de semillas impartido en Santiago Asunción; en el anexo 12, se muestra la lista de asistentes en el curso de técnicas de conservación y mejoramiento de maíces nativos, impartido a productores de Valle Nacional; y en el Anexo 13, se incluye la lista de productores que recibieron el curso de bancos comunitarios de semillas y en el anexo 14, están los productores que recibieron la instrucción del curso de métodos de fertilización química y orgánica en los maíces nativos.

En la comunidad de Santiago Asunción participaron 208 productores, 126 mujeres y 82 hombres en los cursos de capacitación; en tanto en San Juan Bautista Vale Nacional, se tuvo un total de 121 productores participantes, de los cuales 24 fueron mujeres y 97 hombres.

Cuadro 19. Cursos impartidos en Santiago Asunción, Silacayoápam, Oaxaca.

| Localidad | Nombre del curso | Mujeres | Hombres | Total |
|---|---|---------|---------|-------|
| Santiago Asunción, San Miguel Cuevas, San Juan Huaxtepec y Santa María Natividad. | Técnicas de conservación y mejoramiento de maíces nativos | 43 | 35 | 78 |
| | Bancos comunitarios de semillas para conservar <i>in situ</i> la milpa ante el cambio climático | 83 | 47 | 130 |

Cuadro 20. Cursos impartidos en San Juan Bautista Valle Nacional, Oaxaca.

| Localidad | Nombre del curso | Mujeres | Hombres | Total |
|--|---|---------|---------|-------|
| San Rafael Agua Pescadito, Plan de las Flores, San Mateo Yetla, San Lucas Arroyo Palomo, Santa Fe y la Mar, Monte Negro, Valle Nacional. | Técnicas de conservación y mejoramiento de maíces nativos | 8 | 33 | 41 |
| | Bancos comunitarios de semillas para conservar <i>in situ</i> la milpa ante el cambio climático | 9 | 36 | 45 |
| | Métodos de fertilización química y orgánica de los maíces nativos | 7 | 28 | 35 |

El acompañamiento técnico para la producción de granos en las diferentes localidades es un aspecto fundamental que los agricultores consideran como uno de los mejores beneficios. El método empleado en los cursos fue teórico-práctico, en Santiago Asunción y Valle Nacional se realizó esta actividad con los productores que están interesados en mejorar la producción de sus cultivos (Figura 30 y Figura 31).



Figura 30. MC. Flavio impartiendo curso teórico-práctico en Santiago Asunción, Silacayoápam, Oaxaca



Figura 31. Cursos de capacitación impartidos por el MC. Flavio Aragón en Valle Nacional, Oaxaca.

- **Donación de tambos herméticos**

Se realizó la entrega de tambos herméticos con capacidad de 200 kg a los agricultores y agricultoras que son miembros del banco de semillas de Santiago Asunción y Valle Nacional (Figura 32). En Silacayoápam se beneficiaron 95 agricultores y agricultoras con este insumo, de los cuales pertenecen a cuatro localidades mencionadas en el Cuadro 19; en San Juan Bautista Valle Nacional fueron 50 personas quienes recibieron este insumo y, también pertenecen a diferentes localidades (Cuadro 20) con este recurso podrán guardar y conservar semillas de maíz, frijol, calabaza o cualquier otro cultivo de la milpa. En el anexo 15 se lista los productores beneficiarios con los tambos herméticos en Santiago Asunción y en el Anexo 16, se anotan los productores que recibieron tambos en Valle Nacional.



Figura 32. Entrega de tambos herméticos a miembros de los bancos de Santiago Asunción (izquierda) y Valle Nacional (derecha).

Los tambos donados a los agricultores serán utilizados para almacenar la diversidad de maíces, frijoles y calabazas que mantienen los miembros de los BCS. Servirán para guardar la semilla de siembra y de reserva. Esta última no se come hasta que sale la siguiente cosecha. Así podemos tener semilla para volver a sembrar en el siguiente ciclo de siembra en caso de la presencia de algún desastre natural.

Con los tambos herméticos entregados a los miembros de los bancos comunitarios de semillas se pueden resguardar semillas de reserva de las diferentes variedades de maíz, frijol y calabaza que siembran en sus parcelas para enfrentar desastres como plagas, enfermedades, sequías y huracanes. También con este método de conservación se evitan pérdidas de las semillas por ataques de plagas o roedores.

El reto que se tiene con esta actividad es que los agricultores sigan cultivando y conservando sus semillas nativas.

4. Realizar la documentación necesaria que permita su utilización por la sociedad en general.

Producto comprometido: bases de datos de maíz frijol y calabaza.

Porcentaje de avance de la actividad: 100 %

Conservar los recursos filogenéticos es sumamente importante ya que a partir de esta práctica se conserva una gran diversidad y variabilidad de las especies en su hábitat natural. Esta actividad se constituye como multidisciplinaria que además, permite tener un manejo adecuado de los recursos genéticos para preservarlos y hacer uso de ellos. Para fortalecer la conservación *in situ*, a cada productor participante en el proyecto de las dos localidades y como miembro del banco comunitario de semillas nativas, tiene el compromiso de conservar sus semillas en una cantidad igual a la sembrada para evitar la pérdida de sus recursos genéticos y con ello las características morfológicas apreciables; ya sea por algún evento climatológico o biológico.

Resultados

A continuación, se presenta la información detallada de las colectas obtenidas que se tiene conservadas tanto en los bancos comunitarios como en el Banco de Germoplasma de Especies Nativas de Oaxaca, ubicado en las instalaciones del INIFAP, en Santo Domingo barrio Bajo, Etlá.

a) Santiago Asunción

- Colectas de maíz

En el Cuadro 21, se muestran de manera general el número de colectas de tres cultivos de Silacayoápam obtenidas durante el ciclo primavera-verano del 2015.

Cuadro 21. Colectas de especies nativas realizadas en el municipio de Silacayoápam, Oaxaca. 2015

| Región | Distrito | Localidades | Cultivo | | |
|---------|--------------|---|---------|--------|----------|
| | | | Maíz | Frijol | Calabaza |
| Mixteca | Silacayoápam | Santiago Asunción, San Juan Huaxtepec, San Miguel Cuevas, Santa María Natividad | 162 | 45 | 24 |

De manera particular, se describe el número de colectas de maíz por localidad. En Santiago Asunción participaron 94 productores de estos, 60 son mujeres y 34 hombres. En total se reunieron 162 colectas de maíz; de las cuales, 69 son de Santiago Asunción, 62 de San Juan Huaxtepec, 30 de Santa María Natividad y 5 de San Miguel Cuevas (Cuadro 22).

Cuadro 22. Número de accesiones de maíz por localidad en Silacayoápam.

| Distrito | Localidades | Maíz |
|--------------|-----------------------|------|
| Silacayoápam | Santiago Asunción | 69 |
| | San Juan Huaxtepec | 62 |
| | Santa María Natividad | 30 |
| | San Miguel Cuevas | 5 |

- Razas de maíz

En lo que respecta a las razas de maíz en la Figura 33, se observan las variedades que fueron identificadas en Santiago Asunción. De 162 colectas reunidas, la raza que más predomina es la de tabloncillo perla con un total de 74 muestras; las razas con valores intermedios son: tabloncillo con 23 muestras, pepitilla por tabloncillo con 15 muestras, pepitilla 14 y tabloncillo por bolita con 14 y, las que tuvieron poca presencia con tan solo una colecta se encuentran bolita, bolita x pepitilla, cónico, mixteco x bolita y pepitilla x cónico.

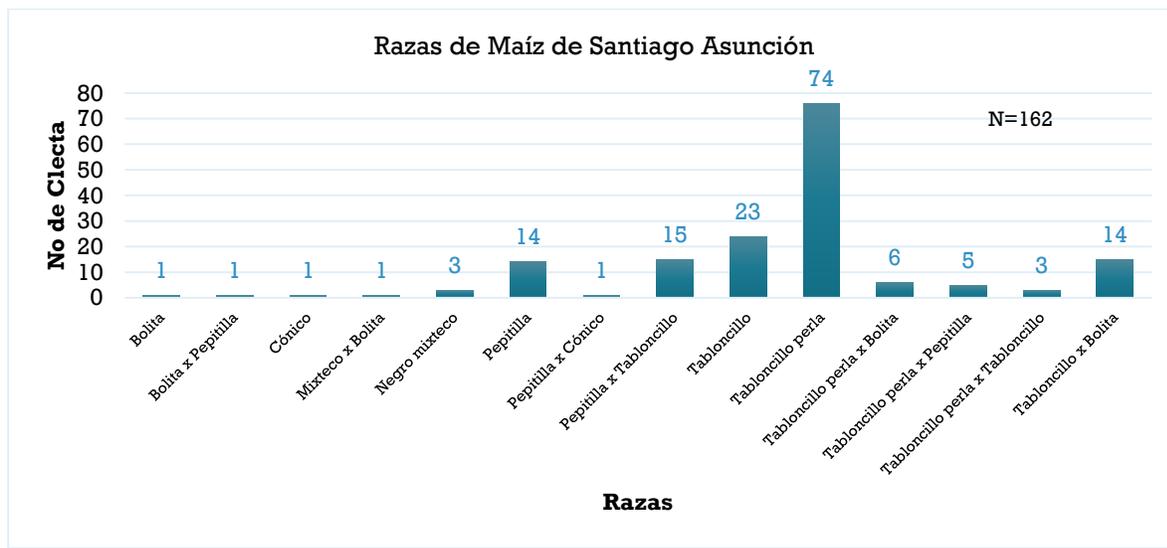


Figura 33. Razas de maíz identificadas en Santiago Asunción 2015.

De esta manera, se puede considerar este indicador para valorar aquellas razas que están en riesgo de perderse y así aumentar su volumen para disponer de una amplia variedad de semillas para enfrentar cualquier desastre natural o para el intercambio y la venta.

- Color de las colectas

Los resultados que a continuación se presentan comprenden las colectas que se realizaron en localidades aledañas al lugar; estas colectas se encuentran resguardadas en el banco comunitario de semillas de Santiago Asunción, lugar en donde estableció dicho banco. De las colectas de maíces criollos en las cuatro comunidades (Santiago Asunción, San Juan Huaxtepec, Santa María Natividad y San Miguel Cuevas) se puede apreciar en la figura 34 y Figura 35, que los agricultores en su mayoría conservan semilla de color blanco, con un total de 75 muestras, seguido por el rojo con 31, amarillo con 27, azul 20 y pinto 9.

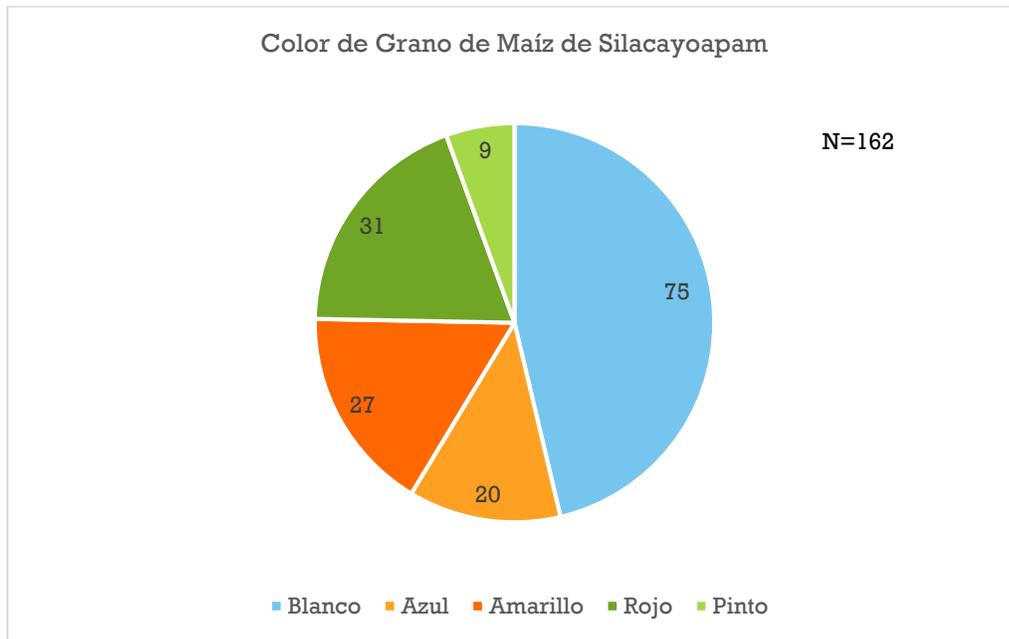


Figura 34. Color de las semillas de maíz colectadas en Silacayoápam, Oaxaca. 2015



Figura 35. Muestras de semillas de diferentes colores encontrados en Silacayoápam, Oaxaca.

- Colectas de frijol

En las colectas de frijol, participaron 34 productores, 24 de ellos son mujeres y el resto hombres. De estos materiales obtenidos 21 son de Santiago Asunción, 15 de San Juan Huaxtepec y 8 de Santa María Natividad, el número total de esta especie es de 45 muestras. En el Cuadro 23 se pueden apreciar los colores de los granos que se obtuvieron durante los recorridos de campo. La totalidad de las muestras de frijol pertenecen a la especie *P. vulgaris*.

Cuadro 23. Color de las muestras de frijol por localidad, 2015.

| Localidad | Cultivo | Rojo | Negro | Blanco | Pinto | Café Claro | Variegado | Total de colectas |
|-----------------------|---------|------|-------|--------|-------|------------|-----------|-------------------|
| Santiago Asunción | frijol | 12 | 0 | 3 | 1 | 2 | 3 | 21 |
| San Juan Hauxtepec | | 8 | 1 | 0 | 3 | 3 | 0 | 15 |
| Santa María Natividad | | 5 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 8 |

El color predominante en las comunidades de estudio es el rojo, este es preferido por agricultores por su sabor, textura y rápida cocción; también, los pintos (mezcla de dos o más colores) forman parte de su dieta. Otro tipo de frijol que acostumbran es el color café claro, también se encuentran los blancos y variegados. Esta última variedad se distingue por tener en su testa un color dominante con rayas oscuras. Se puede apreciar que el color negro son los menos usados y cultivados. En Figura 36 se muestran las colectas de diferentes colores.



Figura 36. Muestra de colores de la especie *Phaseolus vulgaris* en el municipio de Silacayoápam.

- Colectas de calabaza

Semillas de calabaza se obtuvieron 24 muestras de 16 productores, de ellos 13 son mujeres y 3 hombres. De las localidades participantes se obtuvieron las siguientes cantidades: 14 de San Juan Huaxtepec, 7 de Santiago Asunción y 3 de Santa María Natividad (Cuadro 24).

Cuadro 24. Colectas reportadas de calabaza y chilacayote de Silacayoápam, 2015.

| Localidad | Colectas de Calabaza | Colectas de Chilacayota | Total |
|-----------------------|----------------------|-------------------------|-------|
| Santiago Asunción | 6 | 1 | 7 |
| San Juan Huaxtepec | 13 | 1 | 14 |
| Santa María Natividad | 3 | 0 | 3 |

De las especies de calabazas que más predominan en esta región es la *Cucurbita pepo*, con ocho muestras, lo que equivalente al 35%. *Cucurbita moschata* se colectaron siete muestras equivalentes al 31%; aunque también, se encuentran otras dos especies: la *Cucurbita argyrosperma* en menor cantidad con cuatro muestras de semillas (4%) y *Cucurbita ficifolia* con solo una muestra (4%). En la Figura 37 y Figura 38 se puede ver a detalle las especies y el color de las colectas de calabaza. El resto de las muestras son mezclas de dos o tres especies que algunos productores acostumbran sembrar en el mismo terreno.

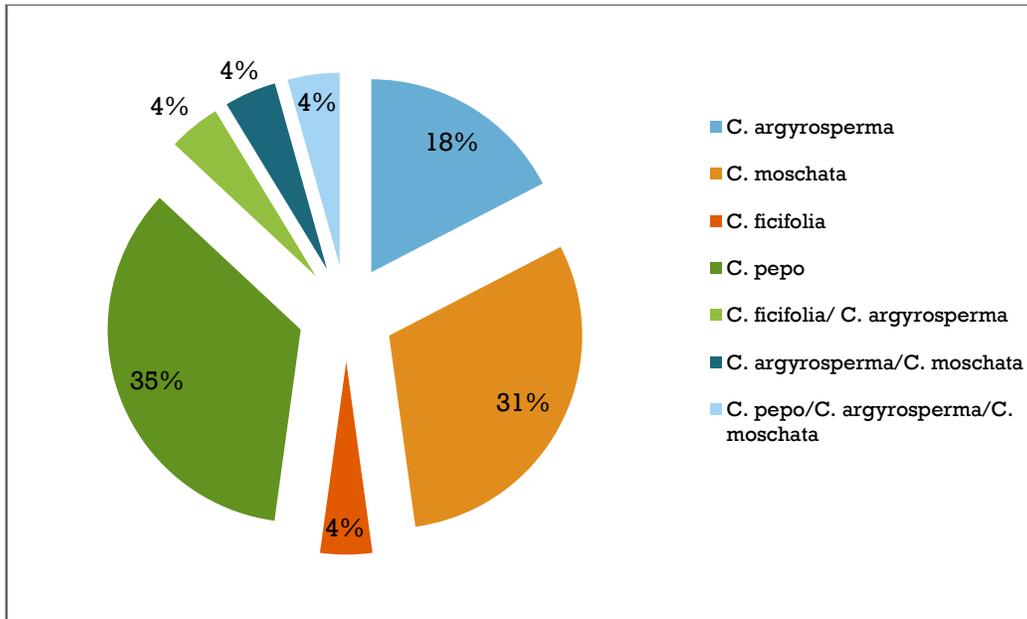


Figura 37. Especies de calabazas identificadas en Silacayoápam, Oaxaca, 2015.



Figura 38. Colección de cuatro especies de *cucurbita* en localidades de la mixteca, Oaxaca.

En el anexo 17 se muestran las bases de datos de las colectas de maíz, frijol y calabaza de las comunidades de Santiago Asunción, San Juan Huaxtepec, Santa María Natividad y San Miguel Cuevas.

b) San Juan Bautista Valle Nacional

- Colectas de maíz

En el Cuadro 25, se muestra de manera general el número de las colectas realizadas durante el ciclo primavera-verano 2015 de tres cultivos: maíz, frijol y calabaza; estas son consideradas colectas originales, lo que significa que estas semillas son el punto de partida para los ensayos de caracterización y para el mejoramiento genético.

Cuadro 25. Colectas realizadas en San Juan Bautista Valle Nacional en el ciclo 2015.

| Región | Municipio | Localidades | Cultivo | | |
|------------|----------------------------------|--|---------|--------|----------|
| | | | Maíz | Frijol | Calabaza |
| Papaloapam | San Juan Bautista Valle Nacional | San Mateo Yetla, Santa Fe y la Mar, San Rafael Agua Pescadito, San Juan Palantla, San Lucas Arroyo Palomo, Cerro Armadillo Grande, Cerro Mirador, Monte Negro. | 75 | 11 | 3 |

Las accesiones recolectadas se obtuvieron de las siguientes comunidades: En San Mateo Yetla se colectaron 15 muestras de maíz, donde se contó con la participación de ocho agricultores dedicados a la conservación de maíces criollos. En Santa Fe y la Mar, se obtuvieron siete muestras, de los cuales participaron 4 hombres y una mujer; para San Rafael Agua Pescadito se colectaron 16 muestras de diversos colores y razas, en la que se involucraron 11 productores, nueve de ellos son del género masculino y dos femenino. La agencia de San Juan Palantla participó con tres muestras donadas por tres agricultores; San Lucas Arrollo Palomo colaboró con 13 colectas donde ocho productores fueron participes; en Cerro Armadillo se reunieron siete variedades de maíz y se contó con la participación de tres hombres y dos mujeres; Cerro Mirador, se recolectaron cuatro muestras y fueron proporcionadas por dos productores, la localidad de Monte Negro contribuyó con 10 variedades de maíces en la que participaron cinco agricultores y tres agricultoras y para Cerro Marín se colectó una muestra de un productor (Cuadro 26).

Cuadro 26. Colectas de maíz por localidad en Valle Nacional, Oaxaca

| Municipio | Localidades | Colectas de maíz |
|-------------------------------------|---------------------------|------------------|
| San Juan Bautista Valle Nacional | San Mateo Yetla | 15 |
| | Santa Fe y la Mar | 7 |
| | San Rafael Agua Pescadito | 16 |
| | San Juan Palantla | 3 |
| | San Lucas Arroyo Palomo | 13 |
| | Cerro Armadillo | 7 |
| | Cerro Mirador | 4 |
| | Monte Negro | 10 |
| | Cerro Marín | 1 |

- *Razas de maíz*

Los resultados obtenidos durante los recorridos de campo, muestran las diferentes razas que los agricultores siguen conservando de manera tradicional; en la Figura 39, se aprecia que en el municipio de Valle Nacional predomina la raza de maíz Tepecintle con 65 colectas. Otras razas con menor frecuencia son: Tuxpeño, Olotillo, y cruza de dos razas Olotillo por Tuxpeño y Tuxpeño por Tepecintle.

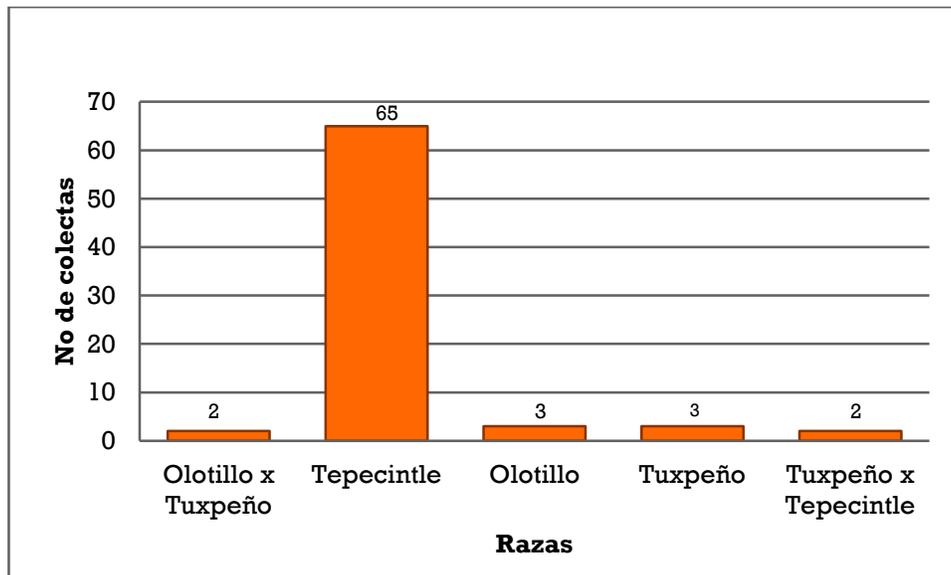


Figura 39. Razas de maíz identificadas en Valle Nacional, 2015.

- *Color de las colectas*

Para la caracterización de una variedad, el color del grano, es una característica muy peculiar ya que últimamente esta particularidad ha cobrado gran relevancia por parte de los consumidores y la industria alimenticia; esta situación, lleva a los productores a producir cierto color de grano en mayor cantidad o de su preferencia. Tal es el caso de Valle Nacional donde el color de maíz sobresaliente es el blanco con 33 muestras; seguido por el color amarillo con 23, también se encontraron pintos (12), y siete azules (Figura 40 y Figura 41).

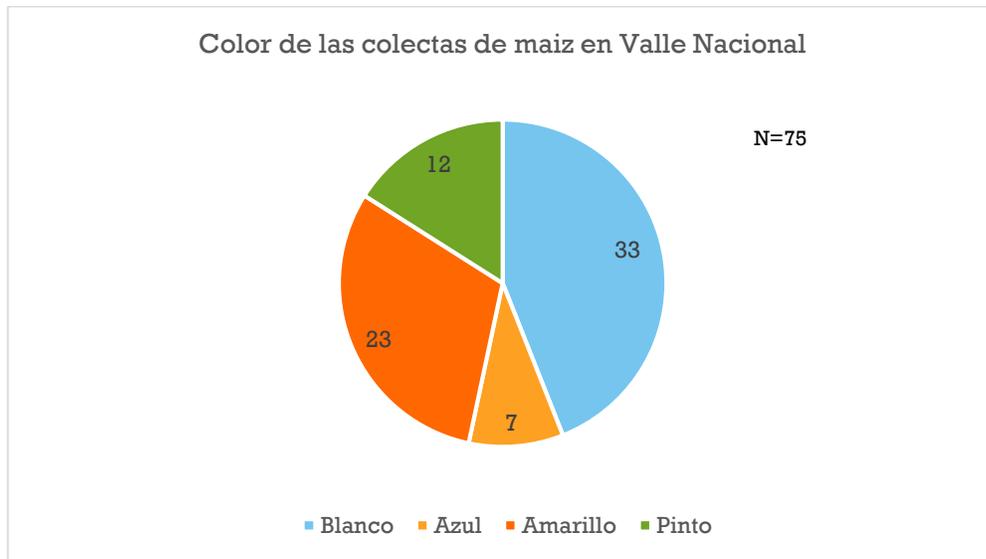


Figura 40. Color de las variedades colectadas de maíz en Valle Nacional, Oaxaca.

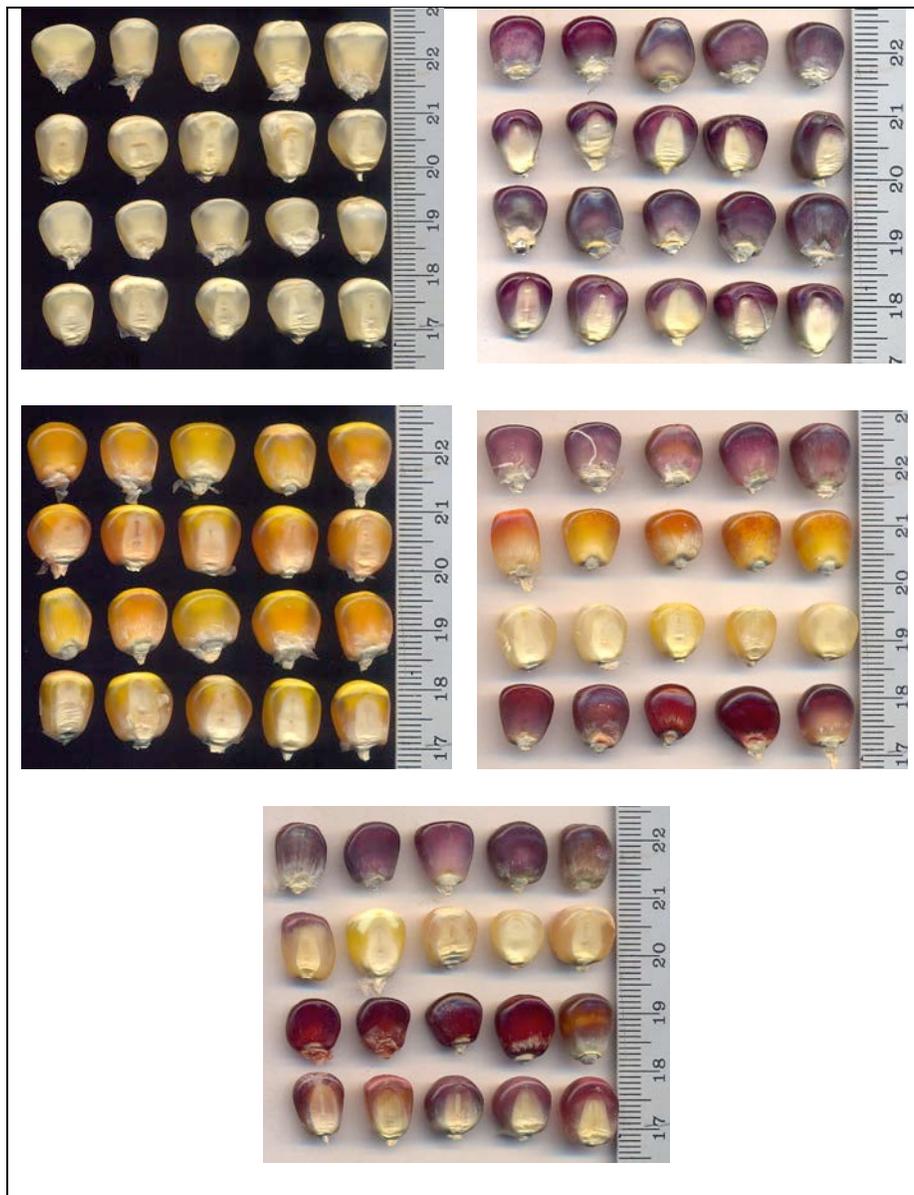


Figura 41. Diversidad de colores de maíces presentes en Valle Nacional.

- *Colectas de frijol*

Dentro de las colectas de frijol se obtuvieron solo 11 muestras. las localidades que proporcionaron estas semillas fueron: San Lucas Arrollo Palomo con seis ejemplares, de color negro; San Mateo Yetla con dos variedades de color pinto; en la localidad de Monte Negro fueron reunidos dos muestras de color negro y para Cerro Mirador un productor

proporcionó semillas de color pinto (Cuadro 27 y Figura 42). Entre los donadores de semillas para este cultivo participaron 6 agricultores, de ellos dos son mujeres.

Cuadro 27. Semillas de frijol colectadas en el municipio de Valle Nacional, 2015.

| Localidad | Color de grano | No de colectas |
|--------------------------|----------------|----------------|
| San Lucas Arrollo Palomo | Negro | 6 |
| San Mateo Yetla | Pinto | 2 |
| Monte Negro | Negro | 2 |
| Cerro Mirador | Pinto | 1 |



Figura 42. Color de frijoles que se conservan en San Juan Bautista Valle Nacional, Oaxaca.

- Colectas de calabaza

En lo que respecta a las colectas de calabaza, solo se cuenta con tres muestras, una es de la localidad de San Mateo Yetla y dos de Monte Negro.

Con base en las observaciones que realizó el colector, determinó que las tres colectas pertenecen a la especie *Cucurbita moschata*. Se caracterizan por tener semillas de color amarillo-crema (Figura 43).

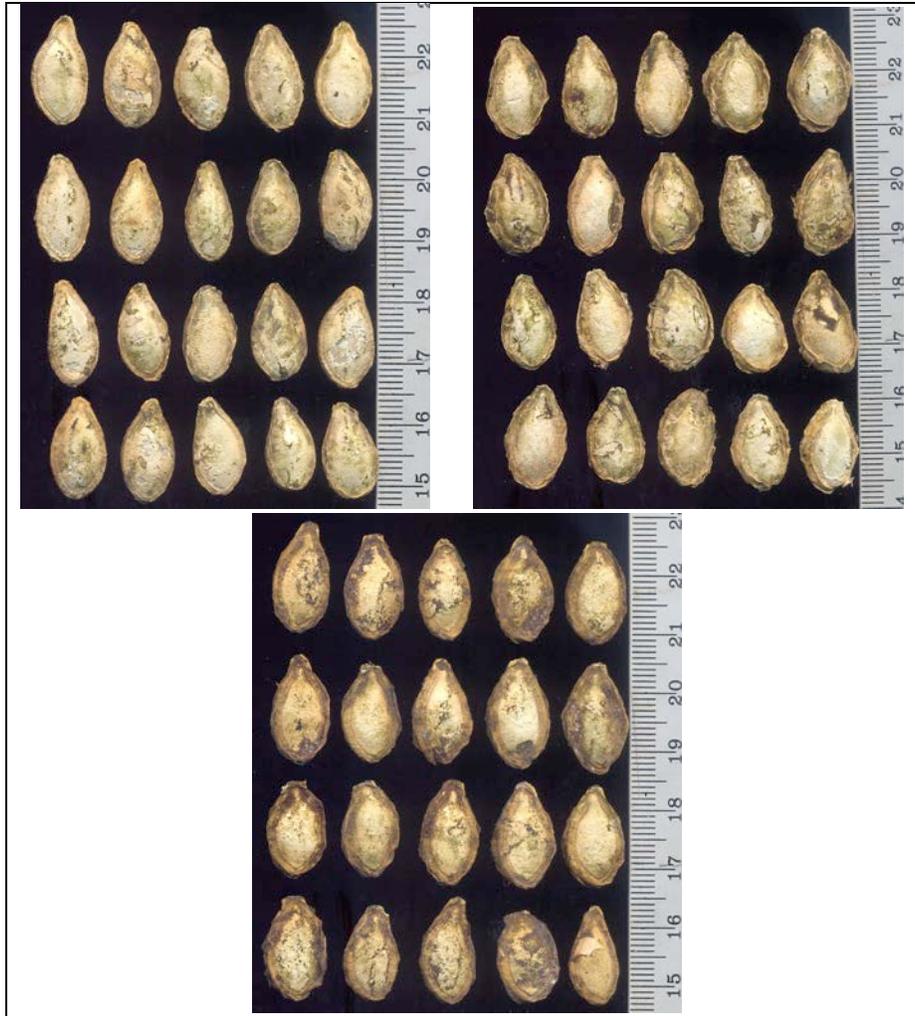


Figura 43. Colección de calabazas en localidades de Valle Nacional.

En el anexo 18 se presentan las bases de datos de las colectas de maíz, frijol y calabaza del municipio de San Juan Bautista Valle Nacional.

5. Realizar un duplicado de semillas para su conservación a largo plazo en cuartos fríos.

Producto comprometido: semillas resguardadas en banco de germoplasma.

Porcentaje de avance de la actividad: 100 %

La conservación *in situ* y *ex situ* son estrategias de conservación complementarias que permiten mantener por muchos años las semillas nativas de una comunidad, región, estado o país. Con la finalidad de conservar un duplicado de las semillas resguardadas en los BCS, se preparó semilla de todas las colectas para resguardarlas en el banco de germoplasma de especies nativas de Oaxaca, banco ubicado en Santo Domingo Barrio Bajo, ETLA, Oaxaca. Para el caso del cultivo del maíz se resguardaron 500 gramos de semilla, 250 g de frijol y 100 g de calabaza.

Resultados.

Se creó un respaldo de todas las colectas de maíz, frijol y calabaza de las muestras colectadas en las comunidades de Santiago Asunción, Silacayoápam y San Juan Bautista Valle Nacional. Las semillas se guardaron en bolsas trilaminadas herméticas, y se colocaron en estantes ubicados dentro del Banco de Germoplasma de Especies Nativas de Oaxaca (BAGENO). En total se resguardaron 162 de maíz, 45 de frijol y 24 de calabaza de la comunidad de Santiago Asunción (Anexo 17); y 75 de maíz, 11 de frijol y 3 de calabaza, de la comunidad de Valle Nacional (Anexo 18).

El curador responsable de las colectas resguardadas en el BAGENO es el M.C. Flavio Aragón Cuevas. Los materiales ahí depositados serán conservados a una temperatura de 0 a 4 °C y 30 % de humedad relativa. La viabilidad de la semilla será monitoreada cada cinco años. Cuando el porcentaje de germinación sea menor a 70 %, el cultivo será regenerado en campo. Las comunidades elegidas para la regeneración serán aquellas

que tengan las condiciones climáticas y edáficas adecuadas para la adaptación de los cultivos resguardados en el banco de germoplasma.

El intercambio de semillas de los materiales resguardados en el BAGENO solo se realizará con el consentimiento previo de los responsables de los Bancos comunitarios de semillas y bajo la firma de un acuerdo de transferencia de materiales. Lo anterior será necesario realizarlo para que los productores resguardantes de la diversidad genética, tengan una retribución de beneficios en caso de generarse variedades o productos de derivados del germoplasma nativo.

6. Identificación de posibles productos con salida al mercado de la milpa.

Producto comprometido: listado de productos con posibilidades de comercialización en dos comunidades de estudio.

Porcentaje de avance de la actividad: 100 %

Se realizaron entrevistas con productores de las comunidades de Silacayoápam (San Juan Huaxtepec, Santiago Asunción y Santa María Natividad) para detectar los productos de la milpa con posibilidades de venta. La mayoría de los productores tienen poca producción, pero los pequeños excedentes de maíz, frijol, calabaza y quelites, pueden salir al mercado en forma directa o con valor agregado. Algunos de los productos que pudieran salir al mercado en el municipio de Silacayoápam son:

- Venta de granos de maíz. En la comunidad de Santiago Asunción tienen maíces de excelente calidad. Los chefs prefieren los materiales de color, y aquí se encuentran granos de color rojo que producen tortillas con un color visualmente muy agradable. También poseen granos de color azul y amarillos con buenas características de producción y calidad.
- Venta de totopos. Con los maíces locales se pueden elaborar tortillas de diferentes colores: blancas, amarillas, rojas y azules. Estos productos se pueden vender los días viernes en el mercado de Santiago Juxtlahuaca. Este mercado se ubica a solo 40 minutos de Santiago Asunción.
- Granos de frijol rojo. Este cultivar tiene un excelente sabor, cocción rápida, color llamativo y es muy demandado en los mercados locales.
- Frutos y semillas de calabaza. A nivel local existe buena producción de calabaza *C. pepo* y *C. ficifolia*. Ambas especies tienen potencial para vender semillas tostadas en los mercados regionales. Los frutos también alcanzan buen precio en la época de Semana Santa y en el mes de diciembre.
- Tamales. Existe tradición a nivel local en la elaboración de tamales de diferentes tipos (Tamales dulces, de pollo, de mole, de guajolote, etc.) y tienen buena aceptación en el mercado regional de Santiago Juxtlahuaca.

Para el caso del municipio de Valle Nacional, los productos con posibilidades de venta son:

- Granos de maíz. A nivel municipal se cultiva principalmente la raza Tepecintle. De esta raza existen colores de grano blanco, amarillo y azul. Existe potencial de venta de granos para consumo nacional o internacional. Los granos de esta raza producen tortillas de excelente calidad.
- Tortillas tostadas. Con el maíz Tepecintle se pueden elaborar tortillas de gran tamaño (60 cm de diámetro), las cuales son muy atractivas para el consumidor y tienen muy buen sabor. Pueden venderse a nivel local, en la Ciudad de Oaxaca, Ciudad de México e incluso se pueden exportar.
- Ejotes de Vigna. A nivel regional es conocido como frijol, aunque pertenece al género Vigna, y sus ejotes son muy largos (más de 30 cm); Son muy demandados a nivel regional para la elaboración de diferentes platillos (caldo de res, caldo de gallina, amarillo, etc.). Es material que tiene buena producción de ejotes, aunque son pocos los agricultores que cultivan.

7. Identificación de nichos de mercado de productos tradicionales de las comunidades objetivo.

Producto comprometido: listado de productos con salida a mercados y puntos de venta.

Porcentaje de avance de la actividad: 100 %

En entrevistas personales realizadas con productores (hombres y mujeres) de las comunidades de Santiago Asunción, Silacayoápam y Valle Nacional, se encontró un listado de productos con salida de venta en los mercados regionales, estatales e internacionales.

En los cuadros siguientes se lista los productos con salida de venta:

Cuadro 28. Productos de la milpa con salidas a mercado en el municipio de Silacayoápam, Oaxaca.

| Producto con salidas a mercado | Punto de venta | | | |
|---|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| | Mercado Regional | Mercado estatal | Mercado Nacional | Mercado Internacional |
| Grano de maíz (Blanco, amarillo, rojo y azul) | Mercado de Santiago Juxtlahuaca | Tortillerías y restaurantes | Tortillerías y restaurantes | Chefs |
| Totopos (tortillas tostadas) | Mercado de Santiago Juxtlahuaca | | | Migrantes radicados en Estados Unidos |
| Frijol rojo (grano) | Mercado de Santiago Juxtlahuaca | | | |
| Tamales | Mercado de Santiago Juxtlahuaca | | | |
| Atole de granillo | Mercado de Santiago Juxtlahuaca | | | |

Cuadro 29. Productos de la milpa con salidas a mercado en el municipio de Valle Nacional, Oaxaca.

| Producto con salida a mercado | Punto de venta | | | |
|---|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|
| | Mercado Regional | Mercado estatal | Mercado Nacional | Mercado Internacional |
| Grano de maíz (Blanco, amarillo y azul) | Tortillerías de Valle Nacional | Fábrica de Whisky de maíz amarillo | Restaurantes en Ciudad de México | Chefs |

En los dos años de duración del proyecto, se acercaron empresas comercializadoras de grano con el interés de comprar granos de maíz nativo. Masienda, una empresa de Estados Unidos, compró alrededor de 15 toneladas de maíz de grano blanco y amarillo en el municipio de Valle Nacional en el año 2016. La Asociación Civil Identidad y Biodiversidad, también compró pequeños volúmenes de grano: 300 kilogramos en 2017 y tiene planeado acopiar 10 toneladas de grano en el año 2018. También la empresa “Pierde Almas”, ubicada en la Ciudad de Oaxaca, y dedicada a la fabricación de mezcal y Whisky, compró durante el año 2017, aproximadamente 3.5 toneladas de maíz amarillo de la raza Tepecintle en Valle Nacional.

En Silcayoápam, la organización Identidad y Biodiversidad, en el año 2017 inició el acopio de maíces de color rojo, blanco y amarillo en las comunidades de Santiago Asunción y San Juan Huaxtepec. Sus volúmenes de compra han sido pequeños, pero tiene considerado comprar 15 toneladas de grano durante 2018.

8. Conservación *in situ* las poblaciones nativas de teocintle en Oaxaca.

Producto comprometido: detección de áreas de conservación *in situ*.

Porcentaje de avance de la actividad: 100 %

El teocintle es el pariente silvestre más cercano al maíz, y dentro de las especies más emparentadas se encuentra el *Zea mays spp. parviglumis*. En las cuevas de Guilá Naquitz, en las cercanías de Mitla, Flannery (1985) encontró macrorestos de maíz y teocintle con una antigüedad mayor a los 6,500 años. Lo anterior indica que Oaxaca es el centro de origen del maíz.

El estudio de las poblaciones silvestres presentes en Oaxaca, es de gran importancia por los genes que pudiera aportar esta especie al cultivo actual del maíz, ante escenarios de cambio climático y al surgimiento de nuevas razas de enfermedades y especies de plagas.

Con la finalidad de ubicar la distribución de poblaciones vivas de teocintle, se visitaron comunidades con potencial de tener presencia de esta especie en las regiones de la Costa, Sierra Sur, Papaloapam, Mixteca y Sierra Norte. Una vez ubicados en la comunidad se realizaba una exploración etnobotánica, preguntando a las personas mayores, hombres y mujeres, de la presencia de esta especie silvestre. Para explicar cómo es la planta de teocintle, se les mostraban fotografías de la planta, la mazorca, la espiga y los granos. También se les enseñaba a las personas las semillas del teocintle. De esta manera pudimos detectar varias de las poblaciones que se reportan en este estudio.

Resultados.

Como resultado de los recorridos de campo por más de 100 comunidades del estado de Oaxaca, se lograron localizar siete poblaciones vivas de teocintle. En todas las comunidades, el teocintle es conocido con nombres locales como: Milpa de cocoxle (San Cristóbal Honduras, El Huazán, San Jacinto Tlacotepec y Corral de Piedra), utu zapatito (San Miguel Tlacotepec) y Cu jaa (San Felipe Usila).

A continuación se listan las comunidades donde se localizaron plantas de teocintle:

1. San Cristóbal Honduras, San Jerónimo Coatlán
2. San Felipe Usila
3. El Huazán, Sola de Vega
4. Corral de Piedra, Santiago Minas
5. San Jacinto Tlacotepec
6. San Miguel Tlacotepec
7. Santiago Tenango

La mayoría de las poblaciones localizadas de teocintle pertenecen a la especie *Zea mays* spp *parviglumis* (Cuatro poblaciones), una pertenece a la especie *Zea luxurians* y dos posiblemente sean de la especie *Zea mexicana* (Cuadro 28). Estas dos últimas requieren ser estudiadas para determinar correctamente la especie.

Cuadro 30. Características de las comunidades con presencia de teocintle en Oaxaca.

| Nº | Localidad | Municipio | Región | Grupo indígena | Clima | Vegetación | Precipitación | Altitud msnm | Coordenada geográficas | Especie |
|----|------------------------|------------------------|------------------|----------------|--|-------------------------|----------------|--------------|--------------------------------|---|
| 1 | San Cristóbal Honduras | San Jerónimo Coatlán | Sierra Sur | Chatino | Semi seco-Semi cálido | Bosque de pino | 590 a 1000 mm | 1122 | 16°13'57''N 96°52'10''O | <i>Zea mays</i> spp. <i>parviglumis</i> |
| 2 | San Felipe Usila | San Felipe Usila | Papaloapan | Chinanteco | Af (m) Cálido Húmedo | Selva alta perennifolia | 3776mm | 100 | 17°53'N 96°31'O | <i>Zea luxurians</i> |
| 3 | El Huazán | Sola de Vega | Sierra Sur | Chatino | Semicálido subhúmedo con lluvias en verano | Bosque | 950 mm | 1050 | 16°23'11.7''N 97°02'26.5''O | <i>Zea mays</i> spp. <i>parviglumis</i> |
| 4 | Corral de piedra | Santiago Minas | Sierra Sur | Chatino | Cálido subhúmedo con lluvias en verano | Selva baja caducifolia | 1200 a 2000 mm | 1180 | 16°25'23''N 97°13'43''O | <i>Zea mays</i> spp. <i>parviglumis</i> |
| 5 | San Jacinto Tlacotepec | San Jacinto Tlacotepec | Sierra Sur | Chatino | Cálido subhúmedo con lluvias en verano | Bosque | 1200 mm | 1080 | 16°30'29.3''N 97°23'41.2''O | <i>Zea mays</i> spp. <i>parviglumis</i> |
| 6 | San Miguel Tlacotepec | San Miguel Tlacotepec | Mixteca Baja | Mixteco | Templado | Selva baja caducifolia | 800 a 100 mm | 1710 | 17°23'N 97°58'O | <i>Zea mexicana</i> (¿) |
| 7 | Santiago Tenango | Santiago Tenango | Valles Centrales | Mixteco | Templado sub húmedo | Bosque de pino-encino | 847 mm | 2040 | 17°12' N 96°57'O | <i>Zea mexicana</i> |

A continuación se listan los nombres de los productores que tienen en sus parcelas algunas plantas de teocintle. Solo en la comunidad de San Miguel Tlacotepec, no existe un productor en específico porque las plantas de teocintle se localizan bordeando la carretera en las cercanías de la población (Cuadro 29).

Cuadro 31. Listado de productores por comunidad con poblaciones de teocintle en Oaxaca.

| No | Nombre de la Comunidad | Nombre del productor |
|----|--|---|
| 1 | San Cristóbal Honduras, San Jerónimo Coatlán | Onésimo Pérez, Ángel Agudo Vazquez, Valentín Agudo, Zenón Juárez. |
| 2 | San Felipe Usila | Gonzalo Barandas, Vicente Jacinto García, Leonardo Agustino, Luis Vicente, Vicente Tenorio. |
| 3 | El Huazán, Sola de Vega | Juan Ramírez, Leonardo Martínez |
| 4 | Corral de Piedra, Santiago Minas | Distribución a orilla de carretera |
| 5 | San Jacinto Tlacotepec | Crescencia Domínguez Cruz |
| 6 | San Miguel Tlacotepec | Distribución a orilla de carretera |
| 7 | Santiago Tenango | Julio Hernández |

La mayoría de las poblaciones de teocintle en Oaxaca, se encuentran en un estado crítico de conservación debido al cambio de uso del suelo, principalmente por las actividades de ganadería extensiva. Con la introducción de pastos mejorados en los terrenos, estos ya no permiten la germinación de las semillas de teocintle, y las pocas que nacen son consumidas por el ganado. Bajo esta situación de amenaza se encuentran las poblaciones de San Cristóbal Honduras, Corral de Piedra, El Huazán y San Jacinto Tlacotepec.

Las poblaciones de San Miguel Tlacotepec, se reducen a una población menor a 100 plantas, estas crecen bordeando la carretea en las cercanías de la población, y son cortadas cuando hacen limpieza de la carretera por parte de trabajadores de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Pero más crítico es el caso de la población de Santiago Tenango, donde solo existen unas 10 plantas dispersas en los terrenos sembrados con maíz.

La única población con un número de plantas adecuado para su conservación *in situ* está ubicada en los bordes del río usila, en San Felipe Usila. Paso Escalera, Arroyo Aguacate, Arroyo Tambor y Santa Flora. Esta población se salva por las condiciones especiales donde se desarrolla. Durante el ciclo primavera verano, los terrenos que bordean el río Usila, se inundan, y ahí es donde prospera el Cu jaa, ya que tolera el exceso de humedad. Y por esa razón, los productores no pueden sembrar maíz en esos terrenos que tienen alta fertilidad. Sin embargo, en el ciclo otoño invierno, la mayoría de los terrenos de las vegas del río, son cultivados. Para ello, los productores cortan y queman las plantas de teocintle para poder sembrar. Al cortar las plantas, dispersan miles de semillas dentro del terreno, y cuando queman, algunas semillas son calcinadas, pero otros solo quedan escarificadas y listas para germinar. Las plantas de teocintle son consideradas por los productores como una maleza cuando crecen dentro de su parcela de maíz, y para controlarla aplican herbicidas como gramoxone y glifosato.

Se puede decir, que aunque la población de teocintle de San Felipe Usila está amenazada por el uso de herbicidas durante el ciclo otoño-invierno, su población se mantiene estable porque su desarrollo y producción de semilla se realiza durante ciclo primavera verano, cuando no existen actividades agrícolas en su área de distribución. También su tolerancia a la inundación, es otra estrategia de supervivencia del Cu jaa (Figura 44).



Plantas de teocintle
Zea luxurians en San
Felipe Usila, Oaxaca.

Figura 44. Plantas de Teocintle localizados en San Felipe.

Producto comprometido: acciones de conservación *in situ*.

Porcentaje de avance de la actividad: 100 %

Algunas acciones para la conservación *in situ* de las poblaciones de teocintle en Oaxaca se describen a continuación:

1. Recolección y multiplicación de semillas. Es necesario y urgente recolectar semilla de todas las poblaciones de teocintle, sin afectar su distribución actual. La semilla recolectada se debe sembrar en la misma comunidad para obtener semilla suficiente para su conservación *ex situ* en el Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG) y para distribuir y sembrar en áreas de la comunidad donde antes había presencia de esta planta.
2. Crear áreas de exclusión. En los terrenos de los productores donde aún crecen plantas de teocintle, se debe cercar con alambre un área para la propagación de la especie para evitar la entrada del ganado. Una vez que las plantas tienen semillas maduras, se puede permitir el ingreso del ganado y ayudará a su dispersión con el movimiento de las plantas y por medio de sus pezuñas. Para cercar estas áreas de exclusión, se debe apoyar a los agricultores con alambres de púas, postes y pago de jornales. Obviamente, se debe tener la autorización de los productores para crear estas áreas de exclusión. La superficie de conservación del teocintle debe acordarse con el productor y la autoridad local.
3. Apoyos para los productores conservadores de teocintle. Se debe considerar el otorgamiento de incentivos para los productores interesados en la conservación del teocintle. Estos incentivos deben de apoyar la producción de maíces nativos y compensar el área destinada a la conservación del teocintle. Los apoyos pueden ser fertilizantes orgánicos o químicos, silos metálicos para conservar granos y semillas, herramientas de cultivo, etc.
4. Educación. Se debe capacitar a los miembros de la comunidad (agricultores, jóvenes y niños), sobre la importancia de la conservación de una especie que dio

origen al maíz actual. Se sugiere realizar talleres sobre la importancia del teocintle, usos potenciales de la planta (forraje, elaboración de artesanías, producción de harina, mejoramiento genético, entre otros).

5. Jardines de teocintle comunitarios. La semilla obtenida de los incrementos de teocintle, se puede donar a escuelas, iglesias, hospitales, palacios municipales, y a familias que deseen conservar la planta en algún área del jardín.
6. Promover el intercambio de semillas de teocintle. con las ferias de semillas de la agrobiodiversidad realizadas en Oaxaca, productores de la comunidad de San Cristóbal Honduras, San Jerónimo Coatlán, han regalado semilla a todos aquellos interesados en su conservación. Esta es una forma de diseminar la semilla en otras comunidades con características similares

9. Incentivos a productores conservadores de semilla de teocintle.

Producto comprometido: entrega de insumos a productores conservadores de teocintles.

Porcentaje de avance de la actividad: 100 %

A los productores conservadores de teocintle se les donó bultos de fertilizante para utilizarlos en su cultivo de maíz, con la finalidad de que conservaran las plantas de teocintle ubicadas en sus terrenos. Algunos solicitaron silos metálicos para la conservación de los granos de maíz. La señora Crescencia Dominguez Cruz, de la comunidad de San Miguel Tlacotepec, pidió fertilizante para tener mejor cosecha de su maíz criollo para poder dejar sin sembrar el área donde tiene plantas de teocintle (Cuadro 32).

En el cuadro 32 se indica los insumos entregados a los productores conservadores de teocintle.

| Productor | Comunidad | Insumo entregado | Cantidad | Uso |
|------------------------|---------------------------------|----------------------------|------------|--|
| Onésimo Pérez | San Cristóbal Honduras | Silo metálico de 500 kg | Una pieza | Conservación de granos de maíz criollo |
| Ángel Agudo Vásquez | San Cristóbal Honduras | Fertilizante Urea | Dos bultos | Fertilización de maíz criollo Tablita |
| Valentín Agudo | San Cristóbal Honduras | Fertilizante Urea | Dos bultos | Fertilización de maíz criollo Tepecintle |
| Zenón Juárez | San Cristóbal Honduras | Fertilizante Urea | Dos bultos | Fertilización de maíz criollo blanco |
| Gonzalo Barandas | Arroyo Tambor, San Felipe Usila | Silo metálico de 200 kilos | Una pieza | Conservación de semilla de maíz blanco |
| Vicente Jacinto García | San Felipe Usila | Fertilizante Urea | Dos bultos | Fertilización de maíz blanco criollo |
| Leonardo Agustino | San Felipe Usila | Fertilizante Urea | Dos bultos | Fertilización de maíz blanco criollo |
| Vicente Tenorio | San Felipe Usila | Fertilizante Urea | Dos bultos | Fertilización de maíz blanco criollo |
| Leonardo Martínez | El Huazán, Sola de vega | Fertilizante Urea | Dos bultos | Fertilización de maíz blanco criollo |
| Juan Ramírez | El Huazán, Sola de vega | Fertilizante Urea | Dos bultos | Fertilización de maíz blanco criollo |
| Crescencia Domínguez | San Jacinto Tlacotepec | Fertilizante Urea | Dos bultos | Fertilización de maíz criollo |
| Julio Hernández | Santiago Tenango | Silo metálico de 200 kilos | Una pieza | Conservación de semilla de maíz criollo |

Para incentivar la conservación de los teocintles en Oaxaca, es necesario apoyar a los productores con insumos para la producción de maíz, proporcionales alambres de púas y postes para aislar las áreas, brindar educación sobre la importancia del de este pariente silvestre del maíz, involucrarlos en las ferias de semillas y hacer uso de las plantas y semillas del teocintle como forraje, artesanías u otros usos industriales.

10. Siembra de experimentos de mejoramiento participativo.

Productos comprometidos: mapas de libros de campo y siembra.

Porcentaje de avance de la actividad: 100 %

Los dos productos comprometidos: mapas de libros de campo y mapas de siembra, se agrupan en un solo documento, y solo son de utilidad para las tareas de campo. Esta información va contenida en los libros de campo que utilizamos para registrar los datos de los experimentos, parcelas de validación o parcelas demostrativas. Se incluyen los mapas de libros de campo y mapas de siembra de las comunidades de Santiago Asunción y Valle Nacional (Anexo 21).

11. Elaborar un manual de operación del banco de semillas y un video

Productos comprometidos: un manual y un video sobre bancos comunitarios de semillas.

Porcentaje de avance de la actividad: 100 %

Manual operativo para bancos comunitarios de semillas en Oaxaca

La importancia de tener información plasmada en manuales, trípticos, folletos, boletines o cualquier otro material escrito, es porque mediante estos medios informativos se guarda información que permite enseñar, difundir y dirigir actividades que estén encaminadas a la estructuración y construcción de bancos comunitarios de semillas (BCS). Uno de los principales motivos por el que se propone este trabajo es para que los pequeños productores, las comunidades, grupos organizados y todas aquellas personas interesadas tengan presente las bases fundamentales y sean capaces de crear sus propios bancos de semillas. En el Anexo 19 se presenta el manual que brinda información sobre lo que es un banco comunitario de semillas, como se construye, quienes lo conforman, como funciona, como se realiza el intercambio de semillas, y como mantener las semillas.

Video sobre bancos comunitarios de semillas

El objetivo de realizar un video de bancos comunitarios de semillas, es para dar a conocer mediante las redes sociales, la importancia de esta estrategia de conservación *in situ* de los recursos genéticos. Ante la amenaza del cambio climático, se deben buscar todas las opciones posibles para resguardar el tesoro genético que mantienen los pequeños agricultores.

En el Anexo 20 se muestra el video de bancos comunitarios, realizado en las comunidades de Oaxaca, donde se tienen semillas y productores participantes en la tarea de conservación y mejoramiento participativo.

Discusión

Para lograr buenos resultados en la implementación de estrategias de conservación *in situ* de la milpa, es fundamental la participación de los productores, hombres y mujeres, desde el inicio del proyecto. Se debe tomar en consideración sus opiniones, sus sugerencias y propuestas para obtener mejores variedades nativas, o para conservar o utilizar de mejor manera los recursos fitogenéticos.

La principal limitante para proyectos de mejoramiento participativo (MP) es el tiempo de duración del financiamiento. Generalmente con dos años de duración, no se logran productos terminados debido a que el proceso de mejoramiento genético es a largo plazo. Por ejemplo, para generar una variedad de polinización libre se requieren como mínimo cinco años de trabajo.

Con los avances logrados en el MP en Silacayoápam, solo se pudo identificar las mejores colectas de maíz, las más productivas y con mejores características agronómicas; también se lograron identificar a los productores que conservan esas variedades élite. Como en la comunidad solo se puede sembrar un ciclo de selección por año, en el proyecto solo se pudo obtener un ciclo de selección masal en cinco poblaciones sobresalientes. Una recomendación que se sugiere para los productores de esta región, es multiplicar semilla de las variedades detectadas como élites para que un mayor número de productores las cultiven y obtengan mejores rendimientos por unidad de superficie. Algunas de las colectas sobresalientes de la comunidad tienen rendimientos superiores a las 7.0 t/ha.

Para el caso de las variedades nativas de Valle Nacional, el proceso de MP fue más eficiente, porque se lograron realizar dos ciclos de siembra por año, los maíces son más precoces y se utilizó el método de retrocruza limitada para incorporar características presentes en materiales mejorados que fungieron como donadores para los maíces criollos detectados como sobresalientes. En esta comunidad se logró obtener 34 Retrocruzas 1 F1, y se evaluó su comportamiento agronómico en una comunidad y solamente durante un ciclo de siembra. Hace falta estabilizar las poblaciones mejoradas

de las 34 retrocruzas. Para ello es necesario sembrar todos los materiales y realizar cruza planta a planta para obtener la RC1-F2. Posteriormente estas cruza deberán ser evaluadas en al menos tres comunidades para evaluar su comportamiento agronómico y detectar cuáles son las mejores y con posibilidades de formar una variedad mejorada. Es importante no dejar trunco este proceso de mejoramiento porque existen materiales muy interesantes desde el punto de vista de rendimiento y de tolerancias a enfermedades foliares y de la mazorca.

Para la estrategia de conservación *in situ* mediante los Bancos comunitarios de semillas (BCS), es importante resaltar que los dos bancos creados en las comunidades de Silacayoápam y Valle Nacional, aportan valiosos recursos de maíz, frijol y calabaza para su conservación. Estos dos bancos se unen a la red de bancos ya existentes en Oaxaca. En total ya se tienen hasta el 2017, 11 bancos en funcionamiento. En total, participan en los BCS alrededor de 800 familias, y conservan alrededor de 16 razas de maíz, 10 especies de frijol, cuatro especies de calabaza y diferentes quelites. Una cantidad aproximada de maíz bajo conservación por parte de los productores miembros de los BCS es de 12 toneladas cada año. Este volumen de semilla puede ser importante para remediar los efectos del cambio climático en alguna región del estado.

El reto para los BCS es como hacerlos sostenibles a través del tiempo. Como hacer que los productores por si solos los mantengan en funcionamiento. También es importante que los productores obtengan beneficios económicos de la conservación mediante la venta de semillas y productos de la milpa. Aun cuando los productores reciben beneficios de las capacitaciones que se les imparten, algunos incentivos como los botes herméticos, participaciones en las ferias de semillas y giras de intercambio, no son alicientes suficientes para mantenerlos interesados en la participación permanente en los BCS. Por ello es importante buscar nichos de mercado para que sus productos de la milpa puedan ser comercializados, y también es necesario capacitarlos en técnicas innovadoras para dar valor agregado a sus productos.

En Oaxaca, las ferias de la agrobiodiversidad han tenido un reconocimiento estatal y nacional por la enorme diversidad de cultivos y productos que se exponen. Es un evento único y de gran importancia para el intercambio de semillas, intercambio de conocimientos, para brindar reconocimiento a los productores conservadores y sensibilizar a los tomadores de decisiones en la importancia de la conservación de los recursos genéticos, y para que la sociedad civil valore y demande las semillas nativas.

Como parte de las actividades del proyecto piloto en Oaxaca, se apoyó la realización de la 5ª. Y 6ª. Feria de la agrobiodiversidad. Para lograr el éxito en estos eventos, fue fundamental la participación de diferentes actores sobre un objetivo común. El equipo organizador de la feria fue multidisciplinario y con personas de diferentes instituciones, como: INIFAP. CONANP. CONABIO, INAH, SEDAPA, Universidad Autónoma de Chapingo, autoridades ejidales, autoridades municipales y ONG, entre otras. Con alrededor de seis meses de anticipación al evento se realizaban las reuniones previas para definir las actividades a realizar en la Feria. También se definía la logística para las invitaciones a los productores, su movilidad, hospedaje y alimentación. Algo que siempre ha sido difícil conseguir son los proveedores de premios para los productores que presentan una excelente biodiversidad o calidad de sus semillas o productos.

Debido a la masiva presencia de productores expositores y visitantes, es difícil el control de asistencia, ya que el evento se realiza en foros abiertos con múltiples entradas. También se tienen problemas para el registro correcto de la diversidad expuesta por cada productor. Hace falta invitar a especialistas de diferentes cultivos para identificar las razas de maíz, las especies de frijol y calabaza, así como de otros productos que exponen los agricultores. De esta manera se tendría la cuantificación de materiales que se exponen en cada feria.

Los productores participantes en la feria hacen intercambio de semillas y de productos. En la actualidad, varias semillas de variados orígenes ya se están cultivando en comunidades distantes y con buenos resultados.

Algunos logros de la feria de semillas es haber despertado el interés de los consumidores, de los chefs de renombre internacional y de los políticos, sobre la importancia de la conservación y del consumo de las semillas nativas.

Otro tema importante para la conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos es la creación de capacidades de los productores. Es necesario capacitar a los agricultores en las técnicas de selección y conservación de las semillas nativas, así como en prácticas agronómicas que mejoren la producción por unidad de superficie. Es importante buscar los mejores medios de comunicación para hacer llegar estas innovaciones tecnológicas a los pequeños agricultores. Los videos cortos pueden ser un medio efectivo para difundir la tecnología hacia los productores, ya que la mayoría de los productores ya usan celulares para comunicarse.

El manual de operación de un banco comunitario de semillas elaborado como producto comprometido en el proyecto, puede ser de utilidad para comunidades que deseen involucrarse en la conservación *in situ* mediante este método de conservación. El documento también puede ser de utilidad para técnicos e investigadores que quieran apoyar a grupos de productores interesados en los BCS.

Algo que debe considerarse como una norma para quienes realizan colecciones de recursos fitogenéticos en México, es enviar un duplicado de las semillas colectadas a un banco de germoplasma nacional. El INIFAP posee el Centro Nacional de Recursos Fitogenéticos (CNRG), en Tepatitlán, Jalisco, que tiene las instalaciones adecuadas para la conservación a largo plazo. Estas instalaciones pueden ser un reservorio genético para las semillas resguardadas en los BCS, así como de los cuartos fríos existentes en el país.

Conclusiones

En base al trabajo realizado durante dos años en Oaxaca, las principales conclusiones son las siguientes:

1. Se construyeron dos bancos comunitarios de semillas en las comunidades de Santiago Asunción, Silcayoápam y Valle Nacional, donde se resguardan colectas de maíz, frijol y calabaza. La diversidad que se conserva *in situ* es de gran importancia para enfrentar casos de desastre por efectos del cambio climático.
2. Mediante el método de mejoramiento participativo se lograron detectar los materiales de maíz nativo sobresalientes por su rendimiento y características agronómicas. Se encontraron materiales con rendimientos superiores a las 5.0 t/ha. Se avanzó en los ciclos de selección, pero hace falta continuar con el proceso para poder generar variedades mejoradas.
3. Se crearon dos bases de datos con información de las colectas de maíz, frijol y calabaza de las comunidades de Santiago Asunción, Silcayoápam y San Juan Bautista Valle Nacional. Estas bases contienen información valiosa para los procesos de conservación, monitoreo o mejoramiento genético de las especies nativas.
4. Mediante la capacitación de productores en métodos de selección y conservación de semillas nativas, se fortaleció las posibilidades de realizar mejor los procesos de conservación *in situ*. Se impartieron cinco cursos y participaron 329 agricultores.
5. Para promover el intercambio de semillas y conocimientos, reconocer a los productores conservadores, sensibilizar a la opinión pública y a los tomadores de decisiones sobre la importancia de la conservación de los recursos fitogenéticos, se realizaron dos ferias estatales de la agrobiodiversidad en Oaxaca, donde participaron 821 productores expositores.
6. Para difundir en medios masivos de comunicación se elaboró el video: Bancos comunitarios de semillas en Oaxaca. Con ello se dará a conocer una estrategia para conservar *in situ* los recursos fitogenéticos.

7. Se escribió un manual de operación de los bancos comunitarios de semillas, el cual servirá de herramienta metodológica para aquellos interesados en crear bancos de semillas en México.
8. En recorridos de campo por comunidades de Oaxaca se lograron ubicar siete poblaciones silvestres de teocintle, las cuales pertenecen a tres especies: *Zea mays spp. parviglumis*, *Zea luxurians* y *Zea mexicana*. Estas poblaciones se encuentran en su mayoría amenazadas o en peligro de extinción por el bajo número de plantas ubicadas en las comunidades. Se requieren implementar estrategias urgentes de rescate y conservación *in situ* y *ex situ*.

Bibliografía

- Ashby, J, A. 2009. The impac of participatory plant breeding in: plant breeding and farmer participation. Edited by ceccarelli, E, P. Guimaraes., E, Wehzein. 649-671 p. FAO.
- Bolaños, J. y Edmeades, G, O. 1993. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. II. Response in seleccion behavior. Field crops. Res-31: 253-268.
- De la Fe, C, Castillo,. J, G., Salomón J,L, Caballero A y Lorenzo N. 2007. Selección participativa de variedades (SPV) en el cultivo de la papa. Cultivos Tropicales 28(3): 77-82.
- De León, C. 1984. Enfermedades del maíz: una guía para se identificación en el campo. CIMMYT, México, D.F, México.
- FAO (2014). Bancos de Semillas Comunitarios. Escuelas de campo y de vida para agricultores jóvenes – Gia del facilitador.
- Flannery, Kent V. (1985). Guila Naquitz: Archaic Foraging and Early Agriculture in Oaxaca, México. Academic Press, New York.
- IICA-PROCIANDINO 1993 “Experiencias en el cultivo del maíz en el área Andina. Vol II. Edición PROCIANDINO. Quito, Ecuador. 56p.
- Probst, K y Kasperek, M. 2004. Los agricultores como mejoradores: mejoramiento participativo de plantas. Hojas temáticas PEOPLE & BIODIV. GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit).
- Rosas J,C., Gallardo O, y Jiménez J. 2003. Mejoramiento genético del frijol común mediante enfoque participativos en Honduras. Agronomía Mesoamericana 14(1): 01-09.
- Vera, S., González, R., Aragón, F. (2016). Bancos comunitarios de Semillas en México: una estrategia de conservación *in situ*. En Bancos Comunitarios de Semillas: orígenes, evolución y perspectivas. Roma, Italia. Bioversity International.
- Vernooy R. 2003. En foco. Semillas generosas. Mejoramiento participativo de plantas. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Título original en inglés: Seeds that give: participatory plant breeding. Ottawa, ON, Canadá. Pp 103.

Anexos

1. Formato de ficha de colecta de la diversidad de cultivos.
2. Base de datos de características morfológicas de los maíces nativos de Santiago Asunción, Oaxaca.
3. Base de datos de características morfológicas de los maíces nativos de San Juan Bautista Valle Nacional, Oaxaca.
4. Archivo fotográfico de colectas de maíz, frijol y calabaza de Santiago Asunción.
5. Archivo fotográfico de colectas de maíz, frijol y calabaza de Valle Nacional.
6. Lista de asistentes a la 5ª. Feria de la Agrobiodiversidad.
7. Lista de asistentes a la 6ª. Feria de la Agrobiodiversidad.
8. Video de la quinta. Feria de la Agrobiodiversidad en Oaxaca.
9. Video de la Sexta Feria de la Agrobiodiversidad en Oaxaca.
10. Lista de asistentes al curso: Técnicas de conservación y mejoramiento de maíces nativos en Santiago Asunción, Oaxaca.
11. Lista de asistentes al curso: Bancos comunitarios de semillas, impartido en Santiago Asunción, Silacayoápam, Oaxaca.
12. Lista de asistentes al curso: Técnicas de conservación y mejoramiento de maíces nativos en Valle Nacional, Oaxaca.
13. Lista de asistentes al curso de bancos comunitarios de semillas en Valle Nacional.
14. Lista de asistentes al curso: Métodos de fertilización química y orgánica en los maíces nativos en Valle Nacional, Oaxaca.
15. Lista de productores beneficiados con tambos herméticos en Santiago Asunción.
16. Lista de productores beneficiados con tambos herméticos en Valle Nacional, Oaxaca.
17. Base de datos de las colectas de maíz, frijol y calabaza del banco comunitario de semillas de Santiago Asunción, Silacayoápam, Oaxaca.
18. Base de datos de las colectas de maíz, frijol y calabaza del banco comunitario de semillas de San Juan Bautista Valle Nacional, Oaxaca.
19. Manual de bancos comunitarios de semillas.

20. Video de bancos comunitarios de semillas.