



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS

**CAMPUS PUEBLA**

POSTGRADO EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

**DIVERSIDAD FENOTÍPICA Y BIOQUÍMICA DEL  
MANZANO (*Malus domestica* Borkh.) ASOCIADA AL  
CONOCIMIENTO TRADICIONAL EN EL MUNICIPIO DE  
ZACATLÁN, PUEBLA.**

**BRENI MARIA POSADAS HERRERA**

**T E S I S**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRA EN CIENCIAS**

PUEBLA, PUEBLA

2018



## COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS  
CAMPECHE-CÓRDOBA-MONTECILLO-PUEBLA-SAN LUIS POTOSÍ-TABASCO-VERACRUZ

SUBDIRECCIÓN DE EDUCACIÓN  
CAMPUS PUEBLA

CAMPUE- 43-2-03

### CARTA DE CONSENTIMIENTO DE USO DE LOS DERECHOS DE AUTOR Y DE LAS REGALÍAS COMERCIALES DE PRODUCTOS DE INVESTIGACIÓN

En adición al beneficio ético, moral y académico que he obtenido durante mis estudios en el Colegio de Postgraduados, la que suscribe **Breni María Posadas Herrera**, alumna de esta Institución, estoy de acuerdo en ser partícipe de las regalías económicas y/o académicas, de procedencia nacional e internacional, que se deriven del trabajo de investigación que realicé en esta Institución, bajo la dirección del Profesor **Dr. Pedro Antonio López**, por lo que otorgo los derechos de autor de mi tesis **Diversidad fenotípica y bioquímica del manzano (*Malus domestica* Borkh.) asociada al conocimiento tradicional en el municipio de Zacatlán, Puebla**, y de los productos de dicha investigación al Colegio de Postgraduados. Las patentes y secretos industriales que se puedan derivar serán registrados a nombre del Colegio de Postgraduados y las regalías económicas que se deriven serán distribuidas entre la Institución, el Consejero o Director de Tesis y la que suscribe, de acuerdo a las negociaciones entre las tres partes, por ello me comprometo a no realizar ninguna acción que dañe el proceso de explotación comercial de dichos productos a favor de esta Institución.

Puebla, Puebla, México a 04 de abril del 2018.

Breni María Posadas Herrera

Vo. Bo. Dr. Pedro Antonio López  
Profesor Consejero

La presente tesis, titulada: **Diversidad fenotípica y bioquímica del manzano (*Malus domestica* Borkh.) asociada al conocimiento tradicional en el municipio de Zacatlán, Puebla**, realizada por la alumna: **Breni María Posadas Herrera**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRICOLA REGIONAL

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:

  
DR. PEDRO ANTONIO LÓPEZ

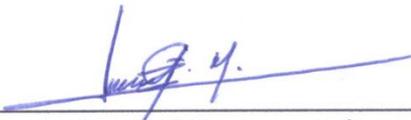
ASESOR:

  
DR. NICOLÁS GUTIÉRREZ RANGEL

ASESOR:

  
DR. RUFINO DÍAZ CERVANTES

ASESOR:

  
DR. ARMANDO IBÁÑEZ MARTÍNEZ

Puebla, Puebla, México, 04 de abril de 2018

DIVERSIDAD FENOTÍPICA Y BIOQUÍMICA DEL MANZANO (*Malus domestica* Borkh.) ASOCIADA AL CONOCIMIENTO TRADICIONAL EN EL MUNICIPIO DE ZACATLÁN, PUEBLA.

Breni María Posadas Herrera, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2018

En Zacatlán, Puebla, México, el manzano es uno de los frutales de mayor valor económico y cultural, donde la diversificación y conservación de variedades están vinculadas con conocimientos locales de los pobladores; sin embargo, no se han documentado los saberes locales, ni identificado las variedades producidas en la región. El objetivo de la presente investigación fue documentar los saberes locales sobre el cultivo de manzana y caracterizar fenotípica y bioquímicamente los materiales de manzana cultivados. Para la primera sección se aplicó un cuestionario con 100 preguntas a 20 productores de siete comunidades pertenecientes a la asociación CUFUZAC, los datos se analizaron mediante estadística descriptiva. En la segunda sección se identificaron 36 variedades y se caracterizaron 103 árboles de manzana pertenecientes a ocho huertos de cinco comunidades, los resultados se analizaron a través de análisis de varianza y multivariados. Los resultados arrojaron un promedio de 64 años de edad entre productores, quienes reportaron 40 variedades de manzana, algunos árboles con edades superiores a los 100 años, cinco variedades ya no se encontraron en los huertos estudiados, demostrando la pérdida de algunos cultivares locales. Se encontraron diferencias significativas entre los árboles caracterizados para el 100% de 49 variables registradas, se formaron cinco grupos que representan la diversidad para este frutal en el municipio y nueve variables fueron suficientes para diferenciar estadísticamente a los grupos. Se demostró la existencia de una alta diversidad de variedades locales de manzana, asociada al conocimiento local de los fruticultores regionales.

**Palabras clave:** Caracterización, Conservación, Diversidad, Saberes, Variedades.

PHENOTYPIC AND BIOCHEMICAL DIVERSITY OF THE MANZANO (*Malus domestica* Borkh.) ASSOCIATED TO TRADITIONAL KNOWLEDGE IN THE MUNICIPALITY OF ZACATLÁN, PUEBLA.

Breni Maria Posadas Herrera, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2018

In Zacatlan, Puebla, Mexico, apple tree is one of greater economic and cultural value tree, whose the diversification and conservation of varieties are linked with local knowledge among people; however neither the local knowledge has been documented nor the varieties produced in the region have been identified. The objectives of this research were to document local knowledge on the cultivation of apple and to characterize phenotypically and biochemically the cultivated materials of apple. For the first section a 20 questions survey was applied to 100 producers from seven communities belonging to the CUFRUZAC association; the data were analyzed by using descriptive statistics. In the second section 36 varieties were identified and 103 apple trees belonging to eight orchards of five communities were characterized, the results were analyzed through analysis of variance and multivariate analyzes. Results showed an average of 64 years old producers, who reported 40 varieties of apples, some trees are more than 100 years old, and five varieties were not found in the studied orchards, demonstrating that some local varieties are lost. There were significant differences among the trees characterized for the 100% of 49 variables recorded, five groups that represent the diversity for this fruit in the municipality were formed and nine variables were enough to distinguish statistically those groups. It was demonstrated the existence of a high diversity of local varieties of apple, associated with the local knowledge of regional fruit growers.

**Keywords:** Conservation, Characterization, Diversity, Knowledge, Varieties.

## AGRADECIMIENTOS

Al **Consejo Nacional De Ciencia y Tecnología (CONACYT)**, por el financiamiento económico otorgado para la realización de mis estudios de postgrado.

Al **Colegio de Postgraduados Campus Puebla**, por todo el apoyo y las enseñanzas brindadas durante mi estancia.

A mi Profesor Consejero, el **Dr. Pedro Antonio López**, quien nunca dudo de mí y de la investigación; por su tiempo, motivación y apoyo para la elaboración de la tesis, pero sobre todo por su valiosa amistad.

Al **Dr. Nicolás Gutiérrez Rangel** por su amistad, apoyo y conocimientos aportados durante la investigación.

Al **Dr. Rufino Díaz Cervantes** por toda su enseñanza y por el apoyo en la investigación.

Al **Dr. Armando Ibáñez Martínez**, por su ayuda y amistad brindada durante la investigación.

A **Andrés**, por su apoyo incondicional, paciencia y ayuda en la elaboración de esta investigación.

A los **agricultores de la asociación CUFRUZAC**, por su apoyo, amistad y confianza otorgada durante la investigación.

AL **Sr. Bruno Martínez, Juvenal Cabrera, Francisco Becerra y Dra. Socorro Flores**, por compartirme sus conocimientos, brindarme su amistad y apoyo en cada momento de la investigación.

## DEDICATORIA

A **Andrés** con todo mi amor, porque siempre estás en los momentos difíciles, por brindarme todo tu apoyo en cada paso, por confiar en mí y por impulsarme en cada meta propuesta, te amo.

A mi madre **María Herrera**, la mujer más hermosa y extraordinaria que conozco, por todo su amor infinito y la confianza otorgada en cada etapa de mi vida.

A mi padre **Moisés Posadas** por sus sabios consejos, su apoyo y comprensión incondicional en la vida y por su amor que cada día me brinda.

A mi hermana **Marlen** por ser mi amiga y confidente en todo momento, por nunca permitirme tirar la toalla y por brindarme siempre tu apoyo.

A mi hermano **Fredy** y familia, por estar en mi vida y formar parte de este logro.

## CONTENIDO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	x
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	xi
<b>INTRODUCCIÓN GENERAL</b> .....	1
<b>2. Objetivos</b> .....	4
2.1. Objetivo general.....	4
2.2. Objetivos específicos.....	4
<b>3. Hipótesis</b> .....	4
3.2. Hipótesis general.....	4
3.3. Hipótesis particulares.....	4
<b>4. Revisión de literatura</b> .....	5
4.1. Conocimiento tradicional y diversidad biológica.....	5
4.2. Recursos genéticos y pérdida de diversidad.....	7
4.3. Conservación de recursos genéticos.....	8
4.4. El cultivo del manzano en México.....	10
<b>5. Literatura citada</b> .....	11
<b>CAPÍTULO I. SITUACIÓN ACTUAL Y CONOCIMIENTO LOCAL ASOCIADOS AL CULTIVO DE MANZANA EN ZACATLÁN, PUEBLA, MÉXICO.</b> .....	18
1.1. Resumen.....	18
1.2. Abstract.....	19
1.3. Introducción.....	20
1.4. Materiales y métodos.....	22
1.4.1. Área de estudio.....	22
1.4.2. Metodología.....	23
1.5. Resultados y discusión.....	24
1.5.1. Factores relacionados con el conocimiento tradicional del cultivo del manzano.....	24
1.5.2. Estructura y organización del grupo doméstico.....	28
1.5.3. Grupos domésticos campesinos, agricultura y fruticultura en Zacatlán.....	29
1.5.4. El cultivo de la manzana en la fruticultura de Zacatlán.....	30
1.5.5. Usos y valores agregados a la fruta de manzana.....	32

1.5.6. La resignificación del conocimiento tradicional en el manejo productivo del manzano a partir de sus viejas y nuevas prácticas. ....	34
1.5.7. Problemas en el cultivo del manzano: retos a los saberes tradicionales y a la investigación.....	39
1.6. Conclusiones .....	45
1.7. Literatura citada .....	47
<b>CAPÍTULO II. AMPLIA DIVERSIDAD FENOTÍPICA Y BIOQUÍMICA DE MANZANA ES ENCONTRADA EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA, MÉXICO.</b> .....	54
2.1. Resumen.....	54
2.2. Abstract .....	55
2.3. Introducción .....	56
2.4. Materiales y métodos .....	57
2.4.1. Material vegetal .....	58
2.4.2. Descriptores morfológicos .....	60
2.4.3. Descriptores Bioquímicos .....	62
2.4.4. Análisis estadístico .....	62
2.5. Resultados .....	63
2.6. Discusión .....	68
2.7. Conclusión .....	71
2.8. Literatura citada .....	72
<b>DISCUSIÓN GENERAL</b> .....	78
1. Literatura citada.....	81
<b>CONCLUSIONES GENERALES</b> .....	83

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1. 1.** Ubicación del área de estudio, municipio y comunidades donde se aplicaron las entrevistas a productores de manzana..... 23
- Figura 1. 2.** Características de productores informantes relacionados con el cultivo de manzano en la región de Zacatlán, Puebla. .... 26
- Figura 1. 3.** Variedades reportadas por manzaneros de Zacatlán Puebla. .... 35
- Figura 1. 4.** Problemas que enfrenta la cadena de valor del manzano en Zacatlán, Puebla..... 40

### CAPÍTULO II

- Figura 2. 1.** Dendrograma obtenido del análisis de agrupamiento con el método de Ward de 103 árboles de manzana del municipio de Zacatlán, Puebla. .... 67

## LISTA DE CUADROS

### CAPÍTULO II

<b>Cuadro 2. 1.</b> Relación de árboles caracterizados en cinco localidades del municipio de Zacatlán, Puebla. ....	59
<b>Cuadro 2. 2.</b> Medias de grupos de variación de manzana del municipio de Zacatlán, Puebla. ....	64

## INTRODUCCIÓN GENERAL

### 1. Planteamiento del problema

México es considerado un país megadiverso debido a la cantidad y variabilidad de sus recursos naturales. Ocupa el cuarto lugar en diversidad a nivel mundial, con alrededor de 26,000 especies de plantas (Mittermeier y Goettsch, 1992); sin embargo, también se han reportado 26 especies vegetales como desaparecidas o posiblemente extintas en el país (Baena *et al.*, 2008). Desde hace 50 años, aproximadamente, esta disminución de material vegetal ha ido en constante aumento (Dapena *et al.*, 1991), lo cual genera una preocupación mundial por su pérdida acelerada. La pérdida de biodiversidad se debe principalmente a la imposición de homogeneidad en lugar de diversidad (por ejemplo en los monocultivos), tanto biológica como cultural (Álvarez, 2001); este proceso modernizador ocurrido en el campo, también ocasionó la pérdida del conocimiento transmitido y conservado oralmente, de las culturas campesinas anteriores a las actuales (Guzmán-Casado *et al.*, 2000).

La gran diversidad biológica y cultural con la que cuenta México, nos lleva a considerar la importancia que tiene el asignar las más altas prioridades a la conservación de recursos fitogenéticos (Mittermeier y Goettsch, 1992) y saberes locales.

Entre las acciones que se proponen para la conservación de recursos genéticos a nivel internacional, destacan los estudios de diversidad de especies vegetales, la documentación de los conocimientos locales o tradicionales, su relación con la diversidad así como su contribución a la seguridad alimentaria y a la conservación del medio ambiente (Rivas, 2001), pues indudablemente la participación de los grupos humanos ha propiciado la conservación y preservación de recursos

genéticos vegetales durante muchas generaciones, gracias a su conocimiento tradicional (Vilamajó *et al.*, 2011).

Actualmente el conocimiento campesino es una fuente de información importante, sustentado en la experiencia sobre el manejo de los sistemas de producción tradicional y el amplio conocimiento integral de los recursos genéticos, a tal grado que responde a las necesidades básicas de los campesinos y al mismo tiempo representa su estilo de vida, en el que se sintetiza su evolución cultural (Morán, 1993).

El conocimiento tradicional incluye elementos básicos para conservar la biodiversidad, en sus agroecosistemas contienen reservas *in situ* de especies autóctonas e introducidas que demuestran la importancia de la diversidad genética, lo que evidencia sus aportes como parte de su estrategia productiva sustentable para la reconstrucción de una agricultura moderna (Altieri *et al.*, 1987).

Por estos motivos, el conocimiento campesino formaría parte de un concepto amplio de biodiversidad que englobaría tanto la diversidad genética propiamente dicha, como los factores que hacen posible su desarrollo y mantenimiento (Soriano *et al.*, 2012).

A pesar de que se reconoce la importancia del conocimiento ancestral de los agricultores, el cual se ha transmitido oralmente generación tras generación y se enriquece con el paso del tiempo; en pocas ocasiones ha sido consignado de forma escrita o ha sido considerado de interés para el ámbito científico (Carrascosa *et al.*, 2011).

Sin embargo, recientemente la comunidad científica ha enfatizado en el problema de la falta de caracterización y evaluación de recursos genéticos (Abadie y Berretta, 2001), así como la necesidad de documentar el conocimiento tradicional de los productores para preservar el conjunto de saberes, creencias y costumbres que son consistentes entre sí.

A pesar de que existen estudios donde se ha encontrado que el conocimiento campesino ha

favorecido el uso, manejo y conservación de numerosos recursos genéticos, se carece de información suficiente de todas las especies manejadas por los campesinos en sus distintos agrosistemas.

En el municipio de Zacatlán, Puebla, México, el manzano es una de las especies de mayor importancia económica y cultural, se ha venido cultivando desde hace más de cuatro siglos, introduciendo y generando un gran número de variedades, además de la existencia de un amplio conocimiento local sobre su producción, ayudando a la conservación y evitando la pérdida acelerada de su diversidad. Pero desafortunadamente no se cuenta con el registro de la diversidad existente y la documentación del conocimiento local generado, por lo anterior en la presente investigación se buscó responder a las siguientes preguntas: ¿Cuál es el conocimiento local de los productores sobre el cultivo de manzana en el municipio de Zacatlán, Puebla?, ¿Cuál es la diversidad fenotípica y bioquímica de manzana existente en el municipio de Zacatlán?

En la presente investigación se planteó contribuir con la documentación del conocimiento local en torno al manejo y la diversidad de la manzana en Zacatlán, Puebla, a través de dos capítulos, en el primero se aborda la documentación del conocimiento campesinos a través de explorar los componentes y dinámicas del manejo del cultivo de la manzana, enfatizando la relación entre perfiles socioeconómicos de productores e integrantes de sus grupos domésticos y sus unidades de producción y el segundo versa sobre la caracterización fenotípica y bioquímica de variedades de manzana para identificarlas a través de sus caracteres agronómicos sobresalientes. Finalmente se presentan una discusión y conclusión general donde se plasmaron los principales aportes de la investigación y su importancia en el ámbito social y científico.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo general**

Documentar el conocimiento local de agricultores sobre el cultivo de manzana y su relación con la diversidad de los materiales vegetales e identificar y caracterizar variedades de manzano que se desarrollan en Zacatlán, en la Sierra Norte del estado de Puebla, México.

### **2.2. Objetivos específicos**

Documentar el conocimiento tradicional que los productores conservan y usan sobre el cultivo de manzana en el municipio de Zacatlán, Puebla, para conocer su relación con la diversidad de las variedades identificadas.

Identificar y caracterizar fenotípica y bioquímicamente las variedades de manzano cultivadas en el municipio de Zacatlán, Puebla.

## **3. Hipótesis**

### **3.2. Hipótesis general**

Existe gran diversidad de materiales de manzano en el municipio de Zacatlán, Puebla, asociada con el conocimiento tradicional de los productores.

### **3.3. Hipótesis particulares**

La diversidad de variedades de manzano existentes en Zacatlán, Puebla y su conservación *in situ*, están fundamentadas en el conocimiento de los campesinos.

En la región de Zacatlán, Puebla, existe un gran número de variedades de manzano con amplia variabilidad fenológica y bioquímica.

## **4. Revisión de literatura**

### **4.1. Conocimiento tradicional y diversidad biológica.**

El conocimiento tradicional es el conjunto de saberes y prácticas generadas, seleccionadas y acumuladas colectivamente durante milenios mediante las distintas capacidades de la mente humana, que se guardan en la memoria de la gente y se transmiten de generación a generación por vía oral, práctica y en algunos casos escrita (Luna-Morales, 2015).

Los conocimientos tradicionales consideran la relación del ser humano con la naturaleza (Funes, 2015); esta sabiduría ancestral acumulada, permite la autosuficiencia alimentaria aún en condiciones adversas (Gómez-Espinoza y Gómez-González, 2006), pues en muchas áreas los campesinos cultivan sus variedades locales. En la práctica conservan y desarrollan la diversidad genética de las plantas que cultivan, a través de la selección dirigida a favorecer diversas características de interés. Los sistemas de conocimiento campesino constituyen memorias sobre aspectos prácticos y estratégicos en torno a procesos de acceso, uso, manejo y control de diversos recursos, dirigidos no sólo a la producción, sino también a la movilidad de los productos para el consumo y el mercado, para su almacenaje y transformación. Estos procesos implican profundos saberes sobre el medio ambiente, las necesidades fisiológicas de los cultivos, las condiciones para su conservación y los sistemas de agregación de valor.

Esos conocimientos campesino se materializan en el establecimiento, manejo y conservación de huertos familiares: procesos en los que están involucrados los miembros de la familia (Gutiérrez-Rangel *et al.*, 2011).

Esta coevolución se origina por la relación entre los seres humanos y la naturaleza (Guzmán-Casado *et al.*, 2000), es un conjunto complejo de conocimientos objetivos y de creencias útiles para manejar los ecosistemas (Ocampo, 2004).

Los conocimientos campesinos a los que se hace referencia en este trabajo, serán sobre todo a los contenidos de la sabiduría de campesinos e indígenas, fundados en una estrecha relación con sus recursos naturales. Esto hace que tengan una forma única de concebirlos y nombrarlos, siendo una visión diferente a la de los técnicos (González, 2008). El conocimiento que poseen los campesinos los habilita para desenvolverse mejor bajo condiciones adversas, ecológicas o de mercado y lograr sus objetivos de producción (Netting, 1993; Pimbert, 1995).

Hoy en día, la tendencia a reconocer el valor de los conocimientos tradicionales va en aumento; pues no sólo es valioso para los que dependen de él en su vida diaria, sino también para la industria moderna y para la agricultura. Muchos productos que se utilizan ampliamente, como los medicamentos a base de plantas, otros compuestos para la salud, cosméticos, etc., se originaron a partir de los conocimientos tradicionales.

Esos conocimientos muestran una relación íntima con las necesidades de reproducción de los grupos domésticos, donde la diversidad de sus cultivos, que en el fondo es diversidad genética, juega un papel central en el aseguramiento de los mínimos necesarios, tanto para la reproducción de sus familias, como para cubrir las necesidades en sus estrategias de reproducción social, que no sólo son de consumo alimenticio, sino que se extienden a la ritualidad, la comunalidad o del *estatus* social. En general, la memoria o saberes campesinos expresan el uso múltiple de la diversidad, la cual no es estática, sino dinámica; por ello, se considera que es el resultado de experiencias cotidianas, constantemente actualizadas, con profundos antecedentes acumulados por cientos o tal vez miles de años, vinculados con el origen de la agricultura.

El conocimiento campesino mantiene un profundo apego a la diversidad, que a la vez se deriva como parte de sus prácticas de selección, en movimientos tácticos y estratégicos dirigidos a obtener los mejores resultados en el aprovechamiento de los recursos naturales (Gutiérrez-Rangel *et al.*,

2011) y en su conservación a través del tiempo.

Los saberes campesinos se sostienen en una memoria cuyas raíces parten de conocimientos indígenas ancestrales y resignificados, de profunda y amplia complejidad, que impactan favorablemente en el mantenimiento de la biodiversidad. Así, se reconoce un paradigma más sustentable que el favorecido por el modelo productivista y la agricultura de insumos externos. Por ello, es fundamental reconocer al conocimiento o saberes indígenas y campesinos como un patrimonio de esos grupos y pueblos, el cual está aún presente en la contemporaneidad a partir de mecanismos que lo heredan, transmiten e incentivan a su aprendizaje.

#### **4.2. Recursos genéticos y pérdida de diversidad**

El planeta tierra desde su origen ha pasado por procesos evolutivos que propiciaron gran diversidad de especies adaptadas a diferentes condiciones ambientales; de ese modo se generó un enorme banco de genes, de germoplasma y de biomasa. La riqueza de esta biodiversidad tiene un valor incalculable, pues es el patrimonio natural resultado de miles de años de evolución (Herrera y Rodríguez, 2004). Los recursos fitogenéticos que comprenden esta diversidad biológica están compuestos por especies de valor actual o potencial (Berretta *et al.*, 2010). Son la base de la seguridad y soberanía alimentaria del mundo y la materia prima para el desarrollo de nuevas variedades adaptables a ambientes cambiantes y diferentes, para cubrir las exigencias de una agricultura más moderna (Pérez *et al.*, 2016), además de ser imprescindibles en el desarrollo de nuevos productos medicinales o industriales (Rodríguez *et al.*, 2009).

A nivel mundial, se estima que existen entre 7 y 100 millones de especies, pero sólo se han descrito y se conocen alrededor de 1 740 000 (Martínez-Meyer *et al.*, 2014). De éstas, sólo alrededor de 15 especies de plantas proveen el 90% de la alimentación humana (CEPAL, 2016). Aunque estas cifras pueden producir la impresión de que la humanidad puede sobrevivir perfectamente

utilizando muy pocas especies, la realidad es que la existencia humana depende de gran número de especies biológicas (González, 2006).

En el último siglo se ha perdido el 75% de la diversidad que existía en los cultivos más importantes del mundo. En Estados Unidos han desaparecido 81% de las variedades de tomate, 86% de las de manzana, 94% de las de chícharo y el 95% de las de col (Esquinas-Alcázar, 1993). La pérdida de estos recursos fitogenéticos es un proceso irreversible que supone una grave amenaza para la estabilidad de los ecosistemas, el desarrollo agrícola y la seguridad alimentaria (Martin, 2001); pues son la fuente insustituible de caracteres heredables con relación a la adaptación a condiciones ambientales, la resistencia a enfermedades y plagas, la calidad nutritiva y la productividad (Iriando, 2001).

Hoy en día, la necesidad de preservar estos recursos es aceptada de forma generalizada e implica numerosos aspectos en las estrategias de conservación, que van desde los técnicos hasta los políticos (Martín, 2001).

### **4.3. Conservación de recursos genéticos**

La conservación de los recursos genéticos contribuye a la diversidad genética vegetal, que incluye tanto la combinación de especies que constituyen un ecosistema, como el número de variedades dentro de una especie (Eyzaguirre *et al.*, 2004). El conocimiento de la diversidad es la base de la conservación y uso de recursos genéticos, pero frecuentemente es desconocida en algunos países y regiones (Segura *et al.*, 2009). La conservación de recursos genéticos incluye los métodos que capten la mayor diversidad de genotipos, así como el uso de técnicas de conservación y posterior multiplicación que mitiguen su pérdida a través del tiempo (Bonilla *et al.*, 2015).

Existen dos formas de conservar los recursos genéticos “*ex situ*” e “*in situ*”. La primera implica la conservación de las especies y sus variantes fuera de sus respectivos entornos. Por el contrario la segunda se refiere a la conservación de las especies y sus variantes en los entornos ecológicos naturales y culturales en los que han desarrollado (Iriondo, 2001). La conservación *in situ* también se complementa con la participación de agricultores en sus huertas o parcelas; al conservar sus variedades locales mediante la aplicación del conocimiento tradicional, las comunidades tienen acceso directo a esta diversidad y favorecen el mantenimiento de materiales diversos en ambientes diferentes (Lobo y Medina, 2009).

El primer paso para la conservación y los programas de mejoramiento es la identificación, documentación y caracterización de especies, para así conservar los recursos genéticos (Hernández-Villareal, 2013). La diversidad genética puede analizarse utilizando caracteres morfológicos, generalmente cuantitativos, o bien utilizando marcadores moleculares (González, 2001).

México, por ser un país megadiverso debe tener una prioridad en la investigación sobre la caracterización de germoplasma vegetal (Ramamoorthy *et al.*, 1993). Por ello, nuestro país forma parte de un tratado internacional para conservar los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, que suscribió en 2001 la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

También se han emprendido acciones para proteger los recursos y sus productos derivados, coordinados por el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) (Laguna *et al.*, 2006). Así como otros organismos nacionales que desarrollan proyectos de conservación dentro de los que destacan el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT), el Centro Internacional de

Agricultura Tropical (CIAT) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (Aldate *et al.*, 2006).

#### **4.4. El cultivo del manzano en México**

México, como uno de los países con alta diversidad en el planeta, posee gran cantidad de especies, variabilidad biológica, genética y múltiples ecosistemas (Álvarez-Vargas *et al.*, 2006). Borys y Leszczyńska-Borys (2001) señalan que en México se desarrollan 712 especies frutícolas, de esa cifra 620 especies se cultivan localmente en huertos familiares. Del total de frutales cultivados en México 20 corresponden a clima templado y 35 a clima tropical y subtropical; dentro de los frutales templados más sobresalientes se encuentra el manzano (Villegas y Mora, 2011).

La manzana es uno de los frutales más cultivados e importantes en el mundo (Cerde-Tapia *et al.*, 2015). Es una de las especies de fruta dulce de mayor difusión a escala mundial debido a su facilidad de adaptación a diferentes climas y suelos, su valor alimenticio, nutricional, terapéutico, calidad y diversidad de productos industriales (Morillo *et al.*, 2016).

México ocupa el vigésimo lugar en producción de manzana a nivel mundial (FAOSTAT<sup>1</sup>, 2016). Durante 2016, en una superficie de 58,528 ha, produjo 716,930 t. Los principales estados productores de México son Chihuahua, Durango y Puebla; éste último ocupa el tercer lugar con una producción de 37,114 t (SIAP<sup>2</sup>, 2017). A nivel estatal, el municipio de Zacatlán ocupa el primer lugar en producción de esta especie. La importancia del cultivo en el municipio data de la época de la colonización española (Benítez, 2016), ya que en esa época se entregaron las primeras plantas de manzana a los habitantes del lugar. Más tarde los pobladores iniciaron plantaciones con

---

<sup>1</sup> Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics Division.

<sup>2</sup> Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

fines comerciales, e introdujeron las variedades conocidas como ‘Calvilla’, ‘Marsellesa’, ‘Carreta’, ‘Reina de España’, ‘Rayada’, ‘Cera’ y ‘Ceniza’ (Pérez, 2005).

Después de más de 400 años de conservación y reproducción de manzana en el municipio, ante la intensificación e introducción de variedades mejoradas que desplazaron a materiales acriollados con alta variabilidad genética y bien adaptados a su ambiente local, es difícil saber cuántas variedades de manzano existieron, las que se han perdido y las que subsisten, debido al paso del tiempo, la amplitud del área de adaptación y las dificultades de acceso; sin embargo, es importante generar información que sirva de punto de partida para futuras investigaciones que contribuyan a desarrollar el cultivo de manzana en la región, que considere los recursos genéticos y el conocimiento local existente.

## **5. Literatura citada**

- Abadie T. y Berretta A. 2001. Caracterización y evaluación de recursos fitogenéticos. En: Berrera A. y Rivas M. (coords), Estrategia en Recursos Fitogenéticos para los Países del Cono Sur. Instituto interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA. San José, Costa Rica. pp. 91-100.
- Aldate, J.M.F., Magali M. y Candeira C. 2006. El estado del arte de los recursos genéticos en las Américas: Conservación, caracterización y utilización. PROCITROPICOS, FORAGRO, IICA. Brasilia, Brasil, 51 p.
- Altieri, M. A., Anderson M.K. y Merrick L.C. 1987. Peasant agriculture and the conservation of crop and wild plant resources. *J. Soc. Conservation Biology* 1, 49-58.
- Álvarez, F.N. 2001. La diversidad biológica y cultural, raíz de la vida rural. *Biodiversidad Sustento y Cultura* 27: 11-15.

- Álvarez-Vargas, J. E., Alia-Tejacal I., López-Martínez V., Acosta-Durán C.M. y Andrade-Rodríguez M. 2006. Caracterización de frutos de caimito (*Chrysophyllum cainito* L.), en el estado de Morelos. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 12(2):217–221.
- Baena, M.L., Halffter G., Lina-Noriega A. y Soberón J. 2008. Extinción de especies. *En*: Soberón J., Halffter G., y Llorente-Bousquets J. (eds) *Capital natural de México, Vol. 1, Conocimiento actual de la biodiversidad*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F. pp. 263-282.
- Benítez, U.M.P. 2016. Noticias sobre el convento Franciscano de San Pedro y San Pablo, Zacatlán, Puebla. *En*: Ann R.R (ed), *Arte, Cultura y Poder en la Nueva España*, Instituto de Estudios Auriseculares (IDEA), New York, pp. 173-188.
- Berretta A., Albín A., Díaz R., Gómez P. 2010. Recursos fitogenéticos: Desafíos y oportunidades. *In*: Berretta, A., M. Rivas (coords), *Estrategias en los recursos fitogenéticos para los países del cono sur*, PROCISUR/IICA, Montevideo, Uruguay, pp. 7-20.
- Bonilla M.M, Mancipe C. M. y Aguirre A.C. 2015. Conservación *in vitro*: una perspectiva para el manejo de los recursos fitogenéticos. *Revista de investigación Agraria y Ambiental* 6(1):67-81.
- Borys M. W., Leszczńska-Borys H. 2001. El potencial genético frutícola de la República Mexicana. Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX, S. C. Coatepec Harinas, Estado de México, 99 p.
- Carrascosa, M., García-Muñoz T., Sanz I. y Soriano J.J. 2011. Guía de conocimiento sobre utilización y manejo tradicional ligadas a las variedades autóctonas. Vol. 1. Red Andaluza de Semillas “Cultivando Biodiversidad”, Sevilla, España, 172 p.

- CEPAL, Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 2016. Seguridad Alimentaria, nutrición y erradicación del hambre CELAC 2025: Elementos para el debate y la cooperación regionales. Santiago, Republica Dominicana, 97 p.
- Cerda-Tapia, A., Pérez-Chabela M.L, Pérez-Álvarez J.Á., Fernández-López J. y Viuda-Martos M. 2015. Valorization of pomace powder obtained from native Mexican apple (*Malus domestica* var. *rayada*): Chemical, techno-funcional and antioxidant properties. *Plant Foods for Human Nutrition* 7(3):310-316.
- Dapena de la Fuente, E., Coque M. F., Mangas J.J.A., Blanzquez M.D. N. 1991. Programas de investigación en manzana de sidra del Centro de Experimentación Agraria del principado de Asturias, *Fruticultura Profesional* 38:43-47.
- Esquinas-Alcázar, J.T. 1993. Plant Genetic Resources. *In*: Hayward, M.D., N.O Bosemark & I. Romagosa (eds.), *Plant Breeding: Principles and prospects*, Chapman & Hall, London, pp. 33-51.
- Eyzaguirre, P., McCarthy N., Di Gregorio M. y Dennis E. 2004. Acción colectiva y derechos de propiedad para el desarrollo sostenible. *En*: Meizen-Dick R.S. y Di Gregorio M. (eds) *Acción Colectiva y Derechos de Propiedad para el Desarrollo Sostenible. Perspectiva General*, Washington D.C, US. pp. 21-23.
- FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Sstatistics Division.2016. Rendimiento y producción de manzana a nivel mundial año 2016. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>. Consultado en enero 2018.
- Funes F. 2015. Bases científicas de la Agroecología. *En*: Aguilar, A.F., *Sembrando en Tierra* (eds) Viva. Manual de Agroecología. La Habana, Cuba, pp. 7-27.

- Iriondo, J.M. 2001. Conservación de recursos fitogenéticos. *En: González-Andrés, F. y Pita Villamil J.M. (eds.), Conservación y caracterización de recursos fitogenéticos, INIA. Valladolid, España pp. 15-31.*
- Gómez-Espinoza J.A. y Gómez-González G. 2006. Saberes tradicionales agrícolas indígenas y campesinos: rescate, sistematización e incorporación a la IEAS. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable Ra Ximhai* 2(1):97-126.
- González A.F. 2001. Caracterización morfológica. *En: González A.F y J.M. Pita V. (eds), Conservación y caracterización de recursos fitogenéticos. I.N.E.A. Valladolid, España, pp. 199-217.*
- González, J.M.G. 2006. Biodiversidad agrícola y erosión genética. Especies exóticas invasoras en Andalucía. España, pp. 158-167.
- González, M.V. 2008. Agroecología: saberes campesinos y la agricultura como forma de vida, Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México, pp. 3-7.
- Gutiérrez-Rangel, N., Medina-Galicia A., Ocampo-Fletes I., López P. A. y Pedraza-Santos M.E. 2011. Conocimiento tradicional del “cuatomate” (*Solanum glaucescens* Zucc) en la Mixteca Baja Poblana, México. *Revista Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 8(3):406-420.
- Guzmán-Casado, G., González de Molina M. y Sevilla-Guzmán E. 2000. Introducción a la agroecología como desarrollo rural sostenible. Mundi Prensa, Madrid España. 535 p.
- Hernández-Villareal, A.E. 2013. Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Revista Bio Ciencias*, 2(3):113-118.
- Herrera, V.S. y Rodríguez Y.E. 2004. Etnoconocimiento en Latinoamérica: apropiación de recursos genéticos y bioética. *Acta Bioethica*, 10(2):181-190.

- Laguna C.A., Guadarrama-Guadarrama M.E., Arenas-Julio Y.R. y Delgado M.R. 2006. Aplicación de la guía de descripción varietal de dalia (*Dahlia* spp) en la caracterización de clones seleccionados. *Ciencias Agrícolas Informa*, 4:24-29.
- Lobo M.A. y Medina C. I. 2009. Conservación de recursos genéticos de la agrobiodiversidad como apoyo al desarrollo de sistemas de producción sostenibles. *Revista Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 10 (1):33-42.
- Luna-Morales C.D.C. 2015. Ciencia, conocimiento tradicional y etnobotánica. *Revista Etnobiología*, 2(1):120-136.
- Martín, I.M. 2001. Conservación de Recursos Fitogenéticos. Hoja Divulgadora Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, N° 2114 HD, pp. 1-28.
- Martínez-Meyer, E., Sosa-Escalante J.E. y Álvarez F. 2014. El estudio de la biodiversidad en México: ¿Una ruta con dirección? *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85:1-9.
- Mittermeier, R.A. y Goettsch de Mittermeier C. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. *En: Sarukhán J. y R. Dirzo (eds). México ante los retos de la biodiversidad*, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F. pp. 43-55.
- Morán F.E. 1990. A ecologia humana das populações da Amazonia. Editoria Vozes, Petrópolis, Brazil, 367 p.
- Morillo-Coronado A.C., Morillo-Coronado Y., González-Medina L.A., Ávila I.A. M. 2016. Análisis interespecifico de la diversidad genética en *Pyrus spp.* y *Malus spp.* *Revista Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(1):69-77.
- Netting, R. M. 1993. Smallholders, householders: Farms, families and the ecology of intensive, sustainable agriculture. Stanford, US, Stanford University Press, pp. 1-382.

- Ocampo, I.F. 2004. Gestión del agua y sustentabilidad de los sistemas de pequeño riego. El caso canal San Félix, Atlixco, México. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. España. 327 p.
- Pérez, B.V.L. 2005. Análisis de producción y comercialización de manzana en Puebla. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo Coahuila, México. 93 p.
- Pérez, C.M., Tovar M.R.G., Obispo Q. G., Legorreta F.P. y Ruiz J.A.C. 2016. Recursos genéticos del algodón en México: conservación *ex situ*, *in situ* y su utilización. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 7(1):5-16.
- Pimbert, M. P. 1995. La necesidad de otro paradigma de investigación. *Biodiversidad*, 6:3-7.
- Ramamoorthy, T.P., Bye R., Lot A. y Fa J. 1993. Biological diversity of Mexico. Origins and distribution. Oxford University Press. Nueva York EEUU. 812 p.
- Rivas, M. 2001. Conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos. *In*: Berreta, A. y M. Rivas (eds). Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. IICA-PROCISUR. Montevideo, Uruguay. pp. 65-78.
- Rodríguez-Amaya R., Montes-Hernández S., Rangel-Lucio J.A., Mendoza-Elos M., Latournerie-Moreno L. 2009. Caracterización morfológica de la calabaza pipiana (*Curcubita argyrosperma* Huber). *Agricultura Técnica de México*, 35(4):379-389.
- Segura, S. L., Zavala D.R., Equihua C.C., Andrés J. A., Yopez E.T. 2009. Los recursos genéticos de frutales en Michoacán. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 15(3):297-305.
- SIAP. 2017. Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera. [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do). Consultado en enero 2018.

- Soriano, J. J., Carrascosa M., González J., García T. E., Sanz I. 2012. Mejora agroecológica participativa (MAP) y biodiversidad agrícola. Aplicación de la investigación-acción participativa al manejo de las variedades tradicionales en Andalucía. *Agroecología* 7(2):21-30.
- Vilamajó A.D., Gispert M.C., Vales M.A.G., González A. E., Rodríguez H. G. 2011. Los huertos familiares como reservorios de recursos fitogenéticos arbóreos y patrimonio cultural en rayón, México y el volcán, Cuba. *Etnobiología*, 9 (1):22-36.
- Villegas, A. M. y Mora A. A. 2011. Advances in México fruit culture. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(1):179–186.

## **CAPÍTULO I. SITUACIÓN ACTUAL Y CONOCIMIENTO LOCAL ASOCIADOS AL CULTIVO DE MANZANA EN ZACATLÁN, PUEBLA, MÉXICO.**

### **1.1. Resumen**

La presente investigación muestra cómo cultivadores de manzana en Zacatlán, Puebla, de origen indígena y campesino, contribuyen de manera directa a la conservación y diversidad de esa especie. Ello se fundamenta a través de los resultados obtenidos de 20 entrevistas a integrantes de la Asociación CUFRUZAC, cuya edad promedio fue de 64 años, más de dos terceras partes con baja escolaridad y pertenecientes a generaciones cultivadoras de manzana, donde es notoria la participación femenina. Pese a que se evidencia un problema grave de relevo generacional, se descubre una tendencia que asegura su conservación y producción por las generaciones futuras, puesto que este cultivo aún posee un alto valor cultural, alimentario, económico y un sólido sistema de saberes que lo sostiene. La pervivencia del conocimiento campesino generacional se advierte, entre otras cosas, por la existencia de árboles de manzano con edades superiores a los 100 años, la vigencia de manejo de esta especie bajo sistemas de policultivo y por la presencia dinámica de por lo menos 40 variedades. Sin embargo, también se indica la pérdida de diversidad, al no verificarse la existencia de cinco de ellas, durante el trabajo de campo, además de la incidencia de problemas serios relacionados con bajos rendimientos, problemas fitosanitarios y precios precarios en el mercado regional. Se sugiere reforzar procesos que potencien el diálogo de saberes intergeneracionales, el reforzamiento de sus organizaciones y continuar con este tipo de estudios.

**Palabras clave:** Campesino, conservación, diversidad, pérdida de diversidad, variedades.

## **1.2. Abstract**

This research shows how apple growers in Zacatlan, Puebla, with origin indigenous and peasant, contribute directly to the conservation and diversity of this species. This is based through the results of 20 interviews to members of the Association CUFRUZAC, whose average age was 64 years, more than two-thirds with low scholar education and belonging to generations of growers of apple, where female participation is notorious. Despite the fact that there is a serious problem of generational change, there is a trend that ensures their conservation and production by future generations, since this crop still has a high cultural value as food, and a robust system of knowledge that sustains it. The survival of the peasant knowledge through generations is evidenced, among other things, by the existence of apple trees over 100 years, the effective management of this species under polyculture systems and by the dynamic presence of at least 40 varieties. However, it also indicates the lost of diversity, as it was not verified the existence of five varieties during field work, in addition to the incidence of serious problems related to phytosanitary problems, low yields and prices in the regional market. It is suggested to strengthen processes that enhance the intergenerational dialog of knowledge, and strengthening of growers organizations and to continue with this type of studies.

**Key words:** Conservation, diversity, diversity loss, farmer, varieties.

### 1.3. Introducción

En diversas partes del mundo y de México, indígenas y campesinos contribuyen de manera directa a la conservación y diversidad de recursos genéticos vegetales, a través de prácticas de manejo que expresan sistemas de conocimientos complejos; los cuales han sido denominados y teorizados como conocimiento tradicional, saberes autóctonos, conocimientos campesinos, conocimiento local, conocimiento indígena, sabiduría campesina o local, e incluso como conocimiento popular (Rodríguez *et al.*, 2010, Sámano, 2013).

Los conocimientos sobre los recursos naturales que poseen indígenas y campesinos son dinámicos, pues al paso de su transmisión y práctica generacional, y a través del contacto con otros sistemas de saberes se resignifican y enriquecen. Vandermeer y Perfecto (2013) plantean que su fundamento es la experiencia e intercambio, además de que constituyen un mecanismo central en la reproducción social indígena y campesina. Según Altieri y Nicholls (2013), el conocimiento campesino forma parte de la búsqueda de alternativas para incrementar la capacidad de respuesta de los mismos a la variabilidad y cambio ambiental, así como a las restricciones sociales y económicas.

Sámano (2013) lo identifica como una forma de resiliencia ante la modernidad globalizadora, que trata de desaparecerlos y exterminarlos. Pese a que los conocimientos referidos se encuentran en un peligro constante frente a los avances de modernizadores de la agricultura, autores como Abasolo (2011) sostienen que se fortalecen a través del tiempo, evidenciando la importancia de su transmisión generacional oral y mediante su práctica cotidiana.

Los conocimientos tradicionales que manejan los indígenas y campesinos para realizar la agricultura en México están aún ligados a herencias ancestrales y van más allá de producir sólo para el autoconsumo, de seleccionar o conservar sus propias semillas. Abarcan un abanico de

acciones, entre ellas la organización y definición de responsabilidades según el género y la generación (Kabber, 1998); así, el ejercicio de habilidades, tales como el reconocimiento de sus variedades, valoración de sus aptitudes y de sus adecuaciones, tanto a las condiciones de producción como a las necesidades de autoconsumo; e incluso a preferencias o necesidades del mercado, se ven influidas por esos y otros factores (Soriano *et al.*, 2012).

De esta forma los sistemas cognitivos campesinos, organizados por las categorías sociales y enriquecidas a través de la experiencia, median en las preferencias, momentos, manejos y materiales a cultivar, reproducir o privilegiar. Por ejemplo (Gil-Muñoz *et al.*, 2004) han demostrado que en maíz las variedades autóctonas, o aquellas definidas por ellos mismos como “acriolladas”, son preferidas en lugar de las recomendadas por centros de investigación y las “comerciales”. Ello evidencia que indígenas y campesinos han acumulado un vasto conocimiento sobre el cultivo de sus materiales, los nichos ecológicos, en los que practican su agricultura, y saben, más que nadie, como trascienden sus decisiones en su reproducción social.

En varias investigaciones como las de Caetano *et al.* (2015), Hernández y Martínez (2016), Rivero *et al.* (2016) y Sánchez *et al.* (2015), se ha documentado la importancia agrícola, genética, económica y cultural de los conocimientos indígenas y campesinos. Rodríguez *et al.* (2010) destacan sus contribuciones a la ciencia, en los campos de la comprensión de la agricultura, la utilidad de los recursos naturales, los impactos al medio ambiente y a la salud. Sin embargo, aún falta mucho por hacer, sobre todo en relación con la forma en que esos conocimientos se asocian a la utilización y mantenimiento de la diversidad biológica mediante su cultivo y conservación *in situ*, pero también en la promoción de mecanismos que eviten su expropiación y fomenten su repatrimonialización por parte de los grupos campesinos o pueblos originarios.

Entre la gama de cultivos que requieren mayor investigación y política pública, que garanticen no

sólo mayor conocimiento *per se*, sino alternativas viables y pertinentes a las estrategias de reproducción social indígena y campesina, está el de la manzana (*Malus domestica* Borkh), el cual, después de más de 400 años de haberse introducido a México, a través de la colonización española, se encuentra amenazado por los deseos crecientes de modernización de la agricultura, cuyos impactos se encuentran en la fragilización de la diversidad de la especie. Ese fenómeno se advierte tanto a nivel mundial como regional. Según Hawkes *et al.* (2000), entre los años 1804 a 1904, se habían documentado alrededor de 7,098 variedades de manzana, pero a fines del siglo XX había desaparecido alrededor del 86%. La situación de esta especie en México y de las regiones consideradas manzaneras no ha sido documentada y requiere de atención en investigación y acciones que prevengan su pérdida de diversidad.

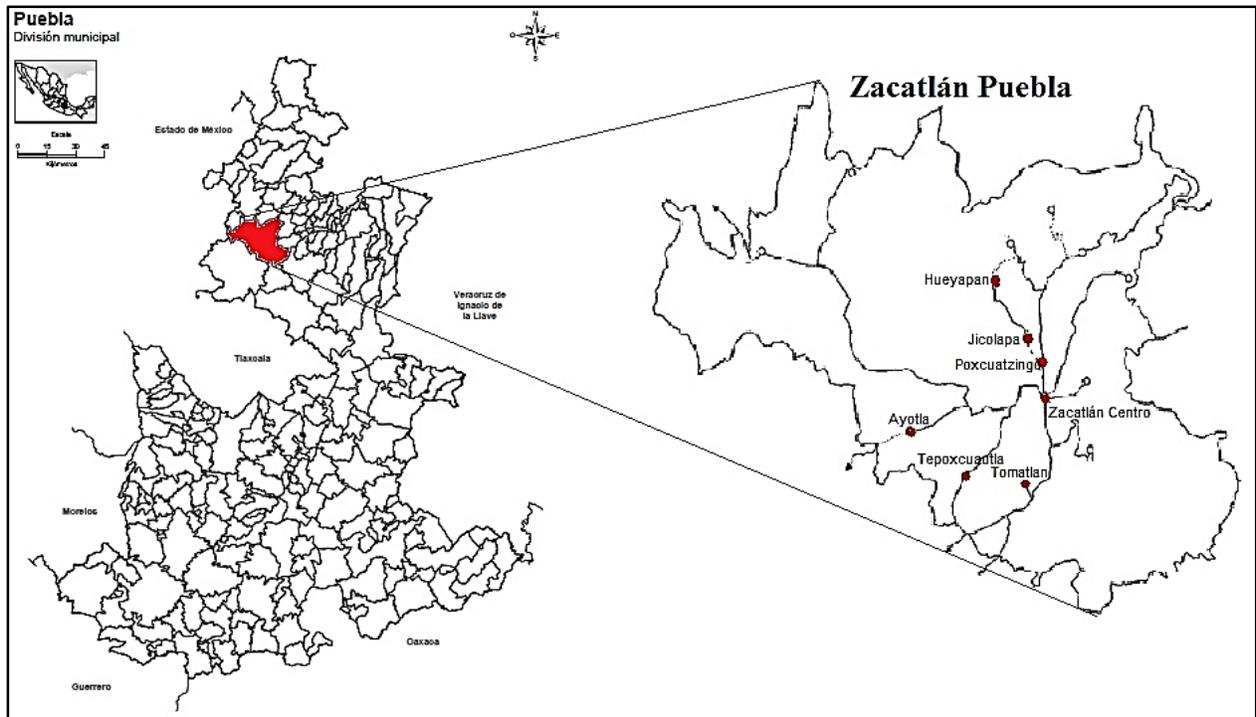
Por ello en este trabajo se propuso sistematizar y comprender el conocimiento sobre el cultivo de la manzana en el municipio de Zacatlán Puebla, México; analizando la forma en que se expresan y reproducen los conocimientos indígenas y campesinos, tomando como ejemplo este cultivo, con el fin, a la vez de, contar con elementos que determinen variables importantes para cuantificar su diversidad morfológica y bioquímica aspecto que se discute en otro documento.

## **1.4. Materiales y métodos**

### **1.4.1. Área de estudio**

El estudio se desarrolló durante 2015 y 2016 en el municipio de Zacatlán, en la Sierra Norte del estado de Puebla, México (Figura 1.1), el cual es conocido como “Zacatlán de las Manzanas”, por su importancia en la producción de esta fruta. Se localiza entre los 19° 50' 06" y 20° 08' 12" de LN y los 97° 51' 06 y 98° 12' 36" de LO, a altitudes que oscilan de 1,360 a 2,600 m. Ocupa 489.33 km<sup>2</sup>, donde predominan los climas templados, con índices de humedad que se incrementan de sur

a norte; la temperatura media anual varía de 12 a 20°C y la precipitación de 700 a 2,100 mm (INAFED, 2016).



**Figura 1. 1. Ubicación del área de estudio, municipio y comunidades donde se aplicaron las entrevistas a productores de manzana.**

#### **1.4.2. Metodología**

La investigación se fundamentó en la aplicación de un cuestionario, con 100 preguntas, a 20 de los 37 integrantes de la asociación de “Comunidades Unidas de Frutas de Zacatlán S.C de R.L.” (CUFRUZAC), quienes a la vez conforman el registro oficial de productores de manzana en Zacatlán. De manera secundaria incluyó recorridos de campo para la observación directa de huertos de manzano, convivencia y plática informal con algunos de sus dueños, así como el contacto y apoyo de la Jefatura del Distrito de Desarrollo Rural 02, Zacatlán, de la Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación (SAGARPA). Los entrevistados

representan a siete comunidades del municipio y fueron seleccionados a partir de un muestreo no probabilístico denominado “bola de nieve” o “muestra en cadena” (Hernández *et al.*, 2014). Las respuestas se codificaron en función de diversas variables en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, para obtener estadísticos descriptivos (promedios, mínimos, máximos, frecuencias y porcentajes), a través del programa Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 15 (Landau y Everitt, 2004).

## **1.5. Resultados y discusión**

### **1.5.1. Factores relacionados con el conocimiento tradicional del cultivo del manzano**

Como se observa en la Figura 1.2, el 60% de las unidades de producción de manzana son poseídas y manejadas por varones, mientras que un 40% está a cargo de mujeres. La participación de las mujeres en los procesos de producción agrícola, frutícola y, en especial del manejo y cultivo de la manzana es relevante, específicamente en ciertas labores y momentos, lo que implica el dominio de saberes y habilidades particulares, pues además de que en ellas recae el trabajo doméstico, tienen un papel fundamental en la trasmisión de conocimientos. No obstante, sus aportes a la economía y reproducción social campesina e indígena regional continúan siendo poco valorados. A nivel internacional, según la FAO (2011), las mujeres constituyen 43% de la mano de obra agrícola mundial. Valenzuela *et al.* (2012) señalan que la participación de las mujeres rurales en América Latina ha crecido 45% en los últimos 20 años, sobre todo en la producción de los alimentos. En países empobrecidos, la participación de la mujer varía del 60 al 80%, contribuyendo en más de la mitad de la producción de alimentos a nivel mundial (Aguilar, 2009). El papel que desempeñan las mujeres campesinas en el sistema alimentario es crucial pues de ellas depende, en

gran medida, la seguridad alimentaria de muchas familias (Lahoz y Sánchez, 2011). Por tanto, este es un aspecto que deberá tomarse en cuenta en futuros estudios sobre los procesos sociales que ocurren en la agricultura y en especial en el cultivo de la manzana en la región de estudio y a nivel nacional.

El intervalo de edad de los productores de manzana de Zacatlán oscila de 30 a 82 años, con un promedio de 64 años. Entre ellos, es evidente la escasa participación de la población joven, puesto que el 15% es menor de 50 años (Figura 1.2). La escasa presencia de generaciones jóvenes en la agricultura, en concreto en el cultivo de la manzana en la región es preocupante, pues afecta su mantenimiento y reproducción en el futuro inmediato, en detrimento de la transmisión del conocimiento tradicional sobre el cultivo. El fenómeno de la baja población joven dedicada al cultivo de la manzana se relaciona con el incremento de la migración y el bajo interés en la agricultura en general, pues esta actividad está cada vez más lejos de contribuir a sus aspiraciones, asignaciones y responsabilidades en la reproducción social, que se vuelven más extremas al llegar a la edad adulta.

Estudios realizados en México revelan que esta situación no es aislada: las edades de productores de café (*Coffea arabica*) en Oaxaca oscilan de 60 a 70 años (Cruz y Torres, 2015), mientras que las de los productores de cuatomate (*Solanum glaucescens* Zucc.) de Puebla, varían de 51 a 80 años (Gutiérrez-Rangel *et al.*, 2011). Por otra parte, los productores con promedio de 62 años son quienes generan mayor diversidad en haba (*Vicia faba* L.) (Díaz *et al.*, 2008). Finalmente, la edad promedio de los agricultores cercanos a la tercera edad repercute en el relevo generacional en la agricultura, por problemas de dimensiones globales y de pocas posibilidades para que los agricultores adultos transfieran sus saberes a las nuevas generaciones (Dirven, 2012).

A pesar de que el conocimiento tradicional sobre el uso, manejo y aprovechamiento de los recursos

esté muy ligado con la edad, urge una revisión intergeneracional, con el fin de identificar los mecanismos de comunicación y diálogo de saberes entre las viejas y nuevas generaciones de productores de manzana.

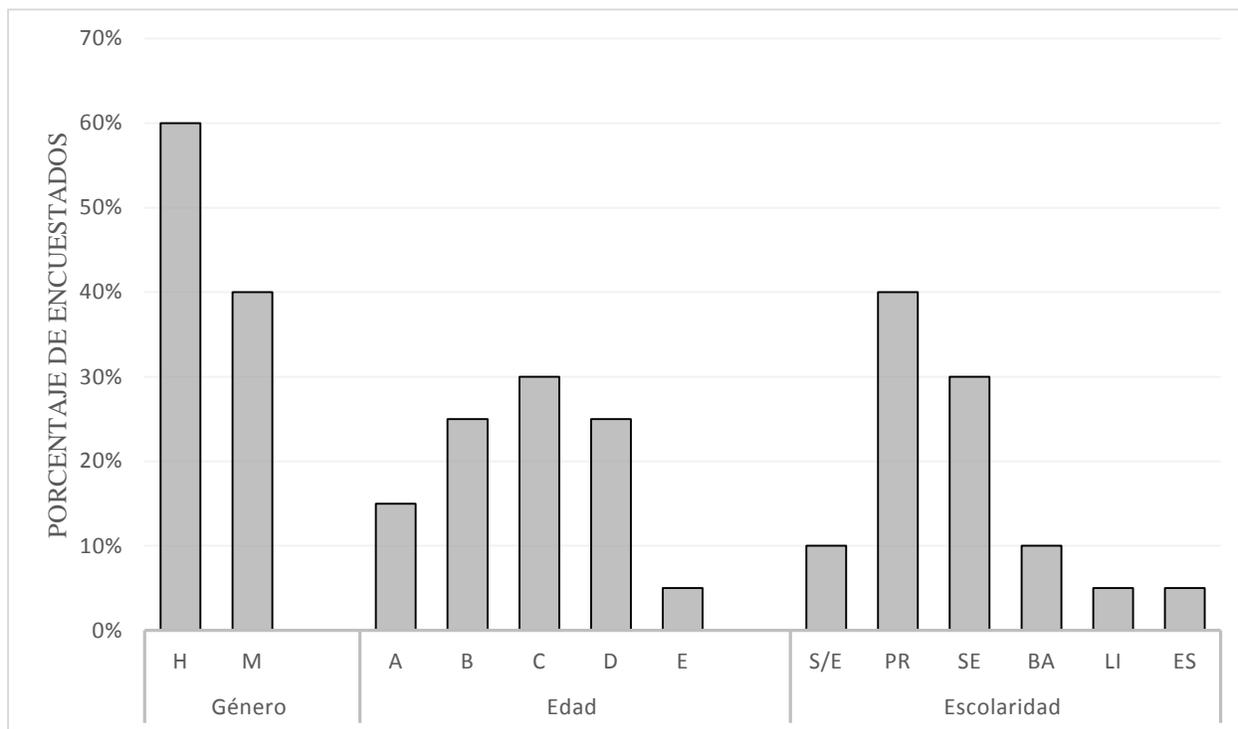


Figura 1.2. Características de productores informantes relacionados con el cultivo de manzano en la región de Zacatlán, Puebla. H: hombres, M: mujeres, A: menores de 50 años, B: 51 a 60 años, C: 61 a 70 años, D: 71 a 80 años, E: mayores de 80 años, S/E: sin escolaridad, PR: primaria, SE: secundaria, BA: bachillerato, LI: licenciatura, ES: especialidad.

La mayoría (70%) de los productores de manzana de Zacatlán cursó primaria y secundaria; sólo algunos (<5%) tienen estudios universitarios (Figura 1.2). Esta situación, está relacionada con dificultades en el acceso a centros educativos de nivel superior, los cuales, afortunadamente ahora son más abundantes. Por otra parte, el proyecto escolar para cursar grados de estudio mayores o concluir una carrera profesional está siendo asumido por la población joven, como un recurso más

en la reproducción social de los grupos domésticos, en sustitución de la agricultura, que constituía su principal actividad hace cuatro o cinco generaciones. Se asume que a mayor formación educativa formal se puede asegurar un mayor y mejor acceso a la actualización de conocimientos; sin embargo, en este estudio se encontró que los productores con nivel básico de educación mantienen una relación más estrecha con los saberes y formas de manejo más tradicional que los que cuentan con niveles de educación mayores, quienes han promovido innovaciones más radicales en sus huertas. No obstante, en todos se muestra el deseo de mejorar el manejo de sus huertos; con ello se produce una resignificación de sus saberes durante este proceso.

Algo importante de destacar es que los informantes señalaron que el nivel de escolaridad no limita su voluntad para seguir aprendiendo nuevos conocimientos en la agricultura. Esto resalta su disponibilidad de hacer innovaciones en sus sistemas de producción y desmiente las concepciones que ven a los campesinos como sujetos con cierta resistencia al cambio o a la adopción de nuevos conocimientos, ya que buscan un proceso de intercambio de saberes, no de imposición (Landini y Murtagh, 2011).

Los modelos educativos formales e informales, poco o nada consideran las inquietudes de reproducción social de grupos campesinos basadas en la agricultura, y menos de sus condicionamientos, como los de género. Al respecto, Sarrate y Pérez (2004) señalan que la educación de personas adultas debe ser formativa, de modo que se faciliten conocimientos y destrezas para promover actitudes y comportamientos valiosos, pues el ser humano se halla en un proceso continuo de educación y formación que se extiende a lo largo de toda su vida; sobre todo, a partir de conocer y valorar sus conocimientos, los cuales han sustentado por largo tiempo su propia reproducción social.

Tanto la escolarización, como la capacitación formal e informal, la asesoría técnica y la experimentación propia, basadas en el ensayo y el error, o la práctica de los conocimientos ancestrales heredados de generación en generación, son medios trascendentales para la actualización y resignificación de los saberes indígenas y campesinos. En este proceso también intervienen las experiencias migratorias, mediante las cuales se apropian de nuevos conocimientos y de materiales vegetativos tales como variedades locales o mejoradas, mediante el intercambio o trueque (Correa, 1999).

Algunas investigaciones como la de Soriano *et al.* (2012), señalan que el conocimiento tradicional es desigual y suele estar influenciado por diversos factores, entre los que destacan la estructura y organización familiar, el sexo, la edad, el nivel de escolaridad, la experiencia vinculada a las prácticas cotidianas de la agricultura y su situación económica, entre otras. Esto pudo corroborarse en la presente investigación, en la cual se observó que las categorías señaladas expresan saberes diferenciados en el manejo del manzano.

### **1.5.2. Estructura y organización del grupo doméstico**

Entre los factores relacionados con la posesión diferenciada de saberes o conocimientos tradicionales, se encuentra el perfil familiar. Hernández (1988), fue uno de los primeros en revelar que el manejo en la agricultura minifundista está a cargo de los integrantes del grupo doméstico, obedeciendo a formas específicas de estructura y organización. Ello implica, a la vez, el desarrollo de habilidades y sistemas de conocimientos diferenciados, estratégicamente distribuidos y asumidos entre los integrantes de la familia. Mariaca *et al.* (2012), muestran que la distribución del trabajo al interior de los grupos domésticos está sensiblemente afectado por los ordenamientos de género y la edad. Esto lo evidencian a través de estudios donde muestran que el 45% de participación y apoyo en la agricultura recae en esposas e hijos(as) de varones campesinos.

### **1.5.3. Grupos domésticos campesinos, agricultura y fruticultura en Zacatlán**

Según la información obtenida, menos de la mitad de los informantes declaró dedicarse exclusivamente a la agricultura. Debido a que poseen en promedio sólo 1.5 ha, son considerados campesinos minifundistas, con profundas influencias y raíces indígenas de origen náhuatl, que aún subsisten en la Sierra Norte de Puebla. Ese tipo de agricultura constituye uno de los elementos centrales en las combinaciones estratégicas que fundamentan la reproducción social de los grupos domésticos.

La implementación de la pluriactividad, constituye una tendencia en las estrategias de reproducción de los grupos domésticos, indígenas y campesinos, de la región. Tal fenómeno se encuentra acompañado por la disminución del número de integrantes de sus familias, pues la unidad familiar en promedio se conforma por cuatro integrantes; misma cantidad que señala INEGI (2016) como el promedio de integrantes de los grupos domésticos en México, de los cuales más de uno se encuentra estudiando o ha migrado.

El 70% de los participantes en este estudio mencionó que recurre a personas fuera del grupo doméstico para realizar algún tipo de actividad agrícola; esto es un indicador de los cambios que está sufriendo el grupo domestico campesino, respecto a su capacidad de manejo de recursos, como la tierra, el patrón de cultivos y los sistemas de saberes.

La producción de manzana en la región es una fuente de trabajo tanto para los propietarios del huerto como para familias externas, que trabajan como jornaleras, para obtener beneficios económicos e intercambiar conocimientos.

De este frutal, con tantos años en el municipio, también se obtiene una diversidad de subproductos que proporcionan un valor agregado al cultivo al ser transformados por los pobladores y ampliar sus formas de uso, con lo cual se generan empleos adicionales. El fenómeno aludido pone en

relieve que el acceso a la mano de obra local, no familiar, estaría mediada no sólo por la disponibilidad de recursos económicos de los grupos domésticos que la requieren, sino también por la reinversión de diversos arreglos fundados en la responsabilidad, la pertenencia comunitaria, las redes de amistad o del parentesco, así como la experiencia en el campo, que implicaría la necesidad de que esa mano de obra local posea habilidades y saberes en torno a esta agricultura.

#### **1.5.4. El cultivo de la manzana en la fruticultura de Zacatlán**

La fruticultura en Zacatlán se distingue por estar formada de policultivos en huertos familiares; traspatios o en otros predios distribuidos en diversos parajes que constituyen una diversidad de nichos ecológicos. Según Vilamajó *et al.* (2011), estos sitios podrían ser considerados como agroecosistemas de alta diversidad, dado que en ellos se combinan múltiples especies nativas e introducidas.

En la presente investigación, el 90% de los informantes mencionaron que hacían uso diversificado de sus tierras con sistemas de rotación y asociación constituidos por frutales, hortalizas, forrajes y otras especies, entre ellas: maíz, frijol, haba, jitomate, arándano, durazno, pera, ciruela, aguacate y manzana, entre otros. Esta información confirma la importancia del policultivo en la fruticultura en Zacatlán. Además, es un indicador de la manera en la cual la diversificación de cultivos ayuda a mantener la economía de familias indígenas y campesinas, al proporcionarles beneficios directos e indirectos en su alimentación, salud, ritualidad y manutención de redes de intercambio de productos a nivel comunitario.

De acuerdo con la información recabada, el 85% de los productores de manzana de Zacatlán poseen sólo un huerto, mientras que el 15% tiene hasta dos. Los destinos principales de la cosecha son para el mercado local, regional y para el autoconsumo.

Por más de cuatro siglos, el cultivo del manzano ha sido adaptado a múltiples espacios agrícolas. Cada caso refleja el manejo, aprovechamiento y sistema de saberes, diferencial y específico, de sus poseedores contemporáneos y de sus antecesores. Se observa mayormente que las huertas son transgeneracionales, lo cual puede evidenciarse con la edad estimada de los árboles que oscila entre cuatro y más de 100 años (según estimación de algunos informantes), tiempo que forma parte del horizonte histórico, de poco más de 400 años, que este cultivo tiene en la región.

En cuanto al tiempo que llevan cultivando la manzana, los informantes, se encuentra entre apenas siete y hasta más de 50 años, ello sirve para argumentar la existencia de una larga tradición transgeneracional del cultivo y uso de la manzana en Zacatlán, en la que se han apropiado, realizado e incluso desarrollado conocimientos diversos, entre ellos la selección fenotípica de las variedades. Esta práctica, según Bourguiba *et al.* (2012) favorece la adaptación a ecosistemas bajo control de acuerdo a los intereses humanos, lo cual puede generar impactos negativos, como el efecto “cuello de botella” o positivos, como el incremento de “variabilidad intraespecífica”. Hernández (1993) plantea que la selección de materiales de cultivo es común entre campesinos mexicanos y ha inducido cambios genéticos en poblaciones vegetales para favorecer su desarrollo óptimo dentro de un hábitat, facilitando la reproducción y adaptación del cultivo.

Lamentablemente, muchos árboles viejos están siendo eliminados, y con ello están desapareciendo materiales genéticos importantes; lo cual es una amenaza grave para la diversidad manzanera regional. Como sugiere Skendrović (2015), es necesario que estos árboles se vean no sólo como medios de producción de alimentos, sino que se tomen como referentes de paisaje, de la identidad y territorialidad rural, así como indispensables para crear y regenerar nuevas plantaciones.

Como puede advertirse el conocimiento campesino o tradicional sobre el cultivo de la manzana en Zacatlán es un producto de la apropiación y adaptación de conocimientos de generación en

generación, a condiciones ambientales, económicas, políticas y culturales cambiantes, generalmente adversas, de larga tradición; que representa una combinación compleja de conocimientos occidentales e indígenas, en constante resignificación, cuyas innovaciones y adecuaciones generalmente son de carácter sustentable.

La pervivencia del cultivo del manzano en Zacatlán, obviamente está fuertemente ligado a su uso local, donde se pueden advertir que se ha llegado a convertir en un patrimonio material e inmaterial, que le da complejidad a la cadena de valor.

#### **1.5.5. Usos y valores agregados a la fruta de manzana**

A lo largo de los siglos los seres humanos han utilizado el árbol y fruta de la manzana para diversos beneficios. Los árboles han dado identidad y constituyen parte de paisajes naturales o inducidos, como en la jardinería, el embellecimiento urbano, fuente de energía (leña) y materia prima para la artesanía (instrumentos de música). Las hojas, flores y frutos tienen usos medicinales, rituales y alimentarios. En el caso más común, las frutas son usadas como alimento, medicina, agente refrescante, las cuales se consumen de manera fresca o procesadas. De estas últimas las más frecuentes, y que otorgan mayor valor agregado, son: jugos, mermeladas, purés, vinos, licores, “brandy”, vinagre, jalea y deshidratados. Según Božović *et al.* (2015) y Höfer *et al.* (2013) esa diversidad de usos constituye un reflejo de la diversidad de cultivares existentes, que a la vez permite asegurar un consumo en fresco o procesado durante casi todo el año. Por su parte Gamarra-Roja *et al.* (2004) sostienen que tal diversidad de usos le da un carácter a la manzana de un recurso integral.

En el caso de Zacatlán, lo evidente es que la vieja cultura manzanera le ha otorgado el nombre de “Zacatlán de las Manzanas” y el reconocimiento oficial como “Pueblo Mágico”. Esa cultura del

cultivo y uso del manzano se ha convertido en un patrimonio inmaterial, ahora instrumentalizado a favor del desarrollo del municipio, por ello es importante enfatizar a este fenómeno como uno de los usos intangibles del cultivo de la manzana.

Entre los usos convencionales del manzano en Zacatlán, los entrevistados señalaron que aunque aparentemente la fruta sea lo más valorado, el árbol o madera del manzano es usada por un 35% de ellos como fuente de combustible, sobre todo cuando se eliminan los árboles. En el caso del consumo de la fruta, aunque se asume que la manera más frecuente de consumirla sería en fresco, en este trabajo no se profundizó en ello, por lo que es necesario un estudio detallado sobre la presencia e importancia de la manzana en la dieta y régimen alimenticio, tanto de sus cultivadores como de la población regional. Cerda-Tapia *et al.* (2015) demostraron que la manzana mexicana tiene potencial para desarrollar productos alimenticios sanos, seguros, sabrosos y sostenibles además de ser socialmente aceptados.

Un aspecto relevante en la producción de procesados de manzana, es que se da tanto de manera artesanal como industrial. Destacan productos como: jugo, sidra, vinagre, licor, fruta deshidratada y refresco. Por ejemplo, existe una marca registrada de refresco (“Manzanita de Zacatlán”), la cual es conocida en muchos lugares y aceptada por su sabor particular y original, elaborado principalmente con una variedad de manzana local llamada “Rayada”.

Quizás la forma más recurrente en la transformación de la fruta de manzano es la artesanal, pues alrededor del 75% de los entrevistados señalaron que saben cómo elaborar subproductos como el jugo, vinagre, manzana deshidrata, comidas y postres (pay de manzana, manzana rellena, ates, manzana cubiertas de chocolate, etc.), licores y mermeladas, lo cual es posible solo con la presencia de la diversidad de cultivares de manzano.

En el municipio de Zacatlán la transformación de la fruta de manzana se desarrolló

aproximadamente hace más de 100 años, perviviendo la forma artesanal, fundada en la organización familiar, de gran potencial de desarrollo dada la gama de conocimientos que sustentan el complejo del valor agregado. Sin embargo, la forma industrial presenta una tendencia creciente, logrando que empresas foráneas acaparen las cosechas cada vez más. Al respecto, Pérez (2005) estimó que el 60% de la manzana producida es para la industria externa, mientras que sólo el 10% satisface a la industria local.

Como se expuso en estos apartados, tanto el cultivo como el uso del manzano muestran la existencia de un amplio y complejo sistema de saberes el cual no es estático, sino por el contrario expresa la apertura de sus poseedores hacia la innovación, sopesando los riesgos que ello conlleva. Esto será uno de los principios que conducen a entender su carácter de resignificación, en donde se encuentran y confrontan tanto saberes ancestrales como modernos.

#### **1.5.6. La resignificación del conocimiento tradicional en el manejo productivo del manzano a partir de sus viejas y nuevas prácticas.**

Una mirada al manejo de las huertas de manzano desde una visión de saberes antiguos y nuevos, refleja la permanencia de prácticas como el policultivo, que asemeja los principios de la milpa y trata de simular la complejidad de ecosistemas naturales que se antepone a las tendencias modernas de plantación en monocultivo.

Los campesinos poseen huertos de manzano con una composición de árboles muy diversa. Mediante el presente estudio se encontró que se conoce la existencia de por lo menos 40 variedades de manzana en la región, de las cuales en este estudio sólo pudieron ubicarse 35 (Figura 1.3), lo cual posiblemente sea un indicador de la desaparición de algunas variedades; aunque también puede indicar que algunas son conocidas con más de un nombre (Se respetaron los nombres locales para cada variedad). Las variedades más conocidas (>80%) en la región de estudio son ‘Rayada’,

‘Red Delicious’, ‘Peruana’ y ‘Gala Pacific’. Se mencionaron cinco variedades (‘Chipona’, ‘Junio’, ‘Tonaxocotl’, ‘Cambray’ e ‘Inglesa’) de las cuales no se evidenció su presencia en las huertas visitadas, lo que hace pensar que posiblemente ya desaparecieron o son muy escasas en la zona.

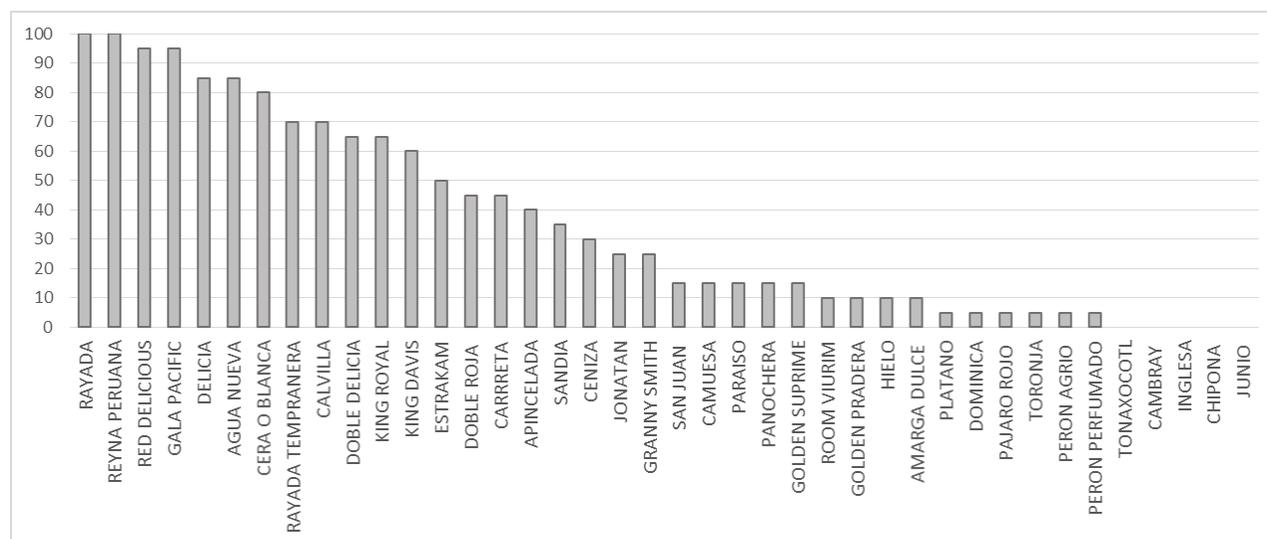


Figura 1. 3. Variedades reportadas por manzaneros de Zacatlán Puebla.

Con relación a las razones para mantener la diversidad de manzano en las huertas, 20% de los productores señalaron que quieren tener fruta durante todo el año, 45% dijo que por sus sabores distintos y para conocerlas, 25% busca conservarlas, sobre todo cuando son huertas con árboles adultos, mientras que 10% quieren satisfacer las demandas del mercado.

El tener un gran reservorio de variabilidad de manzanas en huertas pequeñas, obedece a que los productores locales han buscado cualidades en los cultivares que cumplan con las exigencias de consumidores locales o de su propia familia, no sólo las del mercado. Esto prueba que la gran diversidad de la manzana es fomentada por el ser humano a lo largo de la historia del cultivo (Muzher *et al.*, 2007) en diversos ámbitos.

Algunos de los cultivares encontrados podrían ser utilizados en programas de mejoramiento, pues cuentan con una gran adaptación a entornos cambiantes y pueden tener características superiores

a las de variedades comerciales (Mratinić y Akšić, 2012).

Algunos autores enfatizan que, en general los agricultores conservan *in situ* las plantas que consideran son útiles para su familia, mercado u otros fines. Para esto el proceso de domesticación ha jugado un papel importante pues ha mantenido y ampliado la diversidad de especies de interés además de adaptarlas a sus pequeñas parcelas (Acosta, 2007). Sanz (2011), agrega que las variedades locales se han desarrollado atendiendo necesidades y formas de las comunidades rurales, generan un alto grado de adaptación a las condiciones del ambiente local, tanto peculiaridades edafoclimáticas como resistencia a plagas y enfermedades. Sebek (2013) señala que para muchos productores las variedades locales son de gran aprecio pues sus características le son satisfactorias en términos de rendimiento y resistencia. Finalmente Dzib *et al.* (2016) concluye que la conservación *in situ* permite la continuidad de los procesos de adaptación genética en las poblaciones locales cultivadas por campesinos.

Sin embargo, también se registraron en los motivos que han conducido el desinterés por el cultivo de la manzana, lo cual redundaría en la pérdida parcial y real de variedades. Al respecto, el 70% señaló que algunas variedades no les interesan porque tienen bajo o nulo precio en el mercado, mientras que el 20% dijo que era debido a la introducción de nuevas variedades. El resto, el 10% dijo que no sirven para industrializar. Al respecto, Jemrić *et al.* (2012) señalan que muchos de los antiguos cultivares de manzana han sido abandonados por los productores ante la introducción de nuevas formas vegetativas, portainjertos, y prácticas culturales.

A la par de estas motivaciones, algunas iniciativas, como las implementadas por la CUFRUZAC, han estado dirigidas a introducir nuevas variedades de manzano comerciales, entre ellas , 'Golden', 'Gala', 'Star King', 'Granny Smith' y 'Red Delicious' (con menos de 20 años de haber sido plantadas), con el objetivo de aumentar la producción y mejorar las variedades ya existentes; sin

embargo, los resultados no han sido los esperados; razón por la que los productores están regresando a sus variedades antiguas.

Donno *et al.*, (2012) argumentan que contar con más conocimiento sobre cultivares antiguos permitiría ayudar con la diversificación del mercado, así como con el mantenimiento de la biodiversidad y los vínculos históricos culturales.

Con relación a los atributos de mayor importancia en la fruta para el productor, son el tamaño (50%), la presentación (60%) y el sabor (75%); aunque al 55% sólo le importa la variedad que exige el mercado sin tomar en cuenta sus características. Al respecto Donati *et al.* (2003) mencionan que el factor más importante que influye en la elección de manzanas es la apariencia y la calidad comestible (olor, sabor y textura). Los cultivares antiguos presentan una gran variación de caracteres morfológicos y bioquímicos como el sabor, el aroma, la firmeza y textura, en comparación con cultivares estándar que son más homogéneos (Jemrić *et al.*, 2012).

Los informantes expresaron que también siguen cultivando la manzana por los siguientes motivos: obtener ingresos, seguir trabajando, por tradición familiar y para conservar variedades. El 90% de los productores expresaron tener un valor sentimental y recuerdos especiales hacia el frutal debido principalmente a que ellos plantaron la huerta (55%), porque sus padres lo hicieron (20%) y por recuerdos de sus familiares (25%). También mencionaron que la enseñanza sobre el manejo del cultivo se obtuvo principalmente a partir de los padres (80%), sólo el 20% indicó que el conocimiento fue adquirido por prueba y error, experimentado en sus cultivos hasta lograr un equilibrio entre producción, conservación de la tierra y uso cultural de los productos (Abasolo, 2011).

El 80% de los productores señaló que seguirán cultivando manzana, principalmente para que no se pierdan las huertas (50%) y para conservar los diversos tipos (40%). Sólo 10% negaron que

seguirán cultivando manzanos.

Entre las prácticas culturales realizadas con gran influencia moderna se identificaron: poda (80%), riego (85%), cajeteo (85%), fertilización (85%), injertos (85%), blanqueado (95%), raleo de frutos (25%), así como control de plagas y enfermedades (100%). El conjunto de estas prácticas reflejan la persistencia y vigencia de conocimientos tradicionales o saberes campesinos, así como de la introducción de innovaciones recientes, mismas que son una adaptación de tecnologías consideradas modernas, que constituyen el motor de su resignificación.

De los entrevistados que controlan plagas y enfermedades, 85% utilizan el método químico, con productos convencionales; en tanto que 15% recurren a medios orgánicos, biológicos, mecánicos o manuales. A lo anterior, Barrera (2007) menciona que el uso casi único y excesivo de plaguicidas sintéticos es aún persistente; pero en los inicios del siglo XXI se tiene el reto de disminuir dicha tendencia y sustentar el control de plagas en un manejo más racional.

Las prácticas de tecnología moderna van acompañadas de otros componentes, entre ellos el uso de motocultores (20%), canales para riego (15%), bodegas (20%), bombas de mochila para fertilizar y fumigar (80%) y motosierras (20%), aun cuando el acceso y uso de esos componentes ha estado mediado por programas gubernamentales coyunturales que carecen, muchas veces, de soporte técnico, evaluaciones de impacto económico y ambiental, además de seguimiento y capacitación. Por ello, López y Llorente (2010) sostienen que algunas prácticas de aplicación de tecnología moderna son insustentables en muchos sentidos.

La tenencia de uso de tecnologías modernas es creciente y enciende una alarma sobre la vulnerabilidad de la agricultura campesina, por la tendencia de potenciar su dependencia mediante insumos y servicios externos. Esta situación lanza un llamado urgente a los centros de investigación para que revaloren el conocimiento tradicional y formulen alternativas conforme a

los principios, propósitos y soportes ancestrales de la agricultura campesina y la sustentabilidad. A pesar de que el uso de componentes tecnológicos modernos es creciente, no ha llegado al 100%, debido al proceso de que son adaptados o resignificados. Ello puede interpretarse como producto de una actividad consciente, que implica amplia apertura de parte de quienes la practican y alto conocimiento de procesos de producción de las dinámicas de sus hábitats y de los riesgos que conllevan para su reproducción social. Desde ese planteamiento los campesinos productores de manzana de Zacatlán son sujetos cognoscentes, que no sólo aprenden, sino que producen conocimiento a través de los propios aprendizajes de saberes heredados, la experiencia, la observación, la reflexión y el contacto con otros sistemas de conocimiento. En este marco, las prácticas culturales identificadas, según la propuesta de Mariaca *et al.*, (2012), son reacciones y modificaciones al sistema de conocimientos a través de la observación y la reflexión, como fenómenos básicos de los procesos de aprendizaje en la que están inmersos.

#### **1.5.7. Problemas en el cultivo del manzano: retos a los saberes tradicionales y a la investigación**

Los entrevistados identificaron por lo menos 17 situaciones problemáticas en el cultivo y en otros eslabones de su cadena de valor del manzano (Figura 1.4). De acuerdo a con esta información se evidencian cinco grandes grupos, de los cuales, dos son los de mayor trascendencia, por lo que constituyen el desafío central para la ciencia y los saberes tradicionales.

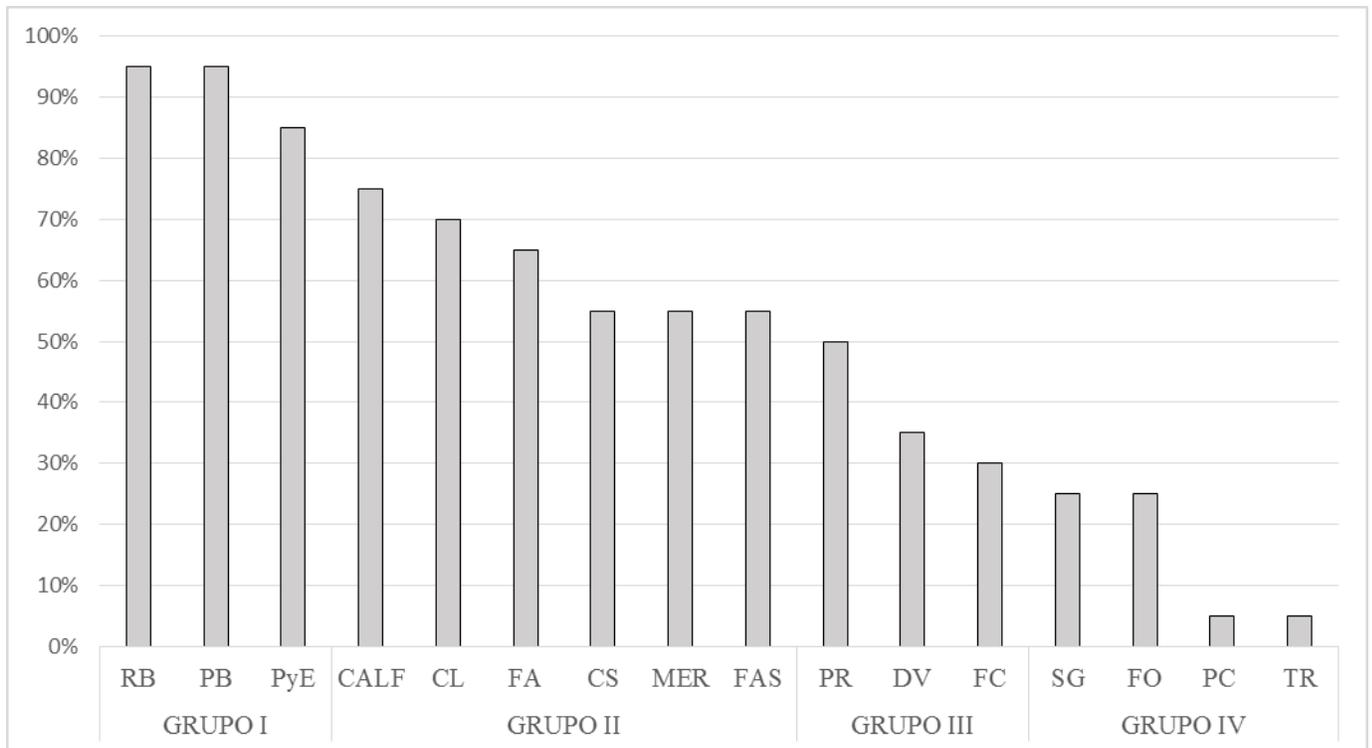


Figura 1. 4. Problemas que enfrenta la cadena de valor del manzano en Zacatlán, Puebla. RB: rendimientos bajos, PB: precios bajos, PyE: plagas y enfermedades, CALF: calidad de fruta, CL: clima, FA: falta de agua, CS: calidad del suelo, MER: mercado, FAS: falta de asesoría, PR: patrones, DV: disponibilidad de variedades, FC: falta de crédito, SG: seguro agrícola, FO: falta de organización, PC: periodo de cosecha, TR: transporte.

El primer grupo está integrado por las variables mencionadas con mayor frecuencia (85 al 90%), las cuales están íntimamente relacionadas y constituyen los retos más inmediatos y constantes para los productores de manzana de Zacatlán; ellas son: rendimientos bajos (RB), plagas y enfermedades (PYE) y precios bajos (PB). Estos últimos han alcanzado a veces precios tan irrisorios de hasta \$ 0.50 por kilogramo de fruta, lo cual ha ocasionado inclusive el abandono de huertas.

En el segundo grupo, formado por las variables mencionadas con porcentajes de frecuencia entre 65 y 75%, se identificaron calidad de la fruta (CALF), fenómenos climáticos (CL) y falta de agua para riego (FA). Los fenómenos meteorológicos extremos han sido considerados como una

manifestación del cambio climático y representan una amenaza real para la producción de manzana en la región. Al respecto, 95% de los entrevistados han sido afectados por vientos fuertes, 80% por heladas, 30% por granizo y 5% por inundaciones y sequías. Por lo anterior, en futuras investigaciones es necesario profundizar sobre el efecto de estos fenómenos en el desarrollo y producción del manzano, así como en la búsqueda de alternativas para contrarrestar dichos problemas.

Investigaciones recientes sugieren que los campesinos e indígenas se adaptan o, incluso, se preparan para el cambio climático (Chuctaya y López, 2016; Altieri y Nicholls, 2013), por lo que es de suma importancia conocer, evaluar y replicar sus estrategias, algunas de las cuales se fundamentan en el policultivo, el uso de variedades locales, que han mostrado ser tolerantes a factores adversos o prácticas de manejo apropiadas. Altieri y Nicholls (2008) sugieren valorar e implementar ecotecias, tales como la cosecha de agua, la agroforestaría y el deshierbe oportuno, entre otras. En este estudio, entre las prácticas de manejo que realizan los productores se encuentran el encalado, útil para proteger de la intemperie a los árboles, así como combatir plagas y enfermedades; las podas y los injertos, para optimizar la producción y asegurar una mayor productividad con enfoque sustentable.

En el tercer grupo de variables, con frecuencias de mención entre 50 y 55%, destacan la calidad de suelo mala (CS), mercado (MER) inadecuado, falta de asesoría (FAS) y carencia de patrones propios para sus variedades y condiciones ecológicas (PR). Aunque se mencionó que el suelo donde se ubican las huertas se considera de mala calidad, no se abundó específicamente en cuales aspectos, aunque tal vez se refieren a topografía muy accidentada y fertilidad baja, principalmente. Con relación al problema de mercado, éste se encuentra estrechamente vinculado con la baja calidad y cantidad de la producción, así como con la estacionalidad de la cosecha; pues cuando los

árboles están produciendo coinciden con la cosecha de otras regiones productoras de manzana; con esto se crea una sobreoferta que consecuentemente repercute negativamente en el precio. Por el contrario, cuando el precio de la manzana es alto, no existe producción en la región. Por lo anterior, es importante identificar variedades con calidad de fruta, bien adaptadas a las condiciones de la región y con distintos periodos de cosecha, que permitan una mayor oferta de fruta cuando ésta es escasa y alcanza mejores precios.

Relacionado con lo anterior, 50% de los informantes opinó que el cultivo de manzana no genera suficientes ingresos, 15% afirmó que invierten mucho y ganan poco, mientras que 10% manifestó que la baja rentabilidad del cultivo se debe a bajos rendimientos. El 80% de las opiniones aseguran que el cultivo de manzano no es rentable, debido a que el precio de la fruta es muy bajo (en los últimos dos años ha oscilado entre \$ 0.50 y \$ 8.00 por kilogramo, en el mercado regional). Entre las causas de tal situación se mencionaron la carencia de variedades que respondan a las demandas actuales del mercado, la mala calidad de la fruta y los rendimientos bajos.

Como se observa, las limitaciones del mercado están obligando a la búsqueda de alternativas e innovaciones para incrementar los rendimientos y calidad de la fruta, esas alternativas e innovaciones hasta ahora son consideradas caras. Por lo anterior, 10% de productores señalaron la posibilidad de no continuar cultivando manzana, pues consideran que “no tiene futuro”, y 15% de ellos indicaron que no es seguro ni rentable innovar bajo las condiciones imperantes.

El 65% de los productores consideran al cultivo del manzano como poco importante comercialmente. Esta percepción se incrementa día con día entre los productores, como indicador de cambios serios en los intereses de la producción para el autoconsumo. También evidencia el arraigo creciente de la internalización del capital y la mayor integración de los grupos domésticos campesinos manzaneros al modelo convencional del mercado; escenarios con desventajas claras

para este tipo de fruticultores.

No obstante el problema del mercado, 80% de los productores dijeron que seguirán produciendo manzana, e incluso 30% se interesa en aumentar la cantidad de árboles en sus huertas, pero bajo principios ajenos a los comerciales, total o parcialmente.

Este grupo de personas, persistentes, pueden calificarse como resilientes a las condiciones de ambiente adverso; que recurren a revalorar sus saberes, depender de prácticas de manejo de baja dependencia externa, intensificar la mano de obra familiar, fortalecer sus redes de apoyo e intensificar la diversificación de variedades.

Existen casos de campesinos que introdujeron variedades comerciales como innovaciones en sus huertas tradicionales, pero que después de experimentar su baja adaptabilidad al ambiente y a las formas de manejo convencional, así como a las limitaciones del mercado, están en un proceso de volver a re-injertar sus árboles con variedades locales, sobre todo con aquellas plenamente adaptadas y que están repuntando en el mercado regional, así como por su potencialidad para añadirles valor agregado<sup>3</sup>.

Este retorno a lo tradicional muestra que no existen propuestas técnicas y comerciales adecuadas a las realidades de este tipo de productores que los impulse hacia nuevas fronteras, y deja ver que para generar innovaciones en los sistemas de saberes tradicionales, es necesario primero conocerlos y reconocerlos como parte fundamental de las estrategias de reproducción social de los productores.

En cuanto a la falta de asesoría y capacitación, entendida como un proceso sistemático para facilitar la innovación emprendida por diferentes agentes, privados y gubernamentales; 85% de los entrevistados manifestaron haberla recibido. El 80% calificó a estos servicios como actividades

---

<sup>3</sup> El repunte se da en el marco de la revaloración culinaria y de lo tradicional, fenómeno impulsado por la Feria Regional y por la política pública turística de los “Pueblos Mágicos”.

deseables para mejorar sus huertas, lo cual refleja la apertura y disposición de los campesinos para recibir apoyos para resolver sus problemas de carácter técnico, principalmente. El acceso a esos servicios ocurre por iniciativa propia, a través de CUFRUZAC, por la promoción temporal de campañas oficiales y por el servicio privado de prestadores de servicios profesionales. Al explorar la forma en que se desea recibir los servicios, 80% enfatizó que los prefiere de manera individual, de acuerdo con las particularidades de sus huertas y contextos. Es necesario hacer un análisis de los servicios aludidos, puesto que facilitan aprendizajes de conocimientos nuevos que podrían contribuir a que se resignifiquen o vulneren los saberes locales, con lo cual se ponen en riesgo sistemas simbólicos que sustentan sus identidades, procesos productivos, diversidad de cultivares y estrategias de reproducción social. Por tanto, es de suma importancia analizar sus componentes, calidad, cantidad y pertinencia a la reproducción indígena y campesina o, de lo contrario, develar sus intenciones asociadas a la internalización del modelo de desarrollo dominante, y advertir de sus riesgos y amenazas. El énfasis sobre lo expuesto se fundamenta en que los indígenas y campesinos son altamente proclives a conocer, aceptar y aplicar nuevos conocimientos, no son sujetos cerrados al conocimiento externo, a la innovación y al cambio. A través de la observación se comprobó que la capacitación y asesoría no son las formas más comunes del proceso de aprendizaje y socialización de conocimientos o saberes indígenas y campesinos, sino más bien lo es la experiencia adquirida a través del manejo cotidiano, año con año, fundadas en los éxitos o fracasos de nuevas prácticas, que habitualmente se transmiten de manera oral.

En el cuarto grupo de variables, mencionados por entre 25 y 35% de los productores, se encuentran la escasa disponibilidad de variedades (DV), falta de crédito (FC), falta de seguro agrícola (SG) y de organizaciones (FO). La carencia de variedades evidencia que la diversidad de materiales tradicionales es vista como poco prometedora para las exigencias del mercado convencional actual,

pero no para el tradicional, que se encuentra en proceso de repunte a partir de la revaloración de bebidas y de la gastronomía poblana. Esa revaloración también se ha visto reforzada por el inminente fracaso de la introducción de nuevos cultivares comerciales, que han prometido, sin lograrlo, superar problemas como los de plagas y enfermedades, así como mejorar la calidad y cantidad de la producción, entre otros, como lo dejó ver la experiencia comentada por algunos entrevistados.

En el último grupo, señalado por 5% de los productores, se encuentran los problemas relacionados con el periodo (PC) de cosecha y el transporte (TR) de la fruta.

También se identificaron otros problemas, relacionados con infraestructura de almacenamiento de cosechas, las escasas alternativas para generar valor agregado, dificultades en el acceso de insumos, falta de valoración del trabajo de las mujeres y carencia de políticas públicas de apoyo a los productores de la manzana. La situación problemática discutida en cada uno de los grupos de variables consideradas como limitantes para la producción de manzana en Zacatlán, crean la necesidad de explorar, a mayor profundidad, la sustentabilidad de las innovaciones que se promueven en todos los campos del manejo tecnológico, empresarial y organizacional de la manzana en esa región.

## **1.6. Conclusiones**

El cultivo de manzana en Zacatlán Puebla es muy valioso en la cultura del municipio, con siglos de domesticación que han dado como resultado una gran diversidad de variedades adaptadas a los ecosistemas de la región, cuyas características satisfacen las necesidades de los productores, su familia y del mercado, en la búsqueda de agregación de valor a los productos y subproductos de la especie. El cultivo de manzana es muy significativo para los productores de Zacatlán tanto por su

valor cultural, alimentario y por su diversidad de usos. Los pobladores del municipio han generado un gran conjunto de conocimientos en la conservación y producción del frutal, sin embargo el relevo generacional de este conocimiento es preocupante pues el promedio de los productores está en la tercera edad, con una escolaridad promedio menor a la media superior. El manejo de este cultivo por parte de los campesinos a través de décadas ha incrementado la diversidad del frutal, dando como resultado más de 40 variedades, mostrando una gran variabilidad en distintas características en frutos, árboles, flores y fenología, con árboles muy longevos, con edades superiores a 100 años de supervivencia y adaptabilidad, reflejando la importancia de un estudio morfológico y bioquímico para determinar las peculiaridades de cada variedad, a fin de contribuir a la conservación de algunas de esas variedades. A pesar de que el manzano ha disminuido su presencia en la región debido principalmente a sus bajos precios, rendimientos y por problemas fitosanitarios, 80% de los productores seguirán cultivando el frutal por tradición y por conservar las variedades.

### **Agradecimientos**

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México, el apoyo con el financiamiento de los estudios de Maestría en Ciencias de la primera autora; al Ing. José Alfredo Regalado Ortiz, Jefe del DDR 02 de Zacatlán y a los productores que integran la organización denominada: “Comunidades Unidas de Frutas de Zacatlán A.C.” (CUFRUZAC), por el apoyo en la investigación.

## 1.7. Literatura citada

- Abasolo P. E. (2011) Revalorización de los saberes tradicionales campesinos relacionados con el manejo de tierras agrícolas. *Revista de Ciencias Sociales de La Universidad Iberoamericana*, 11(1):98–120.
- Acosta N. R. (2007) La biodiversidad en la agricultura. La importancia de las variedades locales. *In: Maestre J., Á. Casas y A. González (eds). Nuevas Rutas para el Desarrollo en América Latina. Experiencias globales y locales*, Editorial Universidad Iberoamérica, Ciudad de México, pp. 234-255.
- Aguilar, L. (2009) Women and climate change: Vulnerabilities and adaptive capacities. *In: Worldwatch Institute 2009 State of the World. Into a Warming*, Worldwatch Institute, pp. 59-62.
- Altieri, M. A. y C.I. Nicholls (2008) Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas, *Agroecología*, 3(7):7–23.
- Altieri, M. A. y C. I. Nicholls (2013) Agroecología y resiliencia al cambio climático: principios y consideraciones metodológicas, *Agroecología*, 8(1):7–20.
- Barrera, J. F. (2007) Manejo holístico de plagas: Más allá del MIP. *In: XXX Congreso Nacional de Control Biológico-Simposio del IOBC*, Mérida, Yucatán, México.
- Bourguiba, H., J.M. Audergon, L. Krichen, N. Trifi-Farah, A. Mamouni, S. Trabelsi, C. D’Onofrio, B.M. Asma, S. Santoni, B. Khadari (2012) Loss of genetic diversity as a signature of apricot domestication and diffusion into the Mediterranean Basin. *BMC Plant Biol*, 12(1):12-49.
- Božović D., B. Lazović, S. Ercisli, M. Adakalić, V. Jaćimović, I. Sezer and A. Koc (2015)

- Morphological characterization of autochthonous apple genetic resources in Montenegro. *Erwerbs-Obstbau* 58(2):93-102.
- Caetano, C. M., R. D. Peña C., D. Richard, J. L. Maigual J., L.N. Vásquez Á., D. Caetano N. y B. F. Caetano N. (2015) Mejoramiento participativo: herramienta para la conservación de cultivos subutilizados y olvidados. *Acta Agronómica*, 64(3):307–327.
- Cerda-Tapia, A., M. L. Pérez-Chabela, J. Pérez-Álvarez, J. Fernández-López y M. Viuda-Martos (2015) Valoración de pomace powder obtained from native Mexican apple (*Malus domestica* var. *Rayada*): chemical, techno-funcional and antioxidant properties. *Plant foods for human nutrition*, 7(3):310-316.
- Correa, C.M. (1999) La conservación de recursos genéticos vegetales y los derechos de propiedad intelectual. *Derechos Comunitarios Intelectuales, Rurales*, 14 p.
- Chuctaya A. A. y S.M. López G. (2016) La percepción por parte de las poblaciones campesinas andinas del cambio climático, *Indagatio Didactica* 8 (1):2061-2073.
- Cruz, S. H. y G. Torres C. (2015) El conocimiento campesino del agroecosistema cafetalero en la sierra sur de Oaxaca. *Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(13):147-154.
- Díaz-Bautista, M., E. Herrera-Cabrera, J. Ramírez-Juárez, M. Aliphath-Fernández y A. Delgado-Alvarado (2008) Conocimiento campesino en la selección de variedades de haba (*Vicia faba* L.) en la Sierra norte de Puebla México. *Interciencia*, 33(8):110-115.
- Dirven, M. (2012) El relevo generacional en la explotación agropecuaria. *In: Juventud y Tercera Edad en la Explotación Agropecuaria-Recopilación de Experiencias Referidas al Traspaso Intergeneracional*. Seminario en San Ramón y un Taller en Sarandí del Yí sobre relevo generacional. Instituto Nacional de la Leche (INALE), Uruguay. pp. 36-41.
- Donati, F., A. Gaiani, S. Sansavini, W. Guerra, R. Stainer, S. Pellegrino (2003) Valitazioni

- qualitative sensoriali di nuove mele di diversa provenienza. *Ricerca*, 7(15):65.
- Donno, D., Beccaro, G. L., Mellano, M. G., Torello Marinoni, D., Cerutti, A. K., Canterino, S., & Bounous, G. (2012) Application of sensory, nutraceutical and genetic techniques to create a quality profile of ancient apple cultivars: quality profile of ancient apple cultivars. *Journal of Food Quality*, 35(3):169–181.
- Dzib-Aguilar, L. A., R. Ortega-Paczka y J. C. Segura-Correa (2016) Conservación *in situ* y mejoramiento participativo de maíces criollos en la península de Yucatán. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 19(1):51-59.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2011) El Estado mundial de la Agricultura y la Alimentación, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia. 371 p.
- Gamarra-Rojas, G., A. Galvão F., J. Macedo M., P. Almeida (2004) Las frutas nativas: testimonios del hambre a exquisiteces en la mesa. *LEISA Revista de Agroecología*, 20(1):10-12.
- Gil-Muñoz, A., P. A. López, A. Muñoz O. y H. López-Sánchez (2004) Variedades criollas de maíz (*Zea mays* L.) en el estado de Puebla, México: diversidad y utilización. In: Manejo de la Diversidad de los Cultivos en los Agroecosistemas Tradicionales. Chavéz-Servia, J.L., Tuxil J. y Jarvis D.I. (eds). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali Colombia, pp. 18-25.
- Gutiérrez-Rangel, N., A. Medina-Galicia, I. Ocampo-Fletes, P.A. López y M.E. Pedraza-Santos (2011) Conocimiento tradicional del “cuatomate” (*Solanum glaucescens* Zucc) en la Mixteca Baja Poblana, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 8(3):406–420.
- Hawkes, J.G., Maxted, N. and Ford-Llord, B. (2000) The *ex situ* conservation of plant genetic resources, Klumer Academic Publishers, London. 250 p.

- Hernández, J. Á. F. y B. Martínez C. (2016) Reproducción campesina y conocimiento local en contextos de fragilidad social y ambiental: Estrategias familiares y comunitarias en la cordillera del Tentzo, México. *Mundo Agrario*, 17(35):1-18.
- Hernández, S. R., C. Fernández C. y P. Baptista L. (2014) Metodología de la Investigación. 6a Edición. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V. México, D. F. 600 p.
- Hernández, E. X. (1993) Aspects of plant domestication in Mexico: a personal view. *In*: T.P. Ramamoorthy, R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds.). Biological diversity of Mexico: origins and distribution. Oxford University Press, Oxford.
- Hernández, E. X. (1988) La agricultura tradicional en México. *Comercio Exterior*, 38(8):673-678.
- Höfer, M., H. Flachowsky, M. Hanke, V. Semënov, A. Šlâvas, I. Bandurko, A. Sorokin y A. Sergej (2013) Assessment of phenotypic variation of *Malus orientalis* in the North Caucasus region. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 60(4):1463–1477.
- INAFED Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (2016) Enciclopedia de los municipios y Delegaciones de México. Puebla. Secretaria de Gobernación. México.
- INEGI Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2016) Encuesta Nacional de los Hogares 2015, Boletín de prensa, 270(16):1-2.
- Jemrić, T., G. Fruk, D. Čiček , M. Skendrović B. y Z.Šindrak (2012) Preliminary results of fruit quality of eight Croatian local apple cultivars. *Agriculturae Conspectus Scientificus*, 77(4):223–226.
- Kabeer, N. (1998) Realidades trastocadas. Las jerarquías de género en el pensamiento sobre el desarrollo. México- Editorial Paidós, PUEG. 363 p.
- Lahoz, D. y G. Sánchez (2011) Mujeres campesinas y su papel en el sistema alimentario en México. Oxfam México, A.C. México, D.F.

- Landau, S. and B. S. Everitt (2004) A handbook of statistical analyses using SPSS. CHAPMAN & HALL/CRC. Boca Raton Florida, USA. 339 p.
- Landini, F. y Murtagh Sofía (2011) Prácticas de extensión rural y vínculos conflictivos entre saberes locales y conocimientos técnicos. Contribuciones desde un estudio de caso realizado en la provincia de Formosa, Argentina. *Ra Ximhai*, 2(7):263-279.
- López, D. G. y M. Llorente S. (2010) La agroecología: hacia un nuevo modelo agrario. *Ecoagroculturas* Madrid: Ecologistas en Acción, pp. 3-62.
- Mariaca, R. M., E.J. Cano C. y M. Sánchez H. (2012) La agricultura tradicional en la región serrana Chiapas-Tabasco de Huitiupán-Tacotalpa. El Colegio de la Frontera Sur/Universidad Intercultural del Estado de Tabasco, pp. 1-36.
- Mratinić, E. & M. Fotirić A. (2012) Phenotypic diversity of apple (*Malus* sp.) germplasm in South Serbia. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 55(3):349–358.
- Muzher, M. B., A.A. Younis R., O. El-Halabi, M. Ismail O. (2007) Genetic identification of some Syrian local apple ( *Malus* sp.) cultivars using molecular markers. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 3:704–713.
- Pérez L., B.V. (2005) Análisis de la producción y comercialización de la manzana en el Estado de Puebla. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coahuila, México. 93 p.
- Rivero-Romero, A. D., A. I. Moreno-Calles, A. Casas, A. Castillo y A. Camou-Guerrero (2016) Traditional climate knowledge: a case study in a peasant community of Tlaxcala, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 12(1):1-11.
- Rodríguez, R.M. F., Y. Mena L., J.A. Blanco M., A. Pierra C. y A.J. Otero M. (2010) Red de conocimiento para el desarrollo agroalimentario, vinculando el conocimiento científico y

- tradicional en el municipio Mayarí, Cuba. *Ciencias de la Información*, 41(3):29-37.
- Sámamo, M. Á. R. (2013) La agroecología como una alternativa de seguridad alimentaria para las comunidades indígenas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(8):1251-1266.
- Sánchez-Olarte, J., A. Argumedo-Macías, J. F. Álvarez-Gaxiola, J.A. Méndez-Espinoza y B. Ortiz-Espejel (2015) Conocimiento tradicional en prácticas agrícolas en el sistema del cultivo de amaranto en Tochimilco, Puebla. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 12(2):237–254.
- Sanz, I. G. y J. J. Soriano N. (2011) Estudio sobre conocimiento campesino en relación con el manejo de las semillas en una comarca de interés agroecológico: la Sierra de Huelva, Trabajo Fin de Máster en agricultura, ganadería y silvicultura ecológicas. Universidad Internacional de Andalucía. 117 p.
- Sarrate, M. L. C., P. V. Pérez de Guzmán P. (2004) Educación de personas adultas situación actual y propuesta de futuro. *Revista de Educación*, 336:41-57.
- Sebek, G. (2013) Autochthonous cultivars of apple from the area of the upper Polimlje. *Agriculture and Forestry*, 59(3):67-74.
- Skendrović, M. B., S. Bogdanović, S. Voća, J. Šic Ž. (2015), Značaj očuvanja i morfološka karakterizacija tradicionalnih sorata jabuka u Republici Hrvatskoj. Zbornik sažetaka 4. simpozija s međunarodnim sudjelovanjem Kopački rit jučer, danas, sutra 2015 / Rožac, Vlatko ; Bolšec, Boris ; Kučera, Sanja ; Tot Forjan, Renata (ur.). - Tikveš, Hrvatska : Javna ustanova "Park prirode Kopački rit". 47-48 p.
- Soriano, J.J., M. Carrascosa, J. M. González, T. García y I. Sanz (2012) Mejora agroecológica participativa (MAP) y biodiversidad agrícola. Aplicación de la investigación-acción participativa al manejo de las variedades tradicionales en Andalucía. *Agroecología*,

7(2):21–30.

Valenzuela, M. E, G. Reinecke, G. Scaglione (2012) El empleo de las mujeres rurales en América Latina, Cono Sur de América Latina y el Caribe. *Panorama Laboral*. 2012:52-3

Vandermeer, J. y I. Perfecto (2013) Tradiciones complejas: Intersección de marcos teóricos en la investigación agroecológica. *Agroecología*, 8(2):55–63.

Vilamajó, D. A., M. Gispert C., M.A. Vales G., A. González E. y H. Rodríguez G. (2011) Los huertos familiares como reservorios de recursos fitogenéticos arbóreos y de patrimonio cultural en Rayón, México y El Volcán, Cuba. *Etnobiología*, 9(1):22–35.

## CAPÍTULO II. AMPLIA DIVERSIDAD FENOTÍPICA Y BIOQUÍMICA DE MANZANA ES ENCONTRADA EN LA SIERRA NORTE DE PUEBLA, MÉXICO<sup>4</sup>.

### 2.1. Resumen

El manzano (género *Malus*) es un frutal distribuido mundialmente, con más de 30 especies y casi 1000 variedades. El municipio de Zacatlán, ubicado en la Sierra Norte del estado de Puebla, es el principal productor de esta fruta en el estado y se le reconoce por su tradición en el cultivo y aprovechamiento de este frutal, así como por la abundancia y variabilidad de cultivares, destacando cultivares ‘locales’ o ‘tradicionales’; sin embargo, esta diversidad regional no ha sido caracterizada, por ello este estudio tuvo como objetivo identificar la variación fenotípica en una muestra de árboles de manzana de Zacatlán, mediante una caracterización *in situ*. Para tal fin, durante los años 2015 y 2016, se caracterizaron 103 árboles pertenecientes a 36 variedades, 24 ‘tradicionales’ y 12 de ‘reciente introducción’, en ocho huertos, ubicados en cinco localidades, registrando 49 variables que incluyeron características bioquímicas y morfológicas de fruto, flor, hoja y árbol. Los datos se sometieron a análisis de varianza de una vía y análisis multivariados de componentes principales, de conglomerados y de varianza. Hubo diferencias significativas entre árboles en el 100% de las variables analizadas, de las cuales 16 variables de fruto, hoja y flor, así como características fenológicas y bioquímicas fueron las más importantes para explicar la variación observada. Se formaron cinco grupos que representan la diversidad en el municipio, los cuales se diferenciaron estadísticamente con nueve de las 16 variables, comprobándose su diferenciación con el análisis de varianza multi y univariado. Se concluye que existe una amplia diversidad de manzano en una reducida área como el municipio de Zacatlán, Puebla.

**Palabras clave:** *Malus* spp., caracterización morfológica, diversidad fenotípica, Zacatlán.

---

<sup>4</sup> Publicado por la Revista Fitotecnia Mexicana

## 2.2. Abstract

The apple (genus *Malus*) is a fruit tree distributed worldwide, with more than 30 species and around 1000 cultivars; the municipality of Zacatlán, at the Sierra Norte of Puebla, is the main producer of the fruit at the state and it is recognized because of its tradition in cultivating and using this fruit, as well as in the abundance and variability of cultivars, highlighting 'local' or 'traditional' varieties; however, this regional diversity has not been characterized, and this study was aimed to identify phenotypical variation on a sample of apple trees from the municipality of Zacatlán, by means of an *in situ* characterization. With that goal, during 2015 and 2016, 103 trees from 36 cultivars, 24 'traditional' and 12 'recently introduced', were characterized at eight apple orchards, located at five localities, by scoring 49 traits, including biochemical and morphological traits from fruit, flower, leaf, and tree. A one-way univariate analysis of variance, and principal components, cluster, and multivariate analysis of variance were applied to the data set. There was significant differences among trees in 100% of the traits, from which 16 variables from fruit, flower, and leaf, and phenological, and biochemical characteristics were the most important ones to explain the observed variation. Five groups were formed, and they represent the diversity at the municipality, and they were differentiated by nine from the 16 traits, and it was corroborated with the multivariate and univariate analysis of variance. It is concluded that a wide diversity in apple fruit is present at a small area, such as the municipality of Zacatlán, Puebla.

**Keywords:** *Malus* spp., morphological characterization, phenotypic diversity, Zacatlán.

### 2.3. Introducción

El género *Malus* agrupa de 25 a 33 especies (Ma *et al.*, 2017) e incluye a uno de los frutales económicamente más importantes a nivel mundial: la manzana (*Malus domestica* Borkh.). Diversos estudios realizados tanto en especies cultivadas (Jemrić *et al.*, 2012; Sebek, 2013a; Reig *et al.*, 2015 y Kalkisim *et al.*, 2016) como silvestres (Reim *et al.*, 2012 y Dan *et al.*, 2015) han evidenciado y destacado la gran diversidad morfológica y bioquímica presente entre poblaciones, así como la importancia de las variedades locales o tradicionales de este frutal. La diversidad encontrada para este género se debe a la evolución y domesticación ocurrida durante miles de años (Cornille *et al.*, 2012); sin embargo, esta diversidad genética se ha visto restringida en parte por la homogeneidad de los cultivares comerciales, la cual ha llevado al borde de la extinción a un número desconocido de cultivares locales (Bhat *et al.*, 2011).

La preservación de recursos fitogenéticos es una actividad primordial a nivel mundial debido, entre otras razones, a la importancia que tiene la diversidad en la generación de nuevas variedades (López *et al.*, 2005) y la preservación de materiales locales es importante por sus cualidades al haber sido seleccionados en el sitio y contar con la aceptación de los consumidores, así como por su función en los ecosistemas (Feliciano *et al.*, 2010). Un paso inicial para la conservación de dichos recursos es la caracterización de los mismos (Hidalgo, 2003) y los métodos tradicionales se basan en la medición de descriptores morfológicos, agronómicos, bioquímicos y moleculares, los cuales usualmente se utilizan para distinguir la variación dentro de una misma especie (Farrokhi *et al.*, 2014).

Lo anterior resalta la conveniencia de desarrollar investigaciones con cultivares de manzana, sobre

todo en América Latina, donde existen muchas variedades que no han sido estudiadas (González-Horta *et al.*, 2005). Al respecto, Donno *et al.* (2012) han enfatizado la necesidad de tener mayor información de cultivares antiguos o locales para contribuir con la diversificación del mercado y el mantenimiento de la biodiversidad, además de preservar los vínculos históricos y culturales que representa el frutal; en México son escasos los estudios de caracterización de la diversidad local o regional en este frutal, como el de González-Horta *et al.*, 2005), quienes reportan 20 variedades reconocidas en Cadereyta, Querétaro.

En México, en 2016 se produjeron 716,930 t de manzana, con un valor de 4.66 mil millones de pesos, en una superficie de 54,248 ha., y el estado de Chihuahua aportó 81.8% del volumen nacional, seguido por Durango con 5.9% y Puebla con 5.2% (SIAP, 2017a), de este último estado el municipio de Zacatlán aportó el 20.3% de la producción estatal (SIAP, 2017b); este municipio se localiza en la Sierra Norte del estado de Puebla y es reconocido por su importancia en la producción de este frutal, el cual forma parte de la cultura y vida diaria de sus habitantes desde hace siglos, reflejándose en la celebración de la ‘Feria de la Manzana’, desde hace más de 75 años (Aldana y Nava, 2017). Con base en lo anterior, esta investigación tuvo como objetivo identificar la variación fenotípica en una muestra de árboles de manzana, mediante una caracterización *in situ* en huertos ubicados en el municipio de Zacatlán, Puebla así como identificar el tipo de variedades que se encuentran bajo manejo en el municipio.

#### **2.4. Materiales y métodos**

El municipio de Zacatlán se ubica en la Sierra Norte del estado de Puebla, México, entre los 19° 50' 06" y 20° 08' 12" LN y 97° 51' 06 y 98° 12' 36" LO., con una superficie de 489.33 km<sup>2</sup>. Predominan los climas templados húmedos y subhúmedos y suelos de tipo luvisol, andosol, vertisol, cambisol y rendzina; la altitud oscila de 1360 a 2600 m (INAFED, 2017) y su relieve es

accidentado; estas condiciones crean numerosos nichos ecológicos con gran variación microclimática. El estudio se realizó en ocho huertos ubicados en las localidades de Atzingo La Cumbre (19. 979722 LN, 97. 968611 LO, 2,140 m), Hueyapan (19.994444 LN, 97.989722 LO, 2,200 m), Poxcuatzingo (19.958611 LN, 97.978333 LO, 2,140 m) y Tomatlán (19.894167 LN, 97.972778 LO, 2,140 m), con un huerto por localidad, y en Jicolapa (19.965833 LN, 97.972222 LO, 2,100 m) con cuatro huertos. En las cinco localidades se reportan climas de tipo templado subhúmedo con lluvias en verano y con temperaturas mínimas y máximas promedio anuales de 12 y 18 °C, respectivamente (ViveMx, 2017) y suelos tipo andosol (Iracheta, 2010). Los huertos fueron seleccionados en base a la diversidad de variedades presentes en cada uno de ellos y a la accesibilidad y disponibilidad de sus propietarios para permitir la toma de datos.

#### **2.4.1. Material vegetal**

Mediante el muestreo no probabilístico “bola de nieve” o “muestra en cadena” (Hernández *et al.*, 2014) se identificó a productores del municipio de Zacatlán que en sus huertos mantienen distintas variedades de manzana, por lo que se localizaron y georreferenciaron 103 árboles distribuidos en ocho huertos, con un número variable de árboles por variedad (Cuadro 2.1.). Cada árbol se identificó con las iniciales del nombre de la variedad, de la localidad, y del propietario. Los árboles se categorizaron por su origen en variedades ‘tradicionales’ y de ‘reciente introducción’; los primeros fueron los que los agricultores consideraron más antiguos (con más de 20 años de haber sido plantados o injertados); mientras que se consideraron como de ‘reciente introducción’ a los que tenían menos de 20 años de establecidos, en plantación o en injerto, pues según los productores, hace 20 años aproximadamente se promovió fuertemente la introducción de nuevas variedades de manzana en el municipio. En el Cuadro 2.1 se observa que 67 árboles correspondieron a 24 variedades de manzana ‘tradicionales’, mientras que 36 árboles

correspondieron a 12 variedades de ‘introducción reciente’, con un total de 36 variedades. Hubo dos árboles que no fueron relacionados con alguna variedad, pero el productor correspondiente mencionó que tienen más de 20 años de establecidos, por lo que se consideraron como de variedades ‘tradicionales’.

Cuadro 2. 1. Relación de árboles caracterizados en cinco localidades del municipio de Zacatlán, Puebla.

Variedad ‘Tradicional’	Localidad	Árboles	Variedad ‘Tradicional’	Localidad	Árboles
Amarga Dulce	Hueyapan	1	Rayada Temprana	Jicolapa	2
Apinzelada	Jicolapa	3	San Juan	Jicolapa	1
Calvilla	Jicolapa	2	Toronja	Jicolapa	1
Camuesa	Poxcuatzingo	1	No identificada	Jicolapa	2
Carreta	Jicolapa	2		<b>Subtotal</b>	<b>66</b>
Ceniza	Jicolapa	1			
Cera	Jicolapa	3	Variedad de ‘Reciente Introducción’	Localidad	Árboles
Delicia	Atzingo	1	Agua Nueva	Atzingo	1
Delicia	Jicolapa	3	Agua Nueva	Jicolapa	2
Delicia	Poxcuatzingo	1	Agua Nueva	Tomatlán	1
Delicia	Tomatlán	1	Ana	Jicolapa	1
Delicia doble	Jicolapa	2	Gala	Atzingo	1
Delicia doble	Poxcuatzingo	1	Gala	Jicolapa	2
Dominica	Jicolapa	1	Gala	Tomatlán	1
Estracam	Jicolapa	3	Golden	Hueyapan	1
Estracam	Tomatlán	1	Golden	Jicolapa	2
Jonathan	Jicolapa	2	Golden	Tomatlán	1
King Davies	Atzingo	1	Golden Mario	Jicolapa	1

King Davies	Hueyapan	1	Golden Pradera	Jicolapa	1
King Davies	Jicolapa	3	Golden Supreme	Atzingo	1
King Davies	Poxcuatzingo	1	Golden Supreme	Jicolapa	1
King Royal	Atzingo	1	Golden Supreme	Tomatlán	1
King Royal	Hueyapan	1	Granny Smith	Jicolapa	1
King Royal	Jicolapa	3	Poma Rosa	Atzingo	1
King Royal	Poxcuatzingo	1	Poma Rosa	Jicolapa	1
King Royal	Tomatlán	1	Poma Rosa	Tomatlán	1
Mayo	Jicolapa	1	Red Delicious	Atzingo	1
Pájaro Rojo	Jicolapa	1	Red Delicious	Hueyapan	1
Paraíso	Hueyapan	1	Red Delicious	Jicolapa	2
Paraíso	Jicolapa	1	Red Delicious	Tomatlán	1
Perón agrio	Jicolapa	2	Reina Peruana	Atzingo	1
Plátano	Jicolapa	1	Reina Peruana	Hueyapan	1
Rayada Normal	Jicolapa	4	Reina Peruana	Jicolapa	3
Rayada Normal	Poxcuatzingo	2	Reina Peruana	Tomatlán	2
Rayada Normal	Tomatlán	1	Rome Beauty	Jicolapa	3
Rayada Doble	Hueyapan	1		<b>Subtotal</b>	<b>37</b>
Rayada Doble	Jicolapa	3		<b>Total</b>	<b>103</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 2.4.2. Descriptores morfológicos

La caracterización morfológica se llevó a cabo midiendo 41 de las 57 variables listadas en las directrices para la ejecución del examen de distinción, homogeneidad y estabilidad en manzano (UPOV, 2005), de las cuales 20 correspondieron a fruto, 14 a flor y 7 a hoja, además de cinco variables de árbol y tres bioquímicas. Todas las variables de fruto, flor y hoja tuvieron 10 repeticiones, obtenidas al azar en los cuatro cuadrantes de la copa del árbol, tratando de compensar

la ausencia de un diseño experimental. Los frutos se cortaron en madurez comercial, tomando como base el punto de corte que señalaron los respectivos propietarios; en cada uno se registró la forma (FORF) en escala nominal (UPOV, 2005); el peso (PFR) en g, con una balanza digital (Ohaus® Scout Pro); el diámetro (DFR) y longitud (LFR) de fruto, longitud (LPFR) y diámetro (DPRF) del pedúnculo, profundidad (PCP) y ancho (ACP) de la cavidad peduncular, profundidad (PCO) y ancho (ACO) de la cavidad del ojo, estas variables se midieron en mm con un vernier digital. El color de cáscara y pulpa se determinó con un colorímetro (Konica Minolta® CR-400) en tres puntos opuestos de la zona ecuatorial del fruto, de acuerdo con el sistema CIE *Lab*, donde *L* indica la luminosidad del color, de 0 a 100 para negro y blanco, respectivamente; *a* la intensidad de rojo a verde, con valores positivos hacia rojo y negativos hacia verde, y *b* de amarillo a azul, con valores positivos hacia amarillo y negativos hacia azul (Voss, 1992). La presencia de paño (PRU) y de estrías (PEST) se estimó en porcentaje respecto al área total del fruto, con una escala ordinal: 1 (0%), 2 ( $\leq 25\%$ ), 3 ( $>25$  y  $\leq 50\%$ ), 4 ( $>50$  y  $\leq 75\%$ ) y 5 ( $>75\%$ ). El número de lenticelas (NLEN) se contabilizó en tres puntos opuestos de 1 cm<sup>2</sup> de la zona ecuatorial, al igual que la firmeza (FIR) del fruto sin cáscara, que se midió en kg fuerza con un penetrómetro Fruit Pressure Tester FT 327 (Fachinni srl®).

Las mediciones en las flores se hicieron inmediatamente después de su corte, para evitar cambios por manejo mecánico o por deshidratación. Con un vernier digital se midió en mm, el diámetro longitudinal y transversal (DLFL y DTFL), la longitud y ancho de pedúnculo (LPED y APED), longitud y ancho del sépalo (LSEP y ASEP), longitud y ancho de pétalo predominante (LPET, APET) y el ancho de cáliz (ACAL). Se registró la apertura de lóculos (ALOC), tipo de estambres (TES) y la posición de pétalos (TPET) con una escala nominal (UPOV, 2005). El color de pétalos se determinó en base a la presencia de antocianinas en pétalos (PANT), en escala ordinal: 1 (0%,

blanca), 2 (25%, rosa claro), 3 (>25 y ≤50%, rosa pastel), 4 (>50 y ≤75%, rosa) y 5 (>75%, rosa fiusha). Para el color de capullo o botón de flor (CCAP) se usó la carta de colores de la *Royal Horticultural Society* (Pantoja-Ambriz *et al.*, 2016).

El color del haz de la hoja (CHH) se midió con el colorímetro en tres puntos, bajo el sistema CIE *Lab*. El largo (LHOJ) y ancho (AHOJ) de la hoja, así como la longitud del peciolo (PEH) se midieron en mm con un vernier digital. El margen de la hoja (MARH) se valoró con una escala nominal (UPOV, 2005).

La edad de los árboles (EDAD) fue proporcionada por los propietarios de los huertos, así como la producción del año previo (PROD) en kg por árbol, y las etapas fenológicas de inicio de floración (IFL), fructificación (IFR) y cosecha (ICO) se registraron en días a partir del primer día del calendario, mediante monitoreos en 2015 y 2016; estas variables contaron sólo con una repetición.

### **2.4.3. Descriptores Bioquímicos**

Los diez frutos caracterizados morfológicamente se usaron para las determinaciones bioquímicas, en el laboratorio del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla. A cada fruto se le retiró la cáscara y se extrajo el jugo con un extractor marca Turmex®. Al jugo extraído se le determinaron por triplicado los sólidos solubles totales (°BRIX), con un refractómetro digital (Atago® PR-101), el pH (PH) con un potenciómetro (Conductronic® PC18) y la acidez titulable (AM), con la metodología descrita por la AOAC (Woodbury, 2000).

### **2.4.4. Análisis estadístico**

Las 44 variables con repeticiones se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) de una vía, considerando como factor de estudio a ‘árboles’. También se calcularon las correlaciones de Pearson. Con los promedios de 31 variables en las que hubo significancia estadística, de acuerdo al ANOVA, y que no estuvieron altamente correlacionadas ( $r < 0.70$ ), además de las cinco variables

que tuvieron una sola repetición por árbol, se realizó el análisis de componentes principales, seleccionando 16 variables ‘informativas’ con vectores propios superiores a 0.30, y se calcularon las distancias euclidianas para conducir un análisis de conglomerados con el método de Ward; el punto de corte se determinó con la prueba de la pseudo F. Con las 16 variables informativas, se realizó un análisis de varianza multivariado para comparar los grupos y finalmente se realizó un análisis de varianza de una vía bajo la hipótesis de nulidad de efectos de grupos y una prueba de comparación de medias por el método de Tukey ( $p < 0.05$ ); todos los análisis se realizaron con el programa SAS versión 9.0 (SAS, 2013).

## **2.5. Resultados**

En los ocho huertos, mediante la caracterización de 103 árboles en cinco localidades del municipio de Zacatlán, Puebla, se identificaron 36 variedades de manzano. Hubo diferencias significativas entre árboles para las 44 variables morfológicas y bioquímicas analizadas (datos no presentados), indicando alta variación fenotípica entre los árboles; los coeficientes de variación fueron tan bajos como 2.80% en la variable presencia de antocianinas en el pétalo, hasta un máximo de -84.7% en color de la pulpa en *a*, este último valor influenciado por los valores negativos en esta variable, debidos al sistema de medición de la misma. Entre las variedades ‘tradicionales’ sobresalieron por su mayor frecuencia de árboles ‘King Royal’, ‘Rayada’, ‘King Davies’, ‘Delicia’ y ‘Rayada Doble’. Entre las de ‘reciente introducción’ sobresalieron ‘Reina Peruana’, ‘Red Delicious’, ‘Agua Nueva’, ‘Gala’ y ‘Golden’.

Los primeros ocho componentes principales (CP) explicaron 54% de la variación total. El CP1 se asoció con ancho de sépalo; el CP2 con firmeza del fruto; el CP3 con longitud de pedúnculo del fruto y color de cáscara en el valor *L*; el CP4 fue determinado predominantemente por el número

de lenticelas; el CP5 por el color de capullo y ancho de pedúnculo de la flor; el CP6 por el diámetro de pedúnculo del fruto, pH y longitud de pedúnculo de la flor; el CP7 por el inicio de fructificación, inicio de cosecha y por el peciolo de hoja; y el CP8 por color de pulpa en *L*, sólidos solubles totales y tipo de pétalo. Con esas variables consideradas ‘informativas’ se realizó el análisis de conglomerados.

La Figura 2.1 muestra el dendrograma generado para los 103 árboles caracterizados; con base en la prueba de la pseudo F, se obtuvieron tres conjuntos: el A que incluye a 51 árboles, 26 de los cuales corresponden a variedades identificadas como ‘tradicionales’, como ‘Rome Beauty’, ‘Poma Rosa’ y ‘Apinzelada’ y el resto a variedades de ‘reciente introducción’, tipo ‘Golden’, ‘Agua Nueva’, ‘Gala’ y ‘Granny Smith’; los frutos de este conjunto en su mayoría presentan cáscara amarilla o clara, constatado con base en las variedades comerciales en él incluidas y en los valores de color de cáscara en *L*. El conjunto B se formó con nueve árboles, todos pertenecientes a variedades identificadas como ‘tradicionales’, tales como ‘Rayada Temprana’ y ‘Extracam’. El conjunto C incluyó a 43 árboles, 32 de ellos pertenecientes a variedades ‘tradicionales’, con cáscara roja principalmente, como ‘King Royal’, ‘Rayada’ y ‘Delicia’; once árboles se incluyeron entre las variedades de ‘reciente introducción’ y de cáscara roja, como es el caso de las variedades ‘Reina Peruana’ y ‘Red Delicious’. Dentro del conjunto A se identificaron tres grupos y los conjuntos B y C coincidieron con un grupo cada uno; sus promedios se presentan en el Cuadro 2.2.

Cuadro 2. 2. Medias de grupos de variación de manzana del municipio de Zacatlán, Puebla.

Variables	Grupos				
	I	II	III	IV	V
<b>CCL</b>	51.16 a	56.66 a	52.46 a	38.08 b	37.54 b

<b>CCa</b>	3.14 b	3.48 b	2.84 b	6.11 a	3.32 b
<b>CPL</b>	65.15 b	77.27 a	77.7 a	74.95 a	76.05 a
<b>NLEN</b>	6.27 ab	7.32 ab	6.22 ab	5.55 b	8.13 a
<b>FIR</b> (kg fuerza)	5.69 ab	7.49 a	4.30 b	5.70 ab	6.98 a
<b>ASEP</b> (mm)	2.32 c	3.08 ab	2.74 bc	3.36 a	3.13 ab
<b>PEH</b> (mm)	29.48 b	31.36 ab	33.63 ab	33.31 ab	35.52 a
<b>ICO</b> (días)	120.00 ab	114.00 b	121.58 ab	133.33 a	117.21 b
<b>°BRIX</b>	16.27 a	14.08 b	13.64 b	14.43 ab	14.58 ab

Medias con las mismas letras en hileras son estadísticamente iguales (Tukey,  $p=0.05$ ). Fruto: CCL=Color de cáscara en *L*, CCa=Color de la cáscara en *a*, CPL=Color de pulpa en *L*, NLEN=Número de lenticelas, FIR=Firmeza. Flor: ASEP=Ancho sépalo. Hoja: PEH=Largo del peciolo de la hoja. Fenológicas (árbol): ICO=Inicio de cosecha. Bioquímicas: °BRIX=Grados Brix.

Con el análisis de varianza multivariado se confirmó la diferenciación de los cinco grupos obtenidos con los árboles caracterizados, pues los cuatro estadísticos de esta prueba: Lambda de Wilks, Traza de Pillai, Traza de Hotteling-Lawley y la Raíz máxima de Roy, mostraron alta significancia estadística ( $p < 0.0001$ ). El grupo AI se formó con siete árboles, tres de ellos corresponden a variedades ‘tradicionales’, la mayoría con cáscara amarilla, lo cual se relaciona con los valores más altos en *L*, que indica brillantez hacia el color blanco; con la pulpa más oscura y algunos con pulpa de tonalidad rosa, como la variedad ‘Sandía’, el grupo se caracteriza por frutos con firmeza media (5.69 kg fuerza) y mayor contenido de sólidos solubles (16.27 °Brix); son variedades de ciclo intermedio que se cosechan en agosto. El grupo AII se integró con 25 árboles,

diez de ellos de variedades tradicionales, predomina la cáscara amarilla o clara, con la mayor firmeza del fruto (7.49 kg fuerza) pero bajo contenido de sólidos solubles (14.08 °Brix), son precoces pues su cosecha se inicia en julio. El grupo AIII se formó con 19 árboles, 13 de ellos clasificados como de variedades 'tradicionales', los frutos presentan menor firmeza y menor contenido de sólidos solubles totales, cáscara de los frutos bicolor pero tendiendo a claro, color de pulpa tendiente a claro, inicio de cosecha intermedio (agosto). El grupo IV (B) se formó con nueve árboles de variedades tradicionales, con cáscara más roja, como lo indica el valor de  $CCa$ , y pulpa de tonalidad crema, como lo muestran los valores de  $CPL$ , tendientes a 0, lo que indica brillantez hacia negro; su firmeza es intermedia, contenido de sólidos solubles intermedio; son materiales muy tardíos cuya cosecha inicia en septiembre. El grupo V (B) estuvo formado por 43 árboles, 33 de ellos de variedades 'tradicionales', en su mayoría de cáscara roja y pulpa color crema; alta firmeza de fruto, contenido de sólidos solubles totales de medio a alto y precoces en fructificación y cosecha (abril-julio), con el peciolo de la hoja más largo.

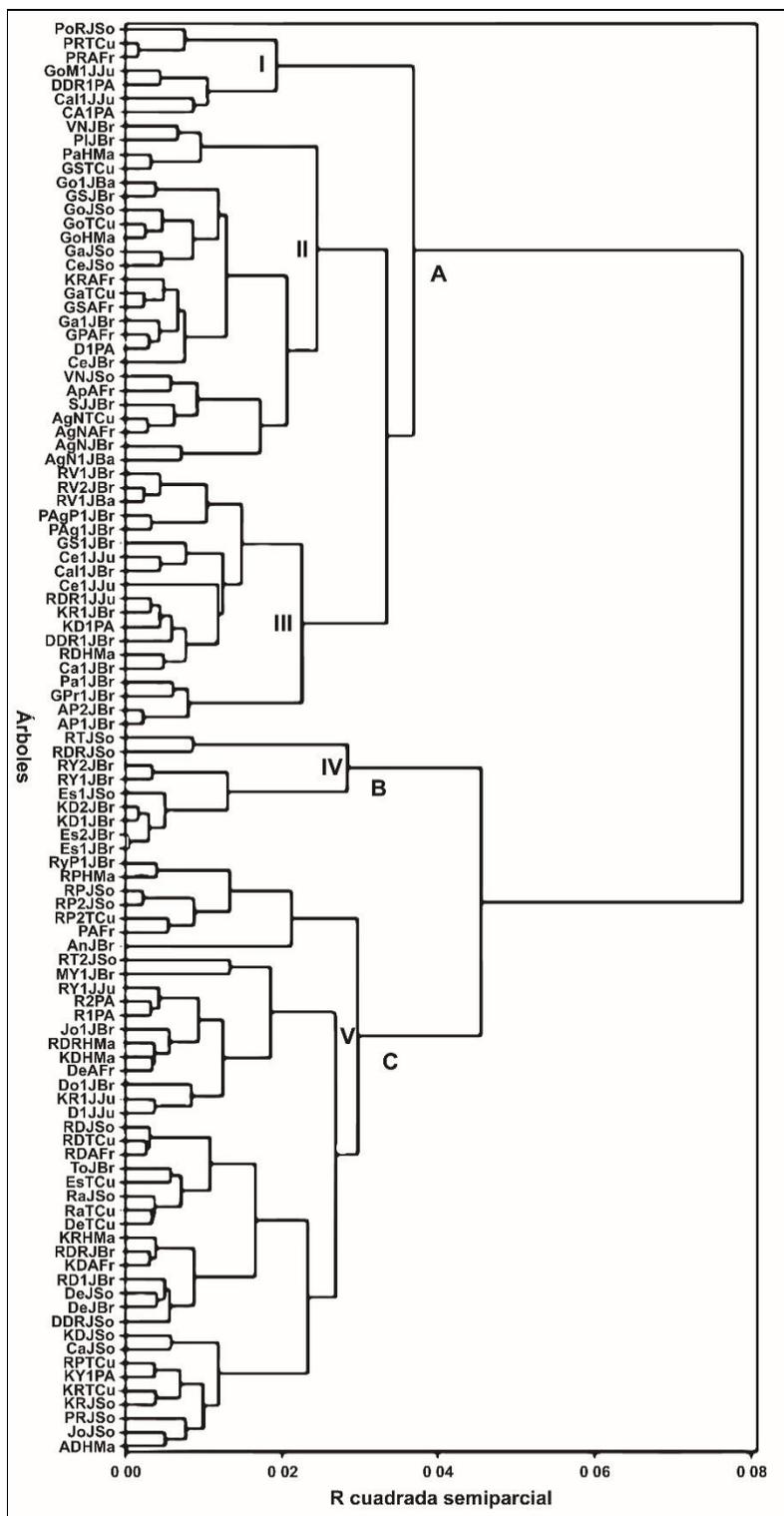


Figura 2. 1. Dendrograma obtenido del análisis de agrupamiento con el método de Ward de 103 árboles de manzana del municipio de Zacatlán, Puebla.

## 2.6. Discusión

Pocos han sido los estudios de caracterización de la diversidad de manzano en las regiones productoras de este frutal en México, con desconocimiento de los productores sobre la identidad de los materiales, como reportan González-Horta *et al.* (2005). En esta caracterización *in situ*, en sólo ocho huertos del área estudiada, relativamente pequeña (menor a 500 km<sup>2</sup>) pero que cuenta con gran tradición en torno al cultivo de la manzana, se encontraron árboles representativos de un gran número de variedades de este frutal, tanto ‘tradicionales’ como de ‘reciente introducción’, con predominio de las primeras, lo que implica que esta región puede ser un reservorio de árboles y variedades con características de interés para su conservación y aprovechamiento; como referente, en Bosnia y Herzegovina Gasi *et al.* (2010) cuentan con 39 cultivares, 24 tradicionales y 15 modernos internacionales, resguardados en la colección más grande de su tipo en esa Federación; mientras que Mratinić y Fotirić Akšić (2012) mencionan 18 cultivares autóctonos en Serbia; lo anterior resalta la importancia de la diversidad fenotípica encontrada en el municipio de Zacatlán, misma que se refleja en las diferencias identificadas entre árboles y grupos de éstos; tal variación es producto de las características genéticas de las variedades, aunque en esta aproximación no es posible separar la variación debida al ambiente, estando implícita la selección que el agricultor ha ejercido sobre algunas características deseables, como reportan Muzher *et al.* (2007). Al igual que en otras regiones productoras (González-Horta *et al.*, 2005), en Zacatlán se cultivan árboles de diversas variedades de manzana en huertas pequeñas, con lo que se mantiene la variabilidad entre poblaciones (Damyar *et al.*, 2007) y dentro de ellas; y se mantienen altos niveles de variación genética con la intervención humana (Cornille *et al.*, 2012). Otros autores también han destacado la existencia e importancia de la variación entre variedades en manzano, tanto tradicionales como modernas (Gasi *et al.*, 2010; Farrokhi *et al.*, 2014; Al-Halabi y Muzher, 2015) y la gran variación

genética entre y dentro de especies y poblaciones en el género *Malus* ha sido expuesta en distintas investigaciones (Gasi *et al.*, 2010; Király *et al.*, 2012; Pérez-Romero *et al.*, 2015);

Las 16 variables identificadas como informativas permitieron para la mayoría de los árboles su agrupación con base a las variedades a las que pertenecen; de manera similar a lo que se encontró en Zacatlán, en otros estudios Höfer *et al.* (2013) encontraron como variables importantes en manzanas del Caúcaso las características de fruto, sobre todo color y firmeza, de manera similar a lo reportado por Reig *et al.* (2015) quienes describieron la variación de manzano del Valle de Ebro, en España con ocho componentes principales, siendo importantes las variables color de fruto, sólidos solubles en el jugo y fecha de cosecha; Pérez-Romero *et al.* (2015), Božović *et al.* (2015) y Kalkisim *et al.* (2016) reportaron resultados similares. Otros estudios sólo utilizaron variables del fruto para describir tipos y variedades de manzana (Sebek, 2013b; Dar *et al.*, 2015; Farina *et al.*, 2016). Por los resultados obtenidos en este y otros estudios se puede señalar que las características morfológicas y bioquímicas del fruto son las más importantes y han sido consideradas por los agricultores para fijar atributos en variedades tradicionales que satisfacen sus necesidades y las del mercado.

Los grupos formados con el análisis de conglomerados fueron diferentes con base en las 16 variables analizadas en conjunto, como lo demostró el análisis de varianza multivariado, aunque finalmente fueron nueve las características que diferenciaron a estos grupos. Los cinco grupos formados se diferenciaron en color de la cáscara y de la pulpa, en el número de lenticelas y en la firmeza del fruto. Es sabido que la calidad y aceptación de la manzana por el consumidor está determinada por diversos caracteres que se atribuyen a cualidades externas o físicas del fruto (Mancera-López *et al.*, 2007; Jenks y Bebeli, 2011), siendo el color del fruto un factor importante en la preferencia del consumidor y el precio en el mercado (González-Talicea *et al.*, 2013). Los

grupos también fueron diferentes en características de la flor y de la hoja, así como en inicio de cosecha y en los grados Brix; otros autores como Seipel *et al.* (2009) y Feng *et al.* (2014) encontraron que las cualidades internas o bioquímicas, entre ellas los sólidos solubles, son importantes para distinguir grupos de variedades con diferente calidad; en nuestro estudio los sólidos solubles variaron en un intervalo de 13.64 a 16.27 °Brix entre los grupos formados, estando por debajo de lo reportado por Mratinić y Fotirić Akšić (2012), quienes encontraron valores para esta variable entre 12.55 hasta 19.24 °Brix; en otros estudios también se han enfocado sobre las características bioquímicas, reportando contenidos de azúcares menores (Minnocci *et al.*, 2010; Campeanu *et al.*. 2009).

Las diferencias entre grupos para firmeza del fruto y contenido de sólidos solubles indican variación para estas características entre los árboles y variedades cultivadas en la región de estudio; estas dos características son parámetros de calidad muy importantes para la aceptación de las variedades por parte de los consumidores, como lo afirman Campeanu *et al.* (2009), Feliciano *et al.* (2010) y Jakopic *et al.* (2012). Una de las actividades importantes en Zacatlán es la elaboración de vinos o bebidas alcohólicas con manzana y en el grupo AI el contenido de grados Brix fue alto, de acuerdo con Božović *et al.* (2015) y Tomić *et al.* (2011) materiales con esas características son ideales para elaborar esos productos.

Entre los árboles caracterizados predominaron las variedades tempranas o intermedias a la cosecha, el inicio de cosecha es importante para los productores ya que de éste depende el precio del mercado, además de evitar daños por factores climáticos como heladas; en nuestro estudio, los nueve árboles del grupo IV, fueron tardíos, y son considerados de variedades ‘tradicionales’, las manzanas con maduración tardía o muy tardía son buenos cultivares para almacenamiento, mientras que las de maduración temprana o media no lo son (Božović *et al.*, 2015). Lo anterior

explica que los productores en Zacatlán señalen que la mayoría de sus variedades tienen corta vida de anaquel.

Aunque la caracterización morfológica y bioquímica permitió identificar el alto nivel de variación fenotípica presente entre los árboles de manzano, de Zacatlán, Puebla, se sugiere realizar un estudio molecular más extenso entre las variedades de manzana en la región para identificar el patrón de diversidad genética.

## **2.7. Conclusión**

Existe una amplia diversidad fenotípica en árboles que representan a 36 variedades de manzana cultivadas en el municipio de Zacatlán, Puebla, y nueve características morfológicas de fruto, flor y hoja, el inicio de cosecha y el contenido de sólidos solubles, permiten distinguir el nivel de variación.

## **Agradecimientos**

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México el apoyo con el financiamiento de los estudios de Maestría en Ciencias de la primera autora y al Ing. José Alfredo Regalado Ortiz, Jefe del DDR 02 de Zacatlán, y a los productores miembros de la organización de Comunidades Unidas de Frutas de Zacatlán A.C. (CUFRUZAC), por el apoyo en la investigación

## 2.8. Literatura citada

- Aldana Z. J. M. y R. Nava R. (2017) Los murales de Zacatlán, Puebla; un discurso en el espacio urbano-arquitectónico. *Topofilia, Revista de Arquitectura, Urbanismo y Territorios* 5(3):93-107.
- Al-Halabi O. and B. Muzher (2015) Genetic diversity of some apple cultivars in the south of Syria based on morphological characters. *International Journal of Environment* 4(4):86-99.
- Bhat Z. A., A. H. Pandith, W. M. Wani and J. A. Rather (2011) Effect of interstock on juvenility and tree size of 'ambri' apple. *Acta Horticulturae* 903:435-437.
- Božović D., B. Lazović, S. Ercisli, M. Adakalić, V. Jaćimović, I. Sezer and A. Koc (2015) Morphological characterization of autochthonous apple genetic resources in Montenegro. *Erwerbs-Obstbau* 58(2):93-102.
- Campeanu G., G. Neata and G. Darjanschi (2009) Chemical composition of the fruits of several apple cultivars growth as biological crop. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 37(2):161.
- Cornille A., P. Gladieux, M. J. M. Smulders, I. Roldán-Ruiz, F. Laurens, B. Le Cam, ..., T. Giraud (2012) New insight into the history of domesticated apple: secondary contribution of the European wild apple to the genome of cultivated varieties. *PLoS Genetics* 8(5).
- Damyar S., D. Hassani, R. Dastjerdi, H. Hajnajari, A. A. Zeinanloo and E. Fallahi (2007) Evaluation of Iranian native apple cultivars and genotypes. *Journal of Food Agriculture and Environment* 5(3&4):211-2015.
- Dan C., A. Sestras, C. Bozdog and R. Sestras (2015) Investigation of wild species potential to increase genetic diversity useful for apple breeding. *Genetika* 47(3):993-1011.
- Dar J. A., A. A. Wani and M. K. Dhar (2015) Morphological, biochemical and male-meiotic

- characterization of apple (*Malus domestica* Borkh.) germplasm of Kashmir Valley. *Chromosome Botany* 10(2):39-49.
- Donno D., G. L. Beccaro, M. G. Mellano, D. Torello M., A. K. Cerutti, S. Canterino and G. Bounous (2012) Application of sensory, nutraceutical and genetic techniques to create a quality profile of ancient apple cultivars: quality profile of ancient apple cultivars. *Journal of Food Quality* 35(3):169-181.
- Farina V., G. Gianguzzi and A. Mazzaglia (2016) Fruit quality traits of six ancient apple (*Malus domestica* Borkh) cultivars grown in the Mediterranean area. *International Journal of Fruit Science* 16(3):275-283.
- Farrokhi J., R. Darvishzadeh, H. Hatami Maleki and L. Naseri (2014) Evaluation of Iranian native apple (*Malus domestica* Borkh) germplasm using biochemical and morphological characteristics. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 78(4):307–313.
- Feliciano R. P., C. Antunes, A. Ramos, A. T. Serra, M. E. Figueira, C. M. M. Duarte,... M. R. Bronze (2010) Characterization of traditional and exotic apple varieties from Portugal. Part 1-Nutritional, phytochemical and sensory evaluation. *Journal of Functional Foods* 2:35-45.
- Feng F., M. Li, F. Ma and L. Cheng (2014) The effects of bagging and debagging on external fruit quality, metabolites, and the expression of anthocyanin biosynthetic genes in ‘Jonagold’ apple (*Malus domestica* Borkh.). *Scientia Horticulturae* 165:123-131.
- Gasi F., S. Simon, N. Pojskic, M. Kurtovic, and I Pejic (2010) Genetic assessment of apple germplasm in Bosnia and Herzegovina using microsatellite and morphologic markers. *Scientia Horticulturae* 126(2):164-171.
- González-Horta A. del C., M. R. Fernández-Montes, A. Rumayor-Flores, E. C. Tostado y R. A.

- Martínez-Peniche (2005) Diversidad genética en poblaciones de manzano en Querétaro, México revelada por marcadores RAPD. *Revista Fitotecnia Mexicana* 28(2):83-91.
- González-Talicea J., J. A. Yuri y A. del Pozo (2013) Relations among pigments, color and phenolic concentrations in the peel of two Gala apple strains according to canopy position and light environment. *Scientia Horticulturae* 151:83-89.
- Hernández S. R., C. Fernández C. y P. Baptista L. (2014) Metodología de la Investigación. Sexta Edición. McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A. DE C.V. México, D. F. 600 p.
- Hidalgo R. (2003) Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. *In: Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos*. T.L. Franco y R. Hidalgo (eds.). Boletín Técnico IPGRI No. 8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. pp: 2-26.
- Höfer M., H. Flachowsky, M. V. Hanke, V. Seměnov, A. Šlâvas, I. Bandurko, A. Sorokin and S. Alexanian (2013) Assessment of phenotypic variation of *Malus orientalis* in the North Caucasus region. *Genetic Resources and Crop Evolution* 60(4):1463-1477.
- INAFED Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (2017) Enciclopedia de los municipios y Delegaciones de México. Puebla. Secretaria de Gobernación. México. (Noviembre 2017).
- Iracheta C, A. (2010) Plan de Ordenamiento Ecológico de Zacatlán. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), H. Ayuntamiento Municipal de Zacatlán 2008-2010, El Colegio Mexiquense. 232 p.
- Jakopic J., A. Slatnar, F. Stampar, R. Veberic and A. Simoncic (2012) Analysis of selected primary metabolites and phenolic profile of ‘Golden Delicious’ apples from four production systems. *Fruits* 67(5):377-386.

- Jemrić, T., G. Fruk, D. Čiček, M. Skendrović Babojelić and Z. Šindrak (2012) Preliminary results of fruit quality of eight Croatian local apple cultivars. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 77(4):223–226.
- Jenks M. A. and P. Bebeli (2011) *Breeding for Fruit Quality*. Wiley Blackwell. Google Libros.
- Kalkisim O., D. Ozdes, Z. Okcu, B. Karabulut and H. B. Senturk (2016) Determination of pomological and morphological characteristics and chemical compositions of local apple varieties grown in Gumushane, Turkey. *Erwerbs-Obstbau* 58(1):41-48.
- Király I., R. Redeczki, E. Erdélyi and M. Tóth (2012) Morphological and molecular (SSR) analysis of old apple cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 40(1):269-275.
- López S. J. L., J. A. Ruiz C., J. de J. Sánchez G. y R. Lepiz I. (2005) Adaptación climática de 25 especies de frijol silvestre (*Phaseolus* spp.) en la República Mexicana. *Revista Fitotecnia Mexicana* 28(3):211–230.
- Ma B., L. Liao, Q. Peng, T. Fang, H. Zhou, S. S. Korban and Y. Han (2017) Reduced representation genome sequencing reveals patterns of genetic diversity and selection in apple: Genetic diversity and selection in apple. *Journal of Integrative Plant Biology* 59(3):190-204.
- Mancera-López M. M., J. M. Soto-Parra, E. Sánchez-Chávez, R. M. Yáñez-Muñoz, F. Montes-Domínguez y R. R. Balandrán-Quintana (2007) Caracterización mineral de manzana ‘Red Delicious’ y ‘Golden Delicious’ de dos países productores. *Tecnociencia* 1:6–17.
- Minnocci A., P. Lacopini, F. Martinelli and L. Sebastiani (2010) Micromorphological, biochemical, and genetic characterization of two ancient, late-bearing apple varieties. *European Journal of Horticultural Science* 74:1-7.
- Mratinić E. and M. Fotirić Akšić (2012) Phenotypic diversity of apple (*Malus* sp.) germplasm in

- South Serbia. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 55(3):349–358.
- Muzher B. M., R. A. A. Younis, O. El-Halabi and M. Ismail (2007) Genetic identification of some Syrian local apple (*Malus* sp) cultivars using molecular markers. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 3(6):704-713.
- Pantoja-Ambriz, J., M. E. Pedraza-Santos, P. A. López y P. Apáez-Barrios (2016) Distribución y caracterización morfológica de genotipos silvestres de *Cuitlauzina pendula* Lex (Orchidaceae). *Interciencia* 41(12):819-825.
- Pérez-Romero L. F., M. P. Suárez, E. Dapena and P. Rallo (2015) Molecular and morphological characterization of local apple cultivars in Southern Spain. *Genetics and Molecular Research* 14(1):1487-1501.
- Reig G., Á. Blanco, A. M. Castillo, Y. Gogorcena and M. A. Moreno (2015) Phenotypic diversity of Spanish apple (*Malus x domestica* Borkh) accessions grown at the vulnerable climatic conditions of the Ebro Valley, Spain. *Scientia Horticulturae* 185:200-210.
- Reim S., A. Proft, S. Heinz and M. Höfer (2012) Diversity of the European indigenous wild apple *Malus sylvestris* (L.) Mill. in the East Ore Mountains (Osterzgebirge), Germany: I. Morphological characterization. *Genetic Resources and Crop Evolution* 59(6):1101-1114.
- SAS, Statistical Analysis System (2013) SAS 9.4 Versión para Windows. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Sebek G. (2013a) Morphological characteristics of fruits of selected types of wild apples (*Malus sylvestris* L.) in the area of Bijelo Polje. *Poljoprivreda i Sumarstvo* 59(2):167-173.
- Sebek G. (2013b) Autochthonous cultivars of apple from the area of the upper Polimlje. *Poljoprivreda i Sumarstvo* 59(3):67-74.
- Seipel M., M. E. Pirovani, D. R. Güemes, N. F. Gariglio and A. M. Piagentini (2009)

- Características fisicoquímicas de los frutos de tres variedades de manzana cultivadas en la región Centro-Este de la provincia de Santa Fe. *Revista FAVE- Ciencias Agrarias* 8(1):27-36.
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2017a) Manzana: México produjo 716,930 toneladas en 2016. Publicado el 15 de mayo de 2017. [http://nube.siap.gob.mx/cierre\\_agricola/](http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/)
- SIAP, Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2017b) Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. [http://nube.siap.gob.mx/cierre\\_agricola/](http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/)
- Tomić L., P. Ninić and M. Cvetković (2011) Evaluation of fruit characteristics of old apple cultivars within west Bosnia.
- UPOV, Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (2005) Manzano (Variedades frutales). Código UPOV: MALUS\_DOM (*Malus domestica* Borkh.). Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad.
- ViveMx (2017) México. Municipios en Puebla. Colonias en Zacatlán.
- Voss D.H. (1992) Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society Colour Chart. *HortScience* 27(12):1256-1260.
- Woodbury J.E. (2000) Spices and other condiments. Chapter 43. In: Horwitz W. (ed.). Official methods of analysis of AOAC International. 17th ed. Vol. II. Food composition; additives; natural contaminants. AOAC International, Gaithersburg, Maryland, USA. pp. 1-16

## DISCUSIÓN GENERAL

En México el resultado de la mezcla de culturas occidentales y prehispánicas, ha dejado como resultado una gran diversidad de especies frutícolas. El manzano es uno de los frutales de clima templado de mayor importancia en México, las principales variedades cultivadas son ‘Golden Delicious’ y ‘Red Delicious’ (González-Horta *et al.*, 2005), sin embargo con más de cuatro siglos en el país, la diversidad de manzana no se limita a unas cuantas variedades comerciales. El conocimiento local de comunidades rurales ha incrementado y mantenido la diversidad de este frutal. Muchas de las variedades locales de esta especie han sido mejoradas y seleccionadas por productores campesinos e indígenas.

Arias *et al.* (2014) mencionan que la dinámica y la antigüedad en el manejo de recursos genéticos que los campesinos desarrollan en sus parcelas, ha incrementado la diversidad y mantenido la conservación *in situ* de la diversidad cultivada.

En el presente estudio se encontró una alta diversidad de variedades de manzana, en una superficie menor de 500 km<sup>2</sup>, como la que representa el municipio de Zacatlán, en la Sierra Norte del estado de Puebla, superando la diversidad evaluada en países como Turquía (Božović *et al.* 2015) y Serbia (Farrokhi *et al.* 2014). Esta diversidad no es el resultado solamente de eventos biológicos, sino de la interacción, durante cientos de generaciones, entre poblaciones humanas y especies (Bellón *et al.*, 2009). Muchos agricultores explotan la diversidad intraespecífica, colocando diversas variedades del mismo cultivo en un mismo campo. La diversidad es una estrategia importante para el manejo del riesgo de la producción en sistemas agrícolas pequeños, es un seguro para enfrentar alguna contingencia ambiental o futuras necesidades sociales o económicas (Altieri y Nicholls, 2009).

La variabilidad de caracteres fenotípicos y bioquímicos encontrado en las variedades de manzana

es propiciada por los productores regionales que por generaciones han buscado satisfacer las necesidades de su familia y las comerciales, seleccionando características como tamaño, apariencia y sabor, además de buscar variedades con distintos periodos de cosecha para contar con producción de fruta todo el año. El método de selección empírica que utilizan los campesinos o indígenas, constituye un modo muy importante de conservar *in situ* la diversidad de germoplasma (Hernández, 1993).

En la investigación se reportaron 40 variedades por agricultores y cinco variedades locales no se encontraron en los huertos evaluados, demostrando que la pérdida o erosión de variedades es algo que está ocurriendo; aunque en la segunda fase del trabajo fue posible caracterizar fenotípica y bioquímicamente 36 variedades. Autores como Drucker *et al.* (2014) mencionan que la pérdida de variedades se debe principalmente a que una amplia gama de recursos genéticos locales están siendo reemplazados por unas pocas variedades comerciales rentables, ya que los mercados no captan el valor económico total de la agrobiodiversidad.

Adicionalmente a lo anterior, también se determinó que la conservación del frutal en la región es básicamente por un valor de identidad, sentimental y cultural. Esta preservación ha dado como resultado a árboles con edades superiores al siglo, mostrando la adaptabilidad y resistencia de algunas variedades. La conservación *in situ* ofrece la posibilidad de continuar los procesos de adaptación genética en las variedades cultivadas por los campesinos (Smith, 2002).

La presencia múltiple de variedades en la región de Zacatlán ha generado el uso diversificado de subproductos de manzana entre los que destaca el refresco y la sidra. Smith (2012) menciona que las variedades cultivadas por los campesinos también tienen que adaptarse a las condiciones de almacenamiento y a las formas de uso. Existen variedades mejor adaptadas a la conservación en crudo y variedades mejor adaptadas a la elaboración de conservas envasadas (Soriano *et al.*, 2012).

En la investigación reportamos que el cultivo sigue enfrentado limitaciones de mercado, fitosanitarias, producción y de industrialización, además de perder el relevo generacional en la transferencia de saberes locales. A pesar de lo anterior 80% de los productores siguen y seguirán produciendo manzana. Reafirmando lo dicho por Hernández y Martínez (2016) que los saberes locales que los campesinos poseen sobre la naturaleza y sobre sus sistemas productivos permiten que incluso bajo condiciones adversas, ya sea ecológicas o de mercado, estos puedan reproducirse biológica y socialmente.

Como aporte de la investigación la adecuada identificación de características de cada variedad nos da el parteaguas para encontrar soluciones tomando en cuenta la participación y el conocimiento local, ante las necesidades y dificultades de los campesinos manzaneros. Los agricultores mexicanos de hoy no son solamente los herederos de esta diversidad, sino que la continúan manteniendo y desarrollando, aun en condiciones cada vez más difíciles (Bellón *et al.*, 2009).

Los resultados de la presente investigación nos permiten apreciar las estrategias que se deben generar para evitar la pérdida de diversidad y enfocarnos en los caracteres sobresalientes de cada variedad, apreciando los conocimientos locales para trabajar en conjunto y de la mano con los productores regionales. Rescatar y preservar las variedades del municipio permitirá encontrar soluciones sin alterar los agroecosistemas de los agricultores y buscar nuevas alternativas para industrialización o comercialización y así impulsar a los pobladores jóvenes y adultos a no abandonar sus variedades y seguir resguardando la variabilidad inter e intraespecífica presente en los cultivares de manzana, para tener la posibilidad de responder ante futuras variaciones climáticas y bióticas.

## 1. Literatura citada

- Altieri, M. A. y C. Nicholls I. 2009. Cambio climático y agricultura campesina: impactos y respuestas adaptativas. *LEISA revista de agroecología*, 24(4): 5-8.
- Arias, L. M., Latournerie L., Montiel S. y Sauri E. 2014. Cambios recientes en la diversidad de maíces criollos de Yucatán, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 23(1): 69-73.
- Bellón, M. R., Barrientos-Priego A.F., Colunga-García P.M., Perales H., Reyes J.A.A., Rosales-Serna R. y Zizumbo-Villarreal D. 2009. Diversidad y conservación de recursos genéticos en plantas cultivadas. *Capital natural de México*, 2(1): 355-382.
- Božović D., Lazović B., Ercisli S., Adakalić M., Jaćimović V., Sezer I. and Koc A. 2015. Morphological characterization of autochthonous apple genetic resources in Montenegro. *Erwerbs-Obstbau*, 58(2):93-102.
- Drucker, A., Pascual U., Narloch U., Midler E., Soto J.L., Pinto M., Valdivia E. y Rojas W. 2014. Los pagos voluntarios para la conservación de la diversidad de la quinua: explorando el papel de los pagos por servicios ambientales en los Andes. *En: Bazile D., D. Bertero, C. Nieto (eds.), Estado del Arte de la Quinua en el Mundo 2013. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) y Agricultural Research for Development (CIRAD) pp. 124-136.*
- Farrokhi J., Darvishzadeh R., Hatami Maleki H. and Naseri L. 2014. Evaluation of Iranian native apple (*Malus domestica* Borkh) germplasm using biochemical and morphological characteristics. *Agriculturae Conspectus Scientificus* 78(4):307–313.
- González-Horta, A. C., M. Fernández-Montes R., Rumayor-Flores A., Castaño-Tostado E. y R. Martínez P. 2005. Diversidad genética en poblaciones de manzano en Querétaro, México

- revelada por marcadores RAPD. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 28(2):83-91.
- Hernández, F.J.Á. y B. Martínez C. 2016. Reproducción campesina y conocimiento local en contextos de fragilidad social y ambiental: Estrategias familiares y comunitarias en la cordillera del Tentzo, México. *Mundo agrario*, 17(35):1-18.
- Hernández, E. 1993. Aspects of plant domestication in Mexico: A personal view. *In*: Ramamoorthy T.P., R. Bye, A. Lot y J. Fa (eds). *Biological Diversity in Mexico, Origins and Distribution*. Oxford University Press, New York, pp. 733-753.
- Smith, E. M. 2002. Conservación in situ por campesinos. *Revista de Geografía Agrícola*, 30:55-59.
- Soriano, J. J., J. González M., Jáuregui J., Bravo A. y Ramos M. 2010. El conocimiento campesino en el manejo de los recursos genéticos hortícolas en Andalucía y su utilidad para la Agricultura Ecológica. *En*: *Actas del IX Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica*, Universitat de Lleida pp.193-213.

## CONCLUSIONES GENERALES

En la investigación se concluye que el conocimiento local de productores manzaneros está vinculados con la gran diversidad de manzana y su participación en la conservación y preservación de la especie es de suma importancia. La gran diversidad entre cultivares de la región ha sido generada por más de 40 décadas y múltiples generaciones, su pérdida desestabilizaría el agroecosistema de los agricultores y fruticultores de la región. Los productores y familias han diversificado el uso del cultivo para evitar la pérdida de variedades y de su identidad como pobladores de Zacatlán de las manzanas. Este conocimiento local permitirá una simbiosis entre la ciencia y la etnociencia, para acoplarnos a las necesidades regionales de los productores, buscando el uso adecuado de los materiales locales.

En el segundo aspecto de esta investigación aborda la caracterización fenotípica y bioquímica donde se demostró que existe una amplia variabilidad intraespecífica entre cultivares de manzana de la región, al igual que caracteres fenotípicos y bioquímicos sobresalientes en alguna variedades, útiles para investigaciones futuras y aplicables en fitomejoramiento. Además, es importante impulsar la conservación *in situ* para las variedades locales, para reducir y evitar la pérdida de estos materiales con riqueza genómica y cultural. Además de que se requiere de una caracterización molecular para encontrar posibles genes de adaptabilidad y resistencia.