

**CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIEDADES
AUTÓCTONAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)
DEL SUR DE YUCATÁN A TRAVÉS DEL DIÁLOGO
DE SABERES**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS EN MANEJO DE RECURSOS
NATURALES TROPICALES**

**POR:
INGENIERA AGRÓNOMA
CARMEN GUADALUPE GIL TORRALVO**



POSGRADO INSTITUCIONAL
CIENCIAS AGROPECUARIAS Y MANEJO
DE RECURSOS NATURALES TROPICALES

DIRECTORES:

DR. JUAN JIMÉNEZ OSORNIO

DRA. MIRIAM FERRER ORTEGA

DR. SANTIAGO GARCÍA MARTÍNEZ

Mérida, Yucatán, México, Noviembre de 2019

SÍNODO DEL EXAMEN DE TESIS DE GRADO

**DR. LUIS FELIPE DA CONCEIÇÃO DOS SANTOS
CCBA-UADY**

**DRA. PATRICIA IRENE MONTAÑEZ ESCALANTE
CCBA-UADY**

**DRA. CARMEN SALAZAR GÓMEZ VARELA
CCBA-UADY**

**DR. JESÚS ARTURO CAAMAL MALDONADO
CCBA-UADY**

**M en C. JORGE CETZ IUIT
CCBA-UADY**

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

“El presente trabajo no ha sido aceptado o empleado para el otorgamiento de título o grado diferente o adicional al actual. La tesis es resultado de las investigaciones del autor, excepto donde se indican las fuentes de información consultadas. El autor otorga su consentimiento a la UADY para la reproducción del documento con el fin del intercambio bibliotecario siempre y cuando se indique la fuente.”

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma de Yucatán (México) y a la Universidad de Miguel Hernández de Elche (España) por hacer posible este trabajo.

A mis asesores, Dr. Juan Jiménez Osornio, Dra. Mirian Ferrer Ortega y Dr. Santiago García Martínez, a quienes quisiera agradecer la realización de este trabajo; por su disposición, ayuda, consejos, enseñanzas y apoyo.

A mi sínodo; Dra. Patricia Irene Montañez Escalante, Dra. Carmen Salazar Gómez Varela, Dr. Luis Filipe da Conceicao dos Santos, Dr. Jesús Arturo Caamal Maldonado y M en C. Jorge Cetz Iuit; por sus correcciones y consejos.

A mis compañeros del departamento de Manejo de Recursos Naturales Tropicales, por su colaboración y apoyo.

A Daniel, Aurelio y Eduardo; por su ayuda en el cuidado de las plantas para la caracterización, en el ensayo del Rancho Los Juanes.

A Don Francisco Cab Uc, por su gran disposición, colaboración, enseñanzas, consejos, y sobre todo por su confianza en este trabajo.

A todas las personas con las que me crucé en Chacsinkín y en X'box; que me facilitaron el trabajo y me enseñaron más cosas de las que nunca hubiera podido imaginar, y con las que pude disfrutar de un ambiente muy familiar, entre ellas Lorena y Doña Aby.

A mi familia, novio y amigos; Fernando y Doña Soco, por apoyarme en este proyecto.

DEDICATORIA

En primer lugar esta tesis va dedicada a todos los campesinos, productores, agricultores...; que cada día ven amanecer y anochecer en sus milpas o parcelas; y que bajo el cobijo del sol entonan sus canciones para que sus campos no se queden sin voz.

A mis padres, Felipe y María del Carmen; que me enseñaron a amar, respetar y defender el campo.

A mi familia, tíos y abuelos; que de una u otra forma han contribuido a mi formación.

A mis hermanos, Miguel y Ana, que me enseñaron que si tenía que hacer algo, debía tomarme mi tiempo y hacerlo bien.

A Víctor, por su paciencia, por apoyarme y por no escatimar en palabras de ánimo.

A Juan Jiménez, Mirian Ferrer y Don Pancho, que me abrieron todas las puertas para hacer que este trabajo fuera posible.

RESUMEN

La importancia de las variedades autóctonas como reservorio genético importante para el futuro, y su contribución al mantenimiento de los saberes de los campesinos hacen necesario su conservación y caracterización. Estas variedades son el resultado de una selección llevada a cabo por generaciones, y forman parte de su cultura y gastronomía. El cultivo de variedades autóctonas de tomate (*Solanum lycopersicum*) ha sido desplazado por el de variedades alóctonas en muchas partes del mundo, debido a su vida de anaquel y las demandas del mercado. El objetivo de este trabajo fue caracterizar el manejo de las variedades autóctonas de tomate del sur de Yucatán a través del diálogo de saberes. Para ello, se realizó una prospección de variedades autóctonas de tomate y se colectaron tres; Rosa p'aak, Abal p'aak y Mooch' peek'. Además, en colaboración con la agrupación Guardianes de Semillas, se caracterizó el manejo y la productividad de éstas variedades en Chacsinkín, se analizaron las fortalezas y las oportunidades para el manejo de éstas variedades autóctonas en X'box, Chacsinkín. Para describir su diversidad morfológica y agronómica se realizó una caracterización, utilizando los descriptores de caracterización publicados por Bioversity International (IPGRI, 1996). A partir de estos rasgos se elaboraron unas fichas varietales. En el análisis FODA se encontraron muchas fortalezas y oportunidades para el cultivo de estas variedades en la comunidad, y se realizaron unas recomendaciones para mejorar las debilidades y amenazas. De los datos recopilados en la caracterización se concluyó que existe variabilidad *intra e intervarietal*. Los resultados de los descriptores relativos a la parte vegetativa de las plantas muestran pocas diferencias intravarietales, en cambio los relativos a los frutos muestran diferencias significativas entre las tres variedades estudiadas. Las tres variedades presentan diferencias para el fruto intravarietal, con características de frutos (color y forma predominante) que bien podrían pertenecer a diferentes variedades. Estas diferencias respecto a los frutos dentro de la misma variedad se pueden deber a que las variedades hayan sido hibridadas unas por otras en una multiplicación anterior, a una contaminación durante el proceso de manipulación de semillas, o a que, aunque el tomate es una planta autógena puede polinizarse por insectos.

Palabras Clave: *Solanum lycopersicum*, variedades locales, tomates nativos mexicanos, variación morfológica.

ABSTRACT

The importance of native varieties as an important genetic reservoir for the future and their contribution to the maintenance of farmers knowledge make necessary their conservation and characterization. These varieties are the result of a selection carried out by the farmers, through generations, and they are part of their culture and gastronomy. The growth of native tomato landraces has been displaced by commercial varieties in many parts of the world, due to market demands. The aim of this work was to characterize the management of the native varieties of tomato from the South of Yucatán through the dialogue of knowledge. A prospecting collection of native varieties of tomato was made in the south of Yucatán, three were collected; Rosa p'aak, Abal p'aak and Mooch' peek'. In addition, in collaboration with a key informant of the NGO Yucatan Seed Guardians, the management and productivity of these varieties was characterized in Chacsinkín. Strengths and opportunities for the management of these native varieties were analyzed in this community. To describe the morphological and agronomic diversity, a characterization was carried out in, using the characterization descriptors published by Bioversity International (IPGRI, 1996). From the most remarkable features a varietal sheet of each variety was elaborated. In the SOWT analysis, many strengths and opportunities for the grow of these varieties were found in the community and some recommendations were made to improve weaknesses and threats. From the data collected in the characterization it was concluded that there is *intra* and *intervarietal* differences. The results of the descriptors related to the vegetative part of the plants show few intravarietal differences while those related with the fruits show significant differences between the three varieties studied. They show intervariatal differences for the fruits, with characteristics of fruits (color and predominant form) that well could belong to different varieties. These differences with respect to the fruits within the same variety may be due to the fact that the varieties have been hybridized in a previous multiplication, contamination during the process of seed manipulation, or that, although the tomato is an autogamous plant, it can be pollinated by insects.

Key Words: *Solanum lycopersicum*, landraces, mexican native tomatoes, morphologic variation.

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Origen del tomate	4
2.2. Distribución del tomate en el mundo.....	4
2.3. Descripción botánica	5
2.4. Factores ambientales	6
2.5. Importancia socioeconómica del tomate	11
2.6. El cultivo de tomate en México	11
2.7. El cultivo de tomate en Yucatán.....	12
2.8. Caracterización de tomate	13
2.9. Estudios sobre caracterización de tomate rojo (Jitomate)	14
3. OBJETIVOS.....	20
3.1. Objetivo general	20
3.2. Objetivos específicos.....	20
4. REFERENCIAS	21
5. ARTÍCULO CIENTÍFICO.....	28
6. CONCLUSIONES GENERALES	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales plagas que afectan al tomate	9
Cuadro 2. Principales enfermedades que afectan al tomate	10
Cuadro 3. Producción anual de tomate en México durante los últimos 10 años.....	11
Cuadro 4. Producción anual de tomate en Yucatán durante los últimos 10 años.....	13
Cuadro 5. Trabajos realizados sobre caracterización de tomate.....	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Posibles rutas de distribución del tomate	11
-----------------------------------------------------------	----

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, se ha reconocido el valor cultural de las variedades autóctonas y la conservación de sus semillas como contribución al mantenimiento de la agrobiodiversidad (Fiol y Padilla, 2017). A lo largo de los años, las variedades se adaptan a diferentes condiciones climáticas, y han sido los agricultores los que han contribuido a la diversificación de los cultivos transportando diferentes semillas seleccionadas a las áreas de cultivo (Cebolla-Cornejo et al., 2013).

Las variedades autóctonas son propias de un territorio concreto, donde han sido cultivadas durante cientos de años; se les conoce también como locales o nativas, son el resultado de una selección llevada a cabo por los campesinos, y están muy bien adaptadas a las condiciones locales (Roselló y Soriano, 2009). Es importante conservarlas porque constituyen un reservorio genético importante para el futuro y porque forman parte de la cultura y gastronomía campesina de los lugares donde se cultivan. Estas variedades representan las características culturales e históricas de sus habitantes, que han ido heredando durante generaciones (Red Andaluza de Semillas, 2011).

El cultivo de variedades autóctonas de tomate ha sido desplazado por el cultivo de variedades alóctonas en muchas partes del mundo. Este aumento en el cultivo de variedades alóctonas responde a las demandas del mercado, que exige mayor productividad por unidad de área, frutos más homogéneos y manejo postcosecha que permita mayor tiempo de vida en anaquel (Gragera et al., 2009).

Actualmente, las principales reservas biológicas y genéticas se encuentran en los territorios campesinos e indígenas, presentando una gran riqueza cultural y biológica (Toledo et al., 2010). Sin embargo, la industrialización agraria ha provocado un gran impacto cultural negativo, destruyendo la memoria tradicional de los saberes de los campesinos, que ellos mismos habían ido acumulando durante décadas (Toledo, 2005). Por esto, es importante

realizar estudios; documentando, analizando y revalorizando los conocimientos de los campesinos.

Este trabajo pretende caracterizar las variedades autóctonas de tomate del sur de Yucatán mediante el diálogo de saberes. A través de la investigación acción participativa (IAP), el diálogo entre saberes científicos y tradicionales constituyen un aprendizaje mutuo para estos dos principales portadores de saberes (Environmental Governance in Latin America and the Caribbean, ENGOV, 2014). Este diálogo, es sincero, respetuoso, y de aprendizaje mutuo entre el saber científico y el saber campesino para la transferencia de saberes, percepciones y valoraciones; sin pretender en ningún momento establecer un patrón único o un código cultural dominante (Tovar y Rojas, 2011).

A pesar de que México ha sido uno de los centros de domesticación del tomate; existen muy pocos trabajos de investigación que permitan la conservación y el aprovechamiento de sus genotipos nativos o silvestres. A diferencia de otros países, donde se ha trabajado para aprovechar las características y propiedades de estos genotipos para incorporarlos a programas de mejoramiento genético (Diez y Nuez, 2008).

A partir del 2008, se han realizado diversos trabajos de caracterización en poblaciones nativas de tomate, que han demostrado que en México existe gran variabilidad genética y morfológica. Esta variabilidad se debe al clima, el suelo y a la presencia de grupos de humanos que han contribuido a su domesticación. Sin embargo, de estos trabajos realizados, sólo hay uno que ha estudiado el manejo del cultivo de las variedades (Estrada et al., 2011), la mayoría se han centrado en realizar la caracterización morfo agronómica (Álvarez et al., 2009; Vásquez et al., 2010; Carrillo y Chávez, 2010; Méndez et al., 2011; Chávez et al., 2011; Lobato et al., 2012; Juárez et al., 2012; Bonilla et al., 2014; Sanjuán et al., 2014 y Pacheco et al., 2014).

Es fundamental recuperar el cultivo de las variedades autóctonas “*in situ*”, ya que aportan muchas ventajas; mayor adaptación al medio, mayor resistencia a plagas y enfermedades, menor necesidad de insumos y mayor biodiversidad del agroecosistema (Instituto de

Investigación y Formación Agraria y Pesquera, IFAPA, 2011). Estas ventajas hacen que para su cultivo se necesiten menos insumos externos (fertilizantes, fitosanitarios, etc.) y que sus semillas sean fáciles de obtener, ya que se pueden multiplicar, permitiendo a los campesinos producir sus propias semillas y recuperar el control de sus cultivos (Roselló y Soriano, 2009). La conservación de estas variedades contribuye al mantenimiento de los saberes de los campesinos, favorecen el desarrollo de la economía local, la seguridad y la soberanía alimentaria.

Yucatán es una zona con mucha riqueza biocultural, que cuenta con un conocimiento agrícola tradicional milenario; para que estos conocimientos no desaparezcan, es importante revalorizar las técnicas y el manejo agrícola de los campesinos, por lo que es conveniente la conservación de las variedades locales (Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, IFAPA, 2011). Aunque Yucatán no está entre los principales estados productores de tomate de México, y su producción de tomate presenta una tendencia decreciente, hubo unos años en los que se produjeron tomates en la antigua zona henequenera. Esta producción fue disminuyendo, a causa de los problemas de virosis, principalmente del virus del rizado amarillo del tomate (TYLCV) o cuchara, transmitido por la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Medina ,1984).

Las principales variedades autóctonas de tomate en el sur de Yucatán, son cultivadas por los Guardianes de Semillas de X'box, Chacsinkín, y son tres; Rosa p'aak, Abal p'aak y Mooch' peek'. Los Guardianes de Semillas son personas, a veces representantes de grupos o comunidades, comprometidas a la recuperación y conservación de semillas tradicionales y nativas que están en peligro de desaparecer (Rosales et al., 2019). Es importante promover el cultivo de estas variedades, ya que es una opción para mejorar la calidad de vida de la comunidad; contribuyendo a su desarrollo sostenible, a partir de la utilización de sus propios recursos y sus sistemas de conocimiento tradicional. De esta forma, se desarrollaría una agricultura familiar autosuficiente y ecológica, revalorizando las capacidades de los campesinos locales. De ahí, la importancia de recuperar, cultivar, conservar, caracterizar y estudiar las variedades autóctonas de tomate en el sur de Yucatán, y analizar cuáles son las fortalezas y las oportunidades para el manejo de estas variedades

en la comunidad de Chacsinkín, difundiendo las ventajas que supondría su cultivo para la comunidad. Considerando que no sólo es importante realizar la caracterización morfo agronómica de estas variedades en un experimento “*ex situ*”, sino que también es muy importante el manejo y la productividad de estas variedades “*in situ*”, en las propias comunidades, se caracterizaron tres variedades autóctonas de tomate en X’box, Chacsinkín. Además se describen los aspectos morfológicos y fenológicos de las tres variedades ensayadas en condiciones experimentales semicontroladas en el Rancho Los Juanes, Xmatkuil.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Origen del tomate.

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tiene su centro de origen en la región de los Andes, en los países que van desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile. Una evidencia de que éste fue su origen, es la cantidad de variedades silvestres que se pueden encontrar en los campos y terrenos sin cultivar de esta zona de Sudamérica (Diez y Nuez, 2008).

El tomate era una maleza más de las milpas. Algunos cronistas europeos confundieron citas de la palabra tomalt y la usaron como referencia al tomate, aunque algunas de esas citas se referían a otra especie, el tomate de cáscara, *Physalis philadelphica* (Diez y Nuez, 2008).

Existe un debate sobre el lugar de la domesticación del tomate, aunque es aceptado que tuvo lugar en México (Rick, 1986). Las evidencias lingüísticas, históricas y genéticas apoyan esta hipótesis (Esquinas-Alcázar y Nuez, 1995).

2.2. Distribución del tomate en el mundo.

El tomate se ha distribuido desde su centro de origen al resto del mundo en el siglo XVI. Los aztecas cultivaban *el tomatí*, una planta cuyos frutos se parecían a los tomates Cherry actuales. Esta planta, aún existe en estado silvestre en Ecuador y Perú (Polese, 2007).

El tomate fue llevado a España por los conquistadores en 1540, desde la capital del Imperio Azteca Tenochtitlan (Veracruz, México), a pesar de que existen citas que lo datan entre

1523 y 1524, año en el que aparecieron las primeras descripciones publicadas por el botánico italiano Pietro Mattioli (Nuez, 1995). Desde España, se distribuyó al resto de Europa, desde donde fue exportado a Filipinas, y posteriormente al continente asiático. Las rutas comerciales y las colonias facilitaron su distribución en todas partes. Nuez y Esquinas-Alcázar (1995) encontraron posibles rutas de distribución del tomate (Figura 1).

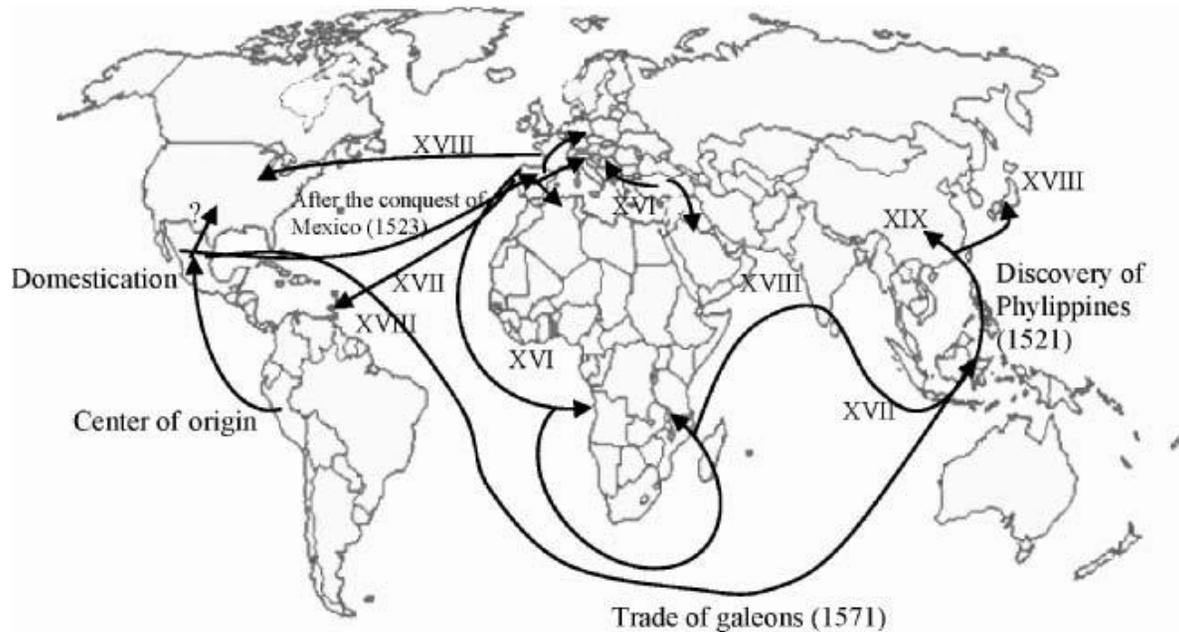


Figura 1: Posibles rutas de distribución del tomate a partir del siglo XVI (Basado en Esquinas-Alcázar y Nuez, 1995)

2.3. Descripción botánica del tomate.

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.), de la familia Solanaceae (Villela, 1993), es una planta herbácea, vellosa, vivaz, perenne, pero cultivada como anual en climas templados. El desarrollo es diferente según la variedad; puede tener porte arbustivo, erguido o rastrero y puede medir de cuarenta y cinco cm hasta más de dos metros (Gorini, 2002).

De acuerdo con Anderlini (1970), su crecimiento puede ser limitado (variedades determinadas) o ilimitado (variedades indeterminadas). El tallo tiene una superficie

angulosa, está recubierto de vellosidades y glándulas, que proporcionan a la planta un olor característico. Las hojas son compuestas, alternas, alargadas, con los bordes dentados, y con el limbo fraccionado en folíolos (de 7 a 11), al igual que el tallo, presentan glándulas secretoras de la sustancia aromática. Las flores son pequeñas, amarillas, y se agrupan sobre un mismo pedúnculo. El fruto es una baya, formada por un fruto carnoso que encierra las semillas. Aunque generalmente, los frutos son esféricos y rojos, pueden tener distintas formas y colores. Por ejemplo, el tomate pendiente de la reina; tiene forma aplanada y es de color amarillo, mientras que el rosa p'ak es achatado y de color rosa.

El sistema radicular es pivotante, pero según crece la planta existe mucha ramificación y es difícil distinguir la raíz principal de las secundarias (Gorini, 2002).

2.4. Factores ambientales que afectan al crecimiento del tomate

En su ciclo de vida, el tomate, al igual que el resto de plantas, pasa por varios estados de desarrollo; germinación de la semilla, establecimiento inicial, crecimiento, floración y dispersión de la semilla. En cada uno de estos estados se producen cambios fisiológicos o respuestas en la planta, que en la mayoría de los casos están relacionados con las condiciones ambientales (Gliessman, 2002).

2.4.1. Factores abióticos que afectan al crecimiento del tomate

Los factores abióticos más importantes para el cultivo del tomate son los factores climáticos y los factores del suelo.

Factores climáticos:

Luz

Las tomateras son plantas típicas de climas cálidos y responden muy bien a iluminaciones fuertes, necesitan tener buena iluminación, son necesarias nueve horas de luz al día como

mínimo (Gorini, 2002). En algunos países del centro de Europa para poder realizar su cultivo durante el otoño utilizan iluminación artificial (Maroto, 2002).

Temperatura

La temperatura óptima de germinación del tomate está entre 20 y 25°C. La temperatura adecuada durante la fructificación debe permanecer entre 23-26 °C, de esta forma, las bayas tendrán una buena coloración. No es necesario que esta temperatura se mantenga durante todo el día, pero sí es conveniente que por la noche haya una temperatura óptima de 13-18 °C (Chaux, 1972). Durante la polinización es conveniente que la temperatura no varíe mucho y que se mantenga dentro de los valores óptimos, mientras que durante el crecimiento del fruto y la maduración, el tomate soporta mayores diferencias de temperatura. Es importante considerar que a partir de los 33°C la tomatara crece más despacio (Gorini, 2002).

Humedad

La humedad relativa del aire es muy importante, sobre todo durante la dehiscencia polínica y la polinización, siendo la más adecuada entre un 55% y un 60% (Maroto, 2002). Cuando la humedad ambiental es menor del 50% pueden existir problemas en la retención del polen en el estigma (Wacquand y Dauple, 1974), y si la humedad relativa es muy alta, más del 85 %, afecta negativamente a la polinización, ya que dificulta la transferencia del polen al estigma (Martínez y González, 1981).

Factores del suelo:

El tomate no es muy exigente en suelo, pero se desarrolla mejor en suelos sueltos, profundos y bien drenados (Maroto, 2002).

pH

La mayoría de las plantas, especialmente los cultivos, se desarrollan bien dentro del rango de pH de 5 a 8 (Gliessman, 2002). El tomate se desarrolla bien en terrenos con pH algo elevados y resiste a algunas condiciones de acidez (Maroto, 2002). En una serie de experiencias se observó que el tomate presentaba mejores rendimientos en intervalos de pH comprendidos entre 6.5 y 6.9 (Worley, 1976).

Salinidad

La salinidad del suelo es uno de los factores abióticos que más limita la productividad de los cultivos. Los suelos alcalinos son un problema porque dificultan la extracción de los nutrientes y el crecimiento de las plantas (Gliessman, 2002). El tomate es un cultivo moderadamente sensible a la salinidad, ya que tolera una conductividad eléctrica del extracto del suelo saturado de 2.5 dS/m sin disminuir su rendimiento (Grieve et al., 2012)

Nutrientes

Las plantas obtienen los nutrientes del suelo, y la disponibilidad de estas sustancias en el suelo a veces determina su productividad. Existen muchas formas para analizar los nutrientes y determinar sus niveles en el suelo. Si un nutriente no se encuentra presente en el suelo, en cantidades suficientes, debe ser añadido mediante las tecnologías de fertilización, que han sido desarrolladas para ello (Gliessman, 2002). En un cultivo normal de tomates se recomienda una fertilización de; 30 t de estiércol, 50 UF de N, 80-100 UF de P₂O₅, 200-250 UF de K₂O, como abonado de fondo; y 100-150 UF de N adicionales en cobertera (Maroto, 2002).

Humedad

En lo que respecta a la humedad del suelo, el tomate presenta una exigencia media. La humedad del suelo afecta al crecimiento de los tejidos, a la transpiración, a la fecundación

de las flores y al desarrollo de las enfermedades criptogámicas, producidas por hongos. Es recomendable humedades inferiores al 50% y suelos no inundables (Rodríguez et al., 2001).

2.4.2. Factores bióticos que afectan al crecimiento del tomate

El control de plagas y enfermedades es uno de los problemas que más afecta a la producción de tomate en México. Existen una gran cantidad de plagas y enfermedades que afectan a su cultivo, por lo que se utiliza gran cantidad de pesticidas. El uso de los productos químicos no sólo aumenta los costes del cultivo, sino que produce la aparición de resistencias de las plagas a los productos con los cuales eran controladas en años anteriores (Alarcón y Bolkan, 1994).

En el Cuadro 1 se observan las plagas y enfermedades más importantes que afectan al cultivo del tomate.

Cuadro 1. Principales plagas que afectan al tomate.

Nombre común	Nombre científico
Ácaro del bronceado del tomate	<i>Aculops lycopersici</i>
Ácaro rayado, arañuela roja	<i>Tetranychus urticae</i>
Gusano del brote	<i>Heliothis tergininis</i>
Gusano del fruto	<i>Heliothis gelotopoeon</i>
Gusano variegado	<i>Peridroma saucia</i>
Minador de la hoja	<i>Liriomyza huidobrensis</i>
Mosca blanca	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i>
Oruga de la hoja	<i>Spodoptera latifascia</i>
Oruga medidora	<i>Plusia bonariensis</i>
Oruga medidora	<i>Rachiplusia un</i>
Oruga militar verdadera	<i>Pseudaletia adultera</i>
Palomilla del tomate	<i>Tuta absoluta</i>
Perforador del fruto de tomate	<i>Neoleucinodes elegantallis</i>
Pulgón del algodónero	<i>Aphis gossypi</i>
Pulgón verde del duraznero	<i>Myzus persicae</i>
Trips de las flores	<i>Franklinella occidentalis</i>
Nematodo agallador	<i>Meloidogyne spp</i>

Adaptación de Carrero y Planes (2008).

En el Cuadro 2 se citan las principales enfermedades que afectan al cultivo del tomate y sus agentes causales.

Cuadro 2. Principales enfermedades que afectan al tomate.

Nombre común	Agente causal
Bacterias	
Cancro bacteriano	<i>Clavibacter michiganensis</i>
Mancha bacteriana	<i>Xanthomonas campestris</i>
Marchitamiento bacteriano	<i>Ralstonia solanacearum</i>
Peca bacteriana	<i>Pseudomonas syringae</i>
Podredumbre blanda del tallo	<i>Pectobacterium carotovorum</i>
Tallo hueco	<i>Pseudomonas corrugata</i> , <i>P. mediterránea</i> y <i>P. viridiflava</i> .
Hongos	
Antracnosis	<i>Colletotrichum sp.</i>
Fusariosis	<i>Fusarium oxysporum</i>
Podredumbre del tallo y raíz	<i>Phytophthora parasitica</i>
Podredumbre húmeda del tallo	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
Moho blanco	
Mal de los almácigos	Complejo fúngico (<i>Fusarium spp.</i> , <i>Sclerotinia spp.</i> , <i>Sclerotium spp.</i> Y <i>Phytophthora spp.</i>)
Mancha gris de la hoja	<i>Stemphylium solani</i>
Marchitez por verticillium	<i>Verticillium sp.</i>
Moho gris	<i>Botrytis cinerea</i>
Moho de las hojas	<i>Cladosporium fulvum</i>
Oídio	<i>Leveillula taurica/ Erysiphe</i>
Tizón	<i>Phytophthora capsici</i>
Tizón temprano	<i>Alternaria solani</i>
Tizón tardío	<i>Phytophthora infestans</i>
Verticilosis	<i>Verticillium dahliae</i>
Viruela	<i>Septoria lycopersici</i>
Virus	Vector
Bronceado del tomate (TSWV)	Trips, <i>Frankiniella occidentalis</i>
Mosaico del tomate (ToMV)	Semilla e interacción mecánica
Virus de la cuchara (TYLCV)	Larva de mosca blanca <i>Bemisia tabaci</i>

(Adaptación de Carrero y Planes, 2008)

2.5. Importancia socioeconómica del tomate.

El tomate se cultiva en todo el mundo y tiene un valor económico muy importante (Renna et al., 2018). Es la hortaliza más importante en muchos países del mundo por su gran variedad de usos y su alto valor nutritivo (Nuez, 2001).

De acuerdo a la base de datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAOSTAT), China fue el país con mayor producción de tomate en 2016, con 56,308,914 t, el 31.8 % del total (Organización de las Naciones Unidas, FAO, 2016). México se encuentra entre los diez países con mayor producción de tomate a nivel mundial (FAO, 2016).

2.6. El cultivo de tomate en México.

El tomate, conocido como jitomate en el centro y en el sur de México, es un producto que se utiliza tanto para consumo en fresco, como para materia prima en la industria de transformación. En los últimos diez años, la superficie sembrada de tomate en México ha disminuido de 57,469 ha en 2008 a 48,394 ha en 2017 (Cuadro 3). Sin embargo, la producción ha aumentado de 2,151,748 a 3,176,120 t, manteniendo un crecimiento constante en los tres últimos años (SIAP, 2018).

Cuadro 3. Producción anual de tomate en México durante los últimos 10 años (SIAP, 2018).

Año	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento t/ha
2008	57,469	53,097	2,151,748	40.525
2009	53,508	50,404	1,990,092	39.483
2010	54,336	49,989	2,112,698	42.263
2011	56,025	40,899	1,712,460	41.870
2012	55,505	53,934	2,546,526	47.216
2013	44,504	42,613	2,103,024	49.352
2014	50,850	48,218	2,377,967	49.317
2015	49,530	47,736	2,676,706	56.073
2016	48,840	48,1	2,912,978	60.56
2017	48,394	47,736	3,176,120	66.535

Fuente: Servicio de Información Agraria y Pesquera, 2018.

De acuerdo al SIAP (2018), Sinaloa es el estado con mayor producción de tomate de México, seguido de Quintana Roo y Tabasco, mientras que Yucatán se encuentra entre los tres últimos lugares.

En México, existen muchas variedades de tomate, algunas son cultivadas y otras crecen en estado silvestre; sin embargo, no hay mucha información sobre sus características físicas, químicas o nutricionales (Mendez et al., 2011). Aunque no existen muchos datos sobre el uso de las variedades nativas, está documentado que en Oaxaca el tomate nativo tiene una gran diversidad y es muy demandado en la región (Estrada-Castellanos et al., 2011).

Las variedades principales que se consumen en México, son comerciales; bola y saladette. Además de producir estas variedades comerciales, se producen otras tipo cherry, tomate de pera, beef, marmande, vemone, moneymaker, muchamiel, pometa tardío, san marzano, cocktail, ramillete y liso (Servicio Información Agroalimentario y Pesquero, SIAP, 2018).

En los últimos años la preocupación por llevar una dieta alimentaria adecuada está haciendo que las variedades autóctonas de tomate sean más valoradas, tanto desde el punto de vista organoléptico como a nivel cultural (Asensio et al., 2018). Para México, el tomate es especialmente importante porque es considerado el centro de domesticación y tiene semillas nativas de gran diversidad (Velasco-Alvarado et al., 2017).

2.7. El cultivo de tomate en Yucatán.

De acuerdo al SIAP (2018), Yucatán ha aumentado su superficie de tomate en los últimos diez años de 78 ha en 2008 a 143 ha en 2017. Durante el periodo correspondiente del año 2012 al 2017, la producción se mantuvo por encima de las 2,000 t, exceptuando en el 2016, que descendió a 1,643 t. El rendimiento durante los últimos diez años ha sido mayor de 13,000 t. Sin embargo, aunque ha aumentado su superficie no ha aumentado su rendimiento. Es importante detectar cual es el problema y desarrollar estrategias para solucionarle.

Cuadro 4. Producción anual de tomate en Yucatán durante los últimos 10 años (SIAP, 2018).

	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento t/ha
2008	78	29	453	15.472
2009	188	156	2,479	15.910
2010	209	171	2,35	13.732
2011	151	134	1,801	13.461
2012	233	222	2,983	13.416
2013	191	185	2,755	14.862
2014	168	159	2,158	13.608
2015	153	143	2,275	15.932
2016	126	118	1,643	13.869
2017	143	142	2,265	15.927

Fuente: Servicio de Información Agraria y Pesquera, 2018.

En Yucatán, las variedades que más se cultivan actualmente son las variedades comerciales introducidas, pero antiguamente se cultivaban tomates tipo criollo; Zocato y Macizo. El tomate se sembraba en la Zona Henequenera como cultivo único o intercalado con otras hortalizas (Medina, 1984).

2.8. Caracterización de tomate.

Para estudiar la diversidad biológica y agrícola de las variedades autóctonas se utilizan descriptores morfológicos y agronómicos con los que se realiza una caracterización (Figs et al., 2018).

Uno de los objetivos de este trabajo fue caracterizar las variedades autóctonas de Yucatán, para ello se utilizaron los descriptores de Bioversity International (International Plant Genetic Resources Institute, IPGRI, 1996).

2.9. Estudios sobre caracterización de tomate rojo (Jitomate).

México ha sido uno de los centros de domesticación del tomate, pero hasta el 2008 no había muchos trabajos de investigación que permitieran la conservación y el aprovechamiento de sus genotipos nativos o silvestres (Juárez, 2008). Fue a partir del 2008 cuando se realizaron trabajos y estudios de caracterización en poblaciones nativas de Jitomate (Cuadro 5).

La mayoría de los estudios realizados se han centrado en la caracterización morfo agronómica, dejando a un lado el manejo del cultivo que realizan los campesinos; únicamente en un caso de estudio de cuatro comunidades de Oaxaca (Estrada et al, 2011) se realizaron entrevistas para estudiar el manejo y las prácticas agrícolas (Cuadro 5).

Dentro de las zonas geográficas donde se han realizado los estudios, destacan los Estados de Oaxaca y de Puebla, y sólo se ha estudiado una accesión del Estado de Yucatán, localizada en el Norte del Estado (Méndez et al., 2011) (Cuadro 5).

Los trabajos de investigación se han realizado en ensayos experimentales dentro de invernaderos o en campo abierto, en las universidades y otras instituciones públicas, pero pocas investigaciones se han llevado a cabo en condiciones reales de campo colaborando con una comunidad.

Cuadro 5. Trabajos realizados sobre caracterización de tomate.

Referencias	Zona geográfica	N° Variedades /poblaciones	Carácteres morfológicos	Características agronómicas	Características físico-químicas
Exploración y caracterización de poblaciones silvestres de Jitomate (Solanácea) en tres regiones de Michoacán, México (Álvarez et al ,2009).	En 3 regiones del Estado de Michoacán: Valle de Los Reyes, Valle de Apatzingán y Ciénaga de Chapala.	9 Poblaciones Tinguaraques. (Jitomate silvestre)	Color de la flor, color fruto maduro, tipo márgenes en foliolos, habito crecimiento en la planta, número de sépalos, número de frutos por racimo, número de foliolos , diámetro polar y ecuatorial del fruto, peso del fruto, número de lóculos.	-----	-----
Evaluación morfoagronómica de una muestra del jitomate nativo del Centro y Sureste de México (Vásquez et al., 2010).	Centro y sureste de México	16 colectas.	Tipo crecimiento planta, densidad pubescencia del tallo, densidad del follaje, tipo de hoja, tipo de inflorescencia, color de la corola, color exterior del fruto no maduro, forma predominante del fruto, color exterior del fruto maduro, forma del corte transversal del fruto, forma de la cicatriz del pistilo, forma del terminal de la floración del fruto, firmeza del fruto.	Días a floración, días a madurez, n° de lóculos, n° de semillas, n° total de flores, n° total de frutos, peso del fruto, longitud del fruto, rendimiento por planta.	-----

Caracterización agro morfológica de muestras de tomate en Oaxaca (Carrillo y Chávez, 2010).	Estado de Oaxaca, 25 municipios de 8 regiones Oaxaqueñas	Colección de 49 muestras poblacionales de tomate, 28 silvestres y 21 domesticadas.	Altura planta 30d después de trasplante, altura planta 60d después de trasplante, número promedio de folíolos de una hoja madura, longitud de una hoja madura sin pedúnculo (cm), diámetro tallo (cm), distancia de entrenudos foliares (cm) , distancia entre racimos florales (cm), número de flores por racimo, diámetro del fruto, longitud de fruto, número de lóculos por fruto, peso de fruto (g), número frutos por racimo.	Días a inicio de floración, días a floración del quinto racimo, días a inicio de fructificación, días a fructificación del quinto racimo, días a inicio de maduración de frutos, días a maduración en el quinto racimo.	-----
Quality of fruits in Mexican Tomato Landraces. (Méndez et al., 2011).	Estados de Guanajuato, México, Puebla, Guerrero, Hidalgo, Oaxaca y Yucatán.	13 Accesiones.	Longitud del fruto, forma del fruto, y color del fruto.	Índice de madurez.	Acidez, pH y contenido en licopeno.
Small farmer practices for production improvement of the kidney-type tomato landrace: A case study in Oaxaca. (Estrada et al., 2011).	4 Comunidades de Oaxaca: 1) Santa Cruz Xitla. 2) La Soledad. 3) Santa Inés del Monte. 4) Santa María Villago.	4 Accesiones.	Diámetro ecuatorial Diámetro polar Peso de fruto Frutos por planta	Producción (kg/planta)	-----

<p>Utilización del jitomate silvestre mexicano. (Chávez et al., 2011).</p>	<p>Santa cruz, Xoxocotlán Valle de Oaxaca</p>	<p>102 muestras poblacionales de diferentes estados</p>	<p>Altura de planta a 30 días de trasplante, altura de planta a 60 días del trasplante, longitud de una hoja madura sin pedúnculo, diámetro del tallo, distancia de entrenudos foliares, distancia entre racimos florales, número de flores por racimo, total de frutos por planta al quinto racimo, diámetro de fruto, longitud de fruto, número de lóculos por fruto, peso de fruto, número de frutos por racimo.</p>	<p>Días a inicio floración, días a floración del quinto racimo, días a inicio de fructificación, días a fructificación del quinto racimo, días a inicio maduración de frutos.</p>	<p>Contenido en licopeno, pH, Sólidos solubles, Azúcares reductores.</p>
<p>Exploración, colecta y conservación de recursos genéticos de jitomate. (Lobato et al., 2012).</p>	<p>Montecillo, Texcoco. Estado de México.</p>	<p>60 colectas de Jitomate tipo cereza y tipo riñon.</p>	<p>Altura de la planta, número de racimos de fruto, número de racimos florales, frutos por racimo, hábito de crecimiento, longitud del entrenudo, número de hojas entre inflorescencias, porte de la hoja, tipo de hoja, longitud de la hoja, ancho de la hoja, tipo de inflorescencia, color de la flor, número de pétalos, número de sépalos, posición del estilo, forma del estilo, tipo de antera, dehiscencia de la antera, color del fruto en verde, rayas verdes, hombros verdes, forma del fruto, longitud del fruto, diámetro del fruto, peso promedio del fruto y color del fruto maduro.</p>	<p>-----</p>	<p>-----</p>

Evaluación de características de interés agronómico de siete genotipos nativos de Jitomate (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill). (Juárez et al., 2012).	Estados de Guerrero y Puebla.	7 genotipos.	Días a la floración, días a la madurez en el primer racimo, altura de la planta, diámetro del tallo, largo y ancho de fruto, número de lóculos, peso del fruto, número de frutos	Rendimiento	-----
Diversidad agronómica y morfológica de tomates arriñonados y tipo pimiento de uso local en Puebla y Oaxaca (Bonilla et al., 2014).	Algunas regiones de los Estados de Puebla y Oaxaca.	40 Colectas.	Diámetro de planta, altura a los 95d, altura al primer racimo, distancia entre racimos, número de flores, peso promedio del fruto, diámetro, longitud y firmeza del fruto, número de lóculos.	Días a la floración días a la maduración, número de frutos del tercer racimo. número de racimos totales, número de hojas, número de pétalos, longitud del racimo, número total de frutos, y peso total de frutos.	Sólidos solubles totales.

Variación en características de interés agronómico dentro de una población nativa de tomate (Sanjuán et al., 2014).	Estado de Puebla	1 Población nativa.	Diámetro del tallo, altura de planta, número de racimos con fruto, severidad general (reacción en la calificación fitopatológica).	-----	-----
Relación entre variación ecológica-orográfica y variabilidad morfológica de tomate (Pacheco et al., 2014).	Oaxaca	102 Muestras poblacionales.	Tipo de ramificación, densidad de follaje, tipo de hoja, color exterior del fruto inmaduro, tamaño del fruto, forma predominante del fruto, homogeneidad del tamaño del fruto, forma del hombro del fruto, forma corte transversal del fruto, forma cicatriz del pistilo, forma terminal del fruto, color del epicarpio del fruto maduro, tamaño de la semilla y forma de la semilla.	-----	-----

Fuente: Elaboración propia.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Caracterizar las variedades autóctonas de tomate del sur de Yucatán a través del diálogo de saberes.

3.2. Objetivos específicos.

Identificar las variedades autóctonas de tomate que se cultivan en el sur de Yucatán a través del diálogo de saberes.

Caracterizar el manejo y la productividad de las variedades autóctonas de tomate en Chacsinkín, Yucatán.

Caracterizar los aspectos morfológicos y fenológicos de las tres variedades autóctonas de tomate del sur de Yucatán creciendo en condiciones semicontroladas.

4. REFERENCIAS.

- Alarcón, M. S., y Bolkan, H. (1994). Situación y perspectiva del tomate en México. Sinaloa, México. Informe *Interno*.
- Álvarez, J. C., Cortez H., y García, I. (2009). Exploración y caracterización de poblaciones silvestres de Jitomate (Solanaceae) en tres regiones de Michoacán, México. *Polibotánica* 28:139-159. ISSN 1405-2768.
- Anderlini, R. (1970). *El cultivo del tomate*. Madrid. España: Mundi Prensa.
- Asensio, E., Sanvicente, I., Mallor, C., y Menal-Puey, S. (2018). Spanish traditional tomato. Effects of genotype, location and agronomic conditions on the nutritional quality and evaluation of consumer preferences. *Food Chemistry*, 270, 452-458. doi:10.1016/j.foodchem.2018.07.131.
- Bioversity International, International Plant Genetic Resources Institute, IPGRI, (1996). Descriptores de tomate (*Lycopersicon* spp.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia. 49 p.
- Bonilla, O., Lobato, R., García, J., Cruz, S., Reyes, D., Hernández, E., y Hernández, A. (2014). Diversidad agronómica y morfológica de tomates arriñonados y tipo pimiento de uso local en Puebla y Oaxaca, México.
- Carrero, J.M., y Planes, S. (2008). Plagas del campo. 13ª Edición. Ediciones Mundiprensa. Madrid. España. 775 p.
- Carrillo, J.C., y Chávez, J.L. (2010). Caracterización agromorfológica de muestras de tomate de Oaxaca. *Rev. Fitotec.Mex.* 33(4):1-6.

- Cebolla-Cornejo, J., Rosello, S., y Nuez, F. (2013). Phenotypic and genetic diversity of Spanish tomato landraces. *Scientia Horticulturae*, 162, 150-164. doi:10.1016/j.scienta.2013.07.044.
- Chaux, C. (1972). *Productions légumières*. J.B. Bailliére et fils. (9^a ed.) París.
- Chávez, J., Cruz, J., Vera, A., Rodríguez, E., y Lobato, R. (2011). Utilización actual y potencial del jitomate silvestre mexicano. Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la alimentación y la Agricultura. Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional e Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. 72.
- Diez, M., & Nuez, F. (2008). Tomato: Vegetables II. pp. 1-75
- Estrada-Castellanos, J. B., Carrillo-Rodriguez, J. C., Jerez-Salas, M., Chavez-Servia, J. L., y Perales-Segovia, C. (2011). Small farmer practices for production improvement of the kidney-type tomato landrace: A case study in Oaxaca. *African Journal of Agricultural Research*, 6(13), 3176-3182.
- Esquinas-Alcázar, J., y Nuez, F. (1995). Situación taxonómica y difusión. In F. Nuez (Ed.), *El cultivo del tomate* (pp. 14-42). Madrid.
- FAO (2016). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- Figas, M. R., Prohens, J., Casanova, C., Fernandez-de-Cordova, P., y Soler, S. (2018). Variation of morphological descriptors for the evaluation of tomato germplasm and their stability across different growing conditions. *Scientia Horticulturae*, 238, 107-115. doi:10.1016/j.scienta.2018.04.039.
- Fiol, A. S., y Padilla, M. C. (2017). Who Preserves Biocultural Memory and Agro-Biodiversity in Majorca? Learnings from Local Varieties of Tomato. *Revista De Dialectologia Y Tradiciones Populares*, 72(2), 477-503. doi:10.3989/rdtp.2017.02.008.

- Flores, I. (2012). Valoración agronómica y de calidad de fruto en poblaciones nativas de jitomate mexicano (Tesis de Maestría). Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Foyer, J, Jankowski, F., Blanc, J., Georges, I, Kleiche, M. (2014). Saberes científicos y saberes tradicionales en la gobernanza ambiental: la agroecología como práctica híbrida. *Environmental Governance in Latin America and the Caribbean*. ENGOV. 14:1-79.
- García de Fuentes y Cordoba-Ordoñez (2010). Regionalización socio-productiva y Biodiversidad. In Durán R. y M. Méndez (Eds). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. 496 pp.
- Gliessman, S.R. (2002). *Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Costa Rica.
- Gorini, F. (2002). *Guía del cultivo del tomate. España: De vecchi*.
- Gragera, J., Gil, C., Gutiérrez, J., Esteban, A., Daza, C., y González, J.A. 2009. Selecting spanish tomato landraces grown under organic culture techniques. *Eucarpia*.
- Gragera, J., Gutiérrez, J., Gil, C., Esteban, A., Ávila, C., y Cano, J.M. 2011. Discriminatory morphologic and agronomic characters that identify spanish tomato landraces. *Acta horticulturae* 918(2):583-594.
- Grieve, C.M., Grattan, S.R., y Maas, E.V. (2012). Plant Salt tolerance. In: W.W. Wallender and K.K. Tanji (eds.) *Manual and Reports on Engineering Practice. Agricultural Salinity Assessment and Management* (2nd Edition). 71(13):405-459.
- Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera. IFAPA. (2011). *Manual de conversión a la Agricultura Ecológica*. Sevilla. España.

- Juárez, P.; Castro, R.; Colinas, T. y Sandoval, M. (2012). Evaluación de características de interés agronómico de siete genotipos nativos de Jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.)
- Lobato, R., Rodríguez, E., Carrillo, J.C., Chávez, J.L., Sánchez, P., y Aguilar A. (2012). Exploración, colecta y conservación de recursos genéticos de jitomate: avances en la Red de Jitomate. Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y Colegio de Postgraduados. Texcoco, México. 54 p.
- Maroto, J.V. (2002). *Horticultura herbacea especial*. Madrid. España: Mundi Prensa. ISBN:84-8476-042-1.
- Martínez P.F. y González, A. (1981). Concentración de fitorreguladores de crecimiento en cultivo protegido de tomate. Comunicaciones INIA. 36.
- Medina J.J. (1984). Guía para producir tomate en la zona henequenera. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Centro de Investigaciones Agrícolas de la Península de Yucatán.
- Mendez, I., Vera, A. M., Chavez, J. L., y Jose, C. C. (2011). Quality of fruits in mexican tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) landraces. *Vitae-Revista De La Facultad De Química Farmaceutica*, 18(1), 26-32.
- Nuez, F. (1995). El cultivo del tomate. Ed. Mundi-Prensa. ISBN: 84-7114-549-9
- Nuez, F. (2001). El cultivo del tomate. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Pacheco, I., Chávez, J. y Carrillo, J. (2014). Relación entre variación ecológica-orográfica y variabilidad morfológica de tomate en Oaxaca. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*. 1(1):28-39.

Polese, J.M. (2007). *Cultivo de tomates*. Ed. Omega.

Renna, M., Durante, M., Gonnella, M., Buttaro, D., D'Imperio, M., Mita, G., y Serio, F. (2018). Quality and Nutritional Evaluation of Regina Tomato, a Traditional Long-Storage Landrace of Puglia (Southern Italy). *Agriculture-Basel*, 8(6). doi:10.3390/agriculture8060083.

Red Andaluza de semillas.(2011). Manual para la utilización y conservación de variedades locales de cultivo. Red Andaluza de semillas: "Cultivando Biodiversidad". Sevilla. España.

Rick, C.M.(1986). Germoplasm resources in the wild tomato species. *Acta Horticulturae*, 190, 39-47.

Ríos, O., Chávez, J.I., y Carrillo J.C. Producción tradicional y diversidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) nativo: Un estudio de caso en Tehuantepec-Juchitán, México. (2014). *Agricultura, sociedad y desarrollo*.11 (1):35-51.

Rodriguez, R., Tavares, R., y Medina, J. (2001). Cultivo moderno del tomate. 2ª Edición. Ediciones Mundiprensa. Madrid. España. 206 p.

Rosales, M., Cervera G., Benavides G. y Guardianes de las Semillas del Sur de Yucatán. Conservación *in situ* de semillas de la milpa. Experiencia y propuesta para el cuidado del patrimonio biocultural maya.2019. *Agrobiodiversidad y semillas en la agricultura familiar campesina*. Leisa. 35(2)

Roselló, J. y Soriano, J.J. (2009). Como obtener tus propias semillas. Manual para agricultores ecológicos. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, y Red de Semillas "Resembrando e Intercambiando ". Sevilla. España.

SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación),2010. Monografía de cultivos “Jitomate”, Subsecretaria de Fomento a los agronegocios. 10 p. Disponible en línea:

<http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf> (consulta noviembre 24, 2018)

Sanjuán, F., Ramírez, P., Sánchez, P., Livera, M., Sandoval, M., José C. Carrillo y Perales, C. (2014). Variación en características de interés agronómico dentro de una población nativa de tomate. *Fitotecnia. México*. 37(2):159-164.

SIAP, 2018. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la Producción Agrícola por Cultivo “Modalidad riego + temporal”. SAGARPA, D.F., México. Disponible en línea:

http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350 (consulta noviembre 24, 2018).

Toledo, V.M., Boege, E. y Barrera, N. (2010). The biocultural heritage of México: an overview. *Langscape*.

Toledo, V.M. (2005). La memoria tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales. *Agroecología*. 16-19.

Tovar, F. y Rojas, J. (2011). Diálogo de saberes, sabiduría ecológica originaria y desarrollo rural. *Derecho y Reforma Agraria, Ambiente y Sociedad*. 3(37):115-132

- Vásquez, R., Cruz, J., y Ramirez, P. (2010). Evaluación morfo-agronómica de una muestra del jitomate nativo del Centro y Sureste de México. *Naturaleza y Desarrollo*. 8(2): 49-64.
- Velasco-Alvarado, M. D., Lobato-Ortiz, R., Garcia-Zavala, J. J., Castro-Brindis, R., Cruz-Izquierdo, S., Corona-Torres, T., y Moedano-Mariano, M. K. (2017). Mexican native tomatoes as rootstocks to increase fruit yield. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 77(3), 187-193. doi:10.4067/s0718-58392017000300187.
- Verde, G. (1987). Comportamiento del rendimiento y caracteres morfológicos de plantas y frutos en siete variedades de tomate obtenidas en Cuba para época óptima de siembra. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias de la Habana.
- Villela, J. D. (1993). El cultivo del tomate. PDA (MAGA-AID).Guatemala. 143 p.
Disponibile en: <http://www.disagro.com/publicaciones.htm>.
- Wacquant C. y Dauple P. (1974). L' amélioration de la nouaison de la tomate. La Tomate. Journées d'Information. INVUFLEC. París. 169-185.
- Worley, R.E. (1976). Response of Tomato to pH of a Coastal Plain Soil. *Journal of the American Society for Horticultural Science*.101(4):460-462.

El presente manuscrito se realizó siguiendo los lineamientos estipulados por la Revista Mexicana de Biodiversidad, editada por la Universidad Nacional Autónoma de México.

5. ARTÍCULO CIENTÍFICO

Caracterización de variedades autóctonas de tomate del sur de Yucatán a través del diálogo de saberes.

Characterization of native landraces tomato of South of Yucatán through the dialogue of knowledge.

Carmen Gil Torralvo^{ab*}

Juan Jiménez Osornio^a

Miriam Ferrer Ortega^a

Santiago García Martínez^b

^aFacultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), carretera Mérida-Xmatkuil. Apdo. Postal 4-116 Itzimná Mérida, Yucatán

^bUniversidad de Miguel Hernández, avenida de la Universidad de Elche, s/n, 03202, Elche, Alicante, España.

* Autor para correspondencia: carmengilto@gmail.com.

Resumen

La importancia de las variedades autóctonas como reservorio genético importante para el futuro, y su contribución al mantenimiento de los saberes de los campesinos hacen necesario su conservación y caracterización. Estas variedades son el resultado de una selección llevada a cabo por los campesinos, y forman parte de su cultura y gastronomía. El cultivo de variedades autóctonas de tomate ha sido desplazado por el de las variedades alóctonas en muchas partes del mundo, debido a las demandas del mercado. El objetivo de este trabajo es caracterizar las variedades autóctonas de tomate del sur de Yucatán a través

del diálogo de saberes. Para ello, se realizó una prospección de variedades autóctonas de tomate y se colectaron tres; Rosa p'aak, Abal p'aak y Mooch' peek'. Además, en colaboración con los Guardianes de Semillas, se caracterizó el manejo y la productividad de estas variedades en Chacsinkín, y se analizaron las fortalezas y las oportunidades para el manejo de estas variedades autóctonas en esta comunidad. Para describir su diversidad morfológica y agronómica se realizó una caracterización, utilizando los descriptores de caracterización publicados por Bioversity International (IPGRI, 1996). Los resultados indicaron fortalezas y oportunidades para el cultivo de estas variedades en la comunidad, y los datos de la caracterización mostraron diferencias *inter e intravarietal*. Estas diferencias entre variedades y dentro de la misma variedad se deben a hibridaciones entre las variedades, a una contaminación durante la manipulación de semillas, o a la polinización por insectos.

Palabras Clave: *Solanum lycopersicum*, variedades locales, tomates nativos mexicanos, variación morfológica.

Abstract

The importance of native varieties as an important genetic reservoir for the future make necessary their conservation and characterization. These varieties are the result of a selection carried out by the farmers, and they are part of their culture and gastronomy. The growth of native tomato landraces has been displayed by commercial varieties in many parts of the world, due to market demands. The aim of this work is to characterize the management of the native varieties of tomato from the south of Yucatán through the dialogue of knowledge. On this way, a prospecting of native varieties of tomato has been made in the South of Yucatán, and three were collected; Rosa p'aak, Abal p'aak and Mooch' peek'. In addition, in collaboration with the Guardians of Seeds, the management and productivity of these varieties were characterized in Chacsinkín and the strengths and the opportunities for the management of these native varieties were analyzed in this community. To describe the morphological and agronomic diversity, a characterization was carried out, using the characterization descriptors published by Bioversity International (IPGRI, 1996). The results indicated many strengths and opportunities for the grow of these varieties in the community; and the characterization data showed *inter* and *intravarietal* differences. These differences between varieties and within the same variety are due to hybridizations between varieties, contamination during seed handling, or insect pollination.

Key Words: *Solanum lycopersicum*, landraces, mexican native tomatoes, morfologic variation.

Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es originario de la región de los Andes, de los países que van desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile (Diez y Nuez, 2008); como ponen de manifiesto la gran cantidad de variedades silvestres que se pueden encontrar en los campos y terrenos sin cultivar de esta zona de Sudamérica (Diez y Nuez, 2008); sin embargo, su domesticación y diversificación ocurrió en Mesoamérica (Bai y Lindhout, 2007). Las variedades mesoamericanas se adaptaron a diferentes condiciones climáticas, y fueron los campesinos de la región los que contribuyeron a su diversificación mediante intercambio e introducción de semillas en distintas regiones de cultivo (Cebolla-Cornejo et al, 2013). Estas variedades se consideran autóctonas y son el resultado de una selección llevada a cabo por los campesinos que promueven la adaptación a las condiciones locales de cultivo (Roselló y Soriano, 2009).

El cultivo de estas variedades autóctonas de tomate ha sido desplazado por el de variedades comerciales en muchas partes del mundo; lo que se debe a las demandas del mercado; que exige mayor productividad, y a los cambios de gusto del consumidor; que busca frutos más homogéneos y con mayor tiempo de vida en anaquel (Gragera et al., 2009). No obstante, en las últimas décadas se ha reconocido la importancia de las variedades autóctonas y de la conservación de sus semillas para contribuir al mantenimiento de la agrobiodiversidad (Fiol y Padilla, 2017). En consecuencia, su conservación es importante porque constituyen un reservorio genético para el futuro y porque forman parte de la cultura y gastronomía campesina de los lugares donde se cultivan.

Actualmente, las principales reservas biológicas y genéticas de cultivos autóctonos se encuentran en los territorios campesinos e indígenas (Toledo et al, 2010). Sin embargo, la industrialización agraria tiene un impacto cultural negativo, destruyendo la memoria tradicional de los saberes de los campesinos, que ellos mismos habían ido acumulando durante décadas (Toledo, 2005). Por esto, es importante realizar estudios; documentando, analizando y revalorizando los conocimientos de los campesinos indígenas. Una herramienta adecuada para el análisis y revaloración de conocimientos es la investigación acción participativa (IAP), en particular, el diálogo entre saberes científicos y tradicionales constituye un aprendizaje mutuo para estos dos portadores de saberes. Las características culturales e históricas de los habitantes impactan sobre el cultivo de las variedades autóctonas de los cultivos y contribuyen al mantenimiento de los saberes de los campesinos, por ello para favorecer el desarrollo de la economía local, la seguridad y la soberanía alimentaria, un diálogo de saberes es una metodología adecuada.

Yucatán es una zona con mucha riqueza biocultural, que cuenta con un conocimiento agrícola tradicional de gran riqueza, para que estos conocimientos no desaparezcan, es importante revalorizar las técnicas y el manejo agrícola de los campesinos. Las principales variedades autóctonas de tomate cultivadas en el sur de Yucatán, son cultivadas por los Guardianes de Semillas de X'box, Chacsinkín, esta organización se integra por campesinos comprometidos a la recuperación y conservación de semillas tradicionales y nativas que están en peligro de desaparecer (Rosales et al., 2019). La promoción del cultivo de estas variedades de tomates es una opción para mejorar la calidad de vida de la comunidad; contribuyendo a su desarrollo sostenible, a partir de la utilización de sus propios recursos y sus sistemas de conocimiento tradicional. De ahí, la importancia de recuperar, cultivar, conservar, caracterizar y estudiar las variedades

autóctonas de tomate en el sur de Yucatán. Este trabajo sienta las bases para desarrollar una agricultura familiar autosuficiente y ecológica y revalorizar las capacidades de los campesinos locales.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar las variedades autóctonas de tomate del sur de Yucatán mediante el diálogo de saberes. Para alcanzar este objetivo se identificaron las variedades autóctonas de tomate que se cultivan en el sur de Yucatán, se caracterizó su manejo y su productividad en la comunidad de X'box municipio de Chacsinkín y se describieron los aspectos morfológicos y fenológicos de las tres variedades mediante una caracterización agronómica en condiciones semicontroladas en el rancho Los Juanes, Xmatkuil.

Materiales y Métodos

Se realizó una prospección de semillas de tomate en el sur de Yucatán para caracterizar el manejo de las variedades autóctonas de tomate en esta zona. La información para la localización de los productores de tomate se obtuvo de la base de datos de la Agencia de Desarrollo Humano Local (ADHL) Alianzas. La ADHL está formada por un equipo de facilitadores y facilitadoras que comparten disciplinas y saberes, son conocedores de la región y de su cultura. Detectando las fortalezas y necesidades de las comunidades junto con los actores locales, promueven y gestionan acciones encaminadas al desarrollo de la comunidad a través del diálogo.

En la localidad de X'box, municipio de Chacsinkín, se localizaron tres variedades nativas cultivadas por los Guardianes de Semillas, lo que ha permitido que aún se conserven y no hayan desaparecido. Se concertó una entrevista con los Guardianes de Semillas y se conversó sobre la necesidad de mantener estas variedades y conservar sus

semillas. Para ello, se estableció un acuerdo de colaboración entre la universidad y uno de los Guardianes de Semillas. En este acuerdo se realizó en primer lugar un seguimiento del cultivo de estas variedades “*in situ*”, en X’box, colaborando directamente en campo con el productor, una descripción y análisis del manejo del cultivo; a partir de estos datos se establecieron junto con el productor unas propuestas para mejorarlo. En segundo lugar, en el acuerdo se estableció la implantación de una parcela en el Rancho Los Juanes, km 1.6 Carr. Dzununcan, Xmatkuil, a 15 km de Mérida, para estudiar estas variedades en condiciones semicontroladas, y describir sus principales características morfológicas y fenotípicas.

Descripción del manejo del cultivo de tomate en X’box.

Se realizó el seguimiento del manejo del cultivo de tomate en X’box, desde la siembra hasta la obtención de semillas post-cosecha. El semillero se realizó en dos fases (la primera el 13 de diciembre y la segunda el 9 de enero). Se utilizaron diferentes materiales reciclados (bolsas pequeñas de plástico, vasos y charolas de poliuretano expandido), con un sustrato de composta (50%) y suelo rojo (50%) en la primera fase y una mezcla de fibra (50%) y composta (50%) en la segunda fase.

La preparación del terreno consistió en la utilización del sistema tradicional de roza-tumba y quema en la primera parcela y en el trasplante directo entre los rastrojos de la milpa en el resto de parcelas. El trasplante a terreno definitivo fue el 31 de enero del 2018 (49 días después de la siembra) en la primera parcela, el 16 de febrero del 2019 (38 días después de la siembra) en la segunda parcela y el 28 de febrero del 2019 (50 días después de la siembra) en la tercera parcela. El trasplante de las tres variedades (Rosa p’aak, Mooch’ peek’ y Abal paak’) se realizó de forma intercalada, mezclando unas variedades con otras dentro de la misma parcela. Los cultivos precedentes en las tres parcelas fueron

los cultivos de la milpa; maíz, frijol y calabaza, y como asociación beneficiosa se utilizó el tajonal (*Viguiera dentata* (Cav.) Spreng.).

El cultivo se realizó de forma tradicional, no se podaron ni se entutoraron las plantas. Se utilizó el sistema de riego por goteo, con un riego a primera hora de la mañana y otro a última hora de la tarde. Semanalmente se aplicó una fertilización orgánica con el biol elaborado por el productor. En la segunda y tercera parcela se utilizó un complejo granulado con una alta concentración de Nitrógeno y Fósforo (18-46-00).

El deshierbe fue manual en la primera parcela (chapeo) y mediante un herbicida de contacto (dicloruro de 1,1'-dimetil-4,4-bipiridilo) en la segunda y tercera parcela. El manejo de plagas y enfermedades se realizó de forma agroecológica, utilizando una serie de biopreparados (bioinsecticidas y biofungicidas). La recolección fue escalonada, y duró del 18 de marzo hasta el 23 de mayo. Se determinó la producción total de tomate para cada variedad en la primera parcela de X'box (37 kg para Rosa p'aak, 10 kg para Mooch' peek', 88 kg para Abal paak' y 16 kg para el tomate comercial), ya que la segunda y tercera parcela fueron excluidas del estudio porque la infestación viral acabó con el cultivo. Al no tener registrados el número de plantas de cada variedad, ni la superficie de cada variedad, el rendimiento de cada variedad de tomate en la parcela (1000 m²) no se pudo obtener.

Descripción del manejo del cultivo de tomate en el Rancho Los Juanes, Xmatkuil.

El semillero se realizó en bandejas de poliuretano expandido de 200 alveolos en un invernadero, con un sustrato de turba negra. El trasplante se realizó el 24 de abril (56 días después de la siembra) en camas fertilizadas con estiércol de oveja (50%) y hojarasca de Dzidzil Ché (50%). El ensayo se realizó bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones por variedad, considerando cada parcela como unidad experimental. Cada

unidad experimental estuvo constituida por 20 plantas separadas 30 cm entre sí y 1 m entre filas. En los extremos se colocaron plantas de tomate para reducir el efecto borde.

El sistema de riego fue por goteo, intentando cubrir en todo momento la ETc (Evapotranspiración del cultivo). Las plantas se podaron a un tallo y se entutoraron formando espalderas. El deshierbe fue manual y a lo largo del desarrollo del cultivo se aplicaron tratamientos preventivos de plagas y enfermedades; cuatro aplicaciones de bioinsecticida (infusión de neem) y cuatro de biofungicida (caldo sulfocálcico). Además, se realizaron tres aplicaciones de biofertilizante (biol) para fortalecer las plantas. El cultivo se realizó en todo momento en condiciones agroecológicas.

Caracterización morfológica y fenotípica de las tres variedades autóctonas de tomate del sur de Yucatán, cultivadas en el Rancho Los Juanes, Xmatkuil.

La caracterización morfológica de plántulas (5 caracteres), plantas (11 caracteres), flores (9 caracteres) y frutos (31 caracteres) se realizó siguiendo los descriptores de caracterización publicados por Bioversity International en los listados de descriptores para tomate (IPGRI, 1996). Para la caracterización se utilizaron 20 plántulas de cada variedad, 60 plantas, 60 flores para la caracterización de la inflorescencia, 20 frutos de la variedad Rosa p'aak, 22 frutos de la variedad Mooch' peek' y 60 frutos de la variedad Abal p'aak. Las características que se determinaron fueron de diferente naturaleza, unas características cualitativas y otras cuantitativas. Los caracteres evaluados fueron; en la plántula: color del hipocótilo, intensidad del color y pubescencia del hipocótilo, longitud y ancho de la hoja primaria (mm); En la planta: tipo de crecimiento de la planta, tamaño de la planta, longitud de la enredadera (cm), densidad de la pubescencia del tallo, longitud del entrenudo del tallo, densidad de follaje, hojas en la primera inflorescencia, tipo de hoja,

posición y grado de disección de la hoja, y coloración antocianínica de las venas. En la inflorescencia: tipo de inflorescencia, color y tipo de la corola, longitud del pétalo, sépalo y estambre, posición, forma y pubescencia del estilo. En el fruto: color exterior del fruto no maduro, rayas verdes en el fruto, intensidad de rayas verdes, pubescencia del fruto, forma predominante del fruto, tamaño del fruto, homogeneidad del tamaño del fruto, peso del fruto (g), longitud del fruto (mm), ancho del fruto (mm), color exterior del fruto maduro, intensidad del color exterior, forma secundaria del fruto, nervadura en el extremo del cáliz, facilidad para separar el fruto del pedicelo, forma del hombro del fruto, ancho de la cicatriz del pedicelo, tamaño zona corchosa alrededor de la cicatriz del pedicelo, facilidad para pelar el fruto, color de la piel del fruto maduro, color de la carne del pericarpio, intensidad del color de la carne, color del corazón, forma del corte transversal del fruto, tamaño del corazón (cm), número de lóculos, forma de la cicatriz del pistilo, forma del terminal de la floración del fruto, maduración con manchas, agrietado radial y agrietado concéntrico. A partir de la caracterización morfológica se elaboraron unas fichas varietales de las tres variedades autóctonas (Anexo I).

Las características fenotípicas evaluadas fueron; número de días a la floración, número de días hasta la madurez y el rendimiento ($t \times ha^{-1}$) de cada variedad. Para ver la precocidad de floración y de madurez de cada variedad, se registró el número de días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas tuvieron por lo menos una flor abierta para la floración o un fruto maduro para la madurez. También se evaluó la calidad de los frutos mediante sus características químicas, midiendo el contenido en sólidos solubles ($^{\circ}Brix$) y la acidez del fruto (pH). Para ello, se tomó una muestra de 15 tomates de cada variedad, se separaron en tres grupos (3 repeticiones) de 5 tomates, se licuaron, y del jugo obtenido de

cada repetición se determinó el contenido en sólidos solubles con un refractómetro y el pH con un potenciómetro.

En conjunto con los Guardianes de Semillas de X'box, se realizó una Jornada de Puertas Abiertas en el Rancho Los Juanes, que consistió; en una exposición teórica participativa, donde el productor contó su experiencia sobre el cultivo y se presentaron los resultados técnicos del ensayo; una evaluación sensorial (cata) de las variedades estudiadas y una degustación de platillos tradicionales elaborados con estas variedades de tomate. La calidad organoléptica se evaluó mediante la evaluación sensorial, se recogieron muestras de 10 a 20 frutos de cada variedad. La degustación para la clasificación según sabor, aroma y jugosidad fue realizada por 10 personas, dos de ellas fueron productores de tomate de X'box (Anexo II).

Análisis estadístico

Con los datos tomados durante la caracterización morfológica, se hicieron análisis de componentes principales para las características de plántula, planta, inflorescencia y frutos de las tres variedades de tomate autóctonas del sur de Yucatán. Los datos se estandarizaron con la fórmula $\frac{x_i - \bar{x}}{s}$ donde x_i es el dato observado, \bar{x} es el promedio y s es la desviación estándar de todos los datos por característica evaluada. Estos análisis se utilizaron para determinar cuáles variables tienen mayor valor descriptivo en la variación morfológica e identificar el agrupamiento de los individuos en las variedades autóctonas. Todos los análisis se hicieron con el programa estadístico Past, versión 3.22 (Hammer et al., 2001).

Resultados y Discusión

Identificación de las variedades autóctonas de tomate que se cultivan en el sur de Yucatán.

Se identificaron tres variedades nativas de tomate en la localidad de X'box, municipio de Chacsinkín; Rosa p'aak (tomate rosa), Mooch' Peek' (tomate pata de perro) y Abal p'aak (tomate ciruela). Se observó que actualmente estas variedades sólo son cultivadas por los Guardianes de Semillas. La presencia de una variedad autóctona de Yucatán fue reportado por Méndez y colaboradores (2011); sin embargo, este es el primer trabajo en donde se reportan las variedades autóctonas de tomate para la Península de Yucatán, identificando los nombres mayas que reciben al sur de Yucatán.

Caracterización del manejo y productividad de las variedades autóctonas de tomate en X'box, sur de Yucatán.

Análisis del manejo del cultivo de tomate en X'box.

En el manejo del cultivo de tomate en X'box es importante señalar el aprovechamiento de los recursos disponibles, contribuyendo a un manejo de recursos adecuado y a un desarrollo sostenible. Para la preparación del terreno, sobresale el uso de parcelas de milpa que tras un ciclo de roza-tumba y quema exponen el suelo para el trasplante directo de plantas; este método es similar al que se usa convencionalmente para la siembra de tomate. En otras parcelas de milpas, tras la cosecha del maíz el rastrojo se empleó como sustrato para la siembra intercalada de plantas. Este manejo fue poco propicio para el crecimiento del cultivo, porque el rastrojo puede ser un sitio de resguardo para vectores de enfermedades virales como la mosca blanca. Por esta razón, se considera necesario realizar una planificación adecuada de rotaciones y asociaciones, con el fin de

prevenir las enfermedades y plagas del cultivo. Aunque el cultivo de variedades autóctonas, requiere un consumo menor de productos químicos, el productor emplea agroquímicos para la fertilización y eliminación de malezas. Esta práctica se está extendiendo entre los productores del ejido, por la facilidad que implica su aplicación, en lugar de prácticas más costosas en tiempo y mano de obra como el chapeo o uso de fertilizantes orgánicos. El uso de agroquímicos ha sido promovido por entidades gubernamentales y muchas veces se facilita su adquisición, por lo que algunos de los productores los han adoptado. A partir del análisis del manejo del cultivo por los Guardianes de Semillas se elaboró el siguiente análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (Cuadro 1).

Cuadro 1: Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas del cultivo de las variedades autóctonas de tomate en X'box.



El análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas sobre el manejo del cultivo, mostró que aunque existen algunas debilidades y algunas amenazas, también hay muchas fortalezas y oportunidades para su cultivo en esta comunidad. Entre las fortalezas destacan la experiencia del productor en la preparación de los biopreparados y su interés para mejorar y para capacitar a otros productores, y entre las oportunidades están la disponibilidad de insumos para la elaboración de los biopreparados y del área para producir plántulas y obtener semillas de forma autosuficiente.

Propuestas para mejorar el manejo del cultivo de tomate en X'box.

Las propuestas para mejorar el manejo del cultivo fueron la utilización de un programa adecuado de rotaciones y asociaciones para prevenir plagas y enfermedades, atracción de insectos auxiliares, fertilización del suelo y diversificación de la producción (cuadro 2). Se aconsejó la utilización de especies favorables; como tagetes (*Tagetes erecta* L.) para controlar las plagas, cilantro (*Coriandrum sativum* L.) para estimular el crecimiento del tomate, zinnia (*Zinnia elegans* L.) para atraer insectos auxiliares y los rábanos (*Raphanus sativus* L) para diversificar la producción.

Cuadro 2. Rotaciones y asociaciones recomendadas para el tomate.

ROTACIONES	Positivas	Negativas
	Ajo (<i>Allium sativum</i>), cebolla (<i>Allium cepa</i>) rábano (<i>Raphanus sativus</i>).	Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>), pepino (<i>Cucumis sativus</i>).
ASOCIACIONES	Positivas	Negativas
	Ajo (<i>Allium sativum</i>), cebolla (<i>Allium cepa</i>), cilantro (<i>Coriandrum sativum</i>), tagetes (<i>Tagetes erecta</i>), rábano (<i>Raphanus sativus</i>), zinnia (<i>Zinnia elegans</i>).	Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>), pepino (<i>Cucumis sativus</i>).

Modificado del IFAPA. Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, 2011.

Se propuso el entutorado de las plantas para evitar que estén en contacto directo con el suelo, y que sean más susceptibles a plagas y enfermedades. Se recomendó que la

fertilización fuera exclusivamente natural con los productos elaborados por el productor, y se aconsejó la eliminación total del uso de productos químicos de síntesis para el control de hierbas, plagas y enfermedades, evitando así la aparición de resistencias y la eliminación de la fauna útil.

Descripción de los aspectos morfológicos y fenológicos de las tres variedades de tomate del sur de Yucatán.

En el análisis de componentes principales para las características de plántula se encontró que las tres variedades presentaron color morado y presencia de pubescencia del hipocotilo. Los dos componentes principales explicaron 83.40% de la variación total, con un 50.04 % y un 33.36 %, respectivamente (Cuadro 3). Las variables con mayor valor descriptivo de esta variabilidad entre plántulas fueron en el CP1; intensidad del color del hipocótilo y longitud de la hoja primaria, y en el CP2 el ancho de la hoja primaria (mm).

Cuadro 3. Vectores y valores propios del análisis de componentes principales (CP) con las variables de mayor valor descriptivo de la varianza total de las plántulas de las variedades de tomate; Rosa p’aak, Mooch’ peek’ y Abal p’aak.

Variables	CP1	CP2
Intensidad del color del hipocótilo	0.70741	0.00279
Longitud de la hoja primaria (mm)	- 0.68044	0.27325
Ancho de la hoja primaria (mm)	0.19124	0.96194

La representación gráfica de las tres variedades con los componentes principales uno (CP1) y dos (CP2) se hizo para apreciar las similitudes y diferencias entre las plántulas de las tres variedades. La variedad Abal p’aak presentó un color del hipocótilo morado de baja intensidad y menor tamaño de hojas primarias (mm) que las variedades Rosa p’aak y Mooch’ peek’ (Figura 1a).

Las tres variedades de tomate presentaron una longitud del entrenudo del tallo y una densidad de follaje intermedia, y una hoja estándar con posición erecta. De acuerdo al

análisis de componentes principales para las características de plantas se encontró que los dos componentes principales explicaban el 100% de la variación entre plantas, con un 81.50% y un 18.50%, respectivamente (Cuadro 4). Las variables con mayor valor descriptivo de esta variabilidad entre plantas fueron en el CP1; tipo de crecimiento de la planta, tamaño de la planta, longitud de la enredadera (cm) y densidad de pubescencia del tallo y en el CP2 la longitud de la enredadera (cm).

Cuadro 4. Vectores y valores propios del análisis de componentes principales (CP) con las variables de mayor valor descriptivo de la varianza total de las plantas de las variedades de tomate; Rosa p'aak, Mooch' peek' y Abal p'aak.

VARIABLES	CP1	CP2
Tipo de crecimiento de la planta	0.54677	-0.18542
Tamaño de la planta	0.54677	-0.18542
Longitud de la enredadera (cm)	0.32116	0.94703
Densidad de la pubescencia del tallo	-0.54677	0.18542

La representación gráfica de las tres variedades con los componentes principales uno (CP1) y dos (CP2) se hizo para apreciar las similitudes y diferencias entre las plantas de las tres variedades (Figura 1b). Se identificaron dos grupos; el Grupo I quedó formado por la variedad Rosa p'aak, que presentó un crecimiento semideterminado y menor tamaño de planta que el Grupo II, formado por las variedades Mooch peek y Abal paak, que presentaron mayor longitud de enredadera y crecimiento indeterminado.

El tipo de inflorescencia fue uníparo y el color de la corola amarillo en las tres variedades. El análisis de componentes principales para las características de inflorescencia mostró que los dos componentes principales explicaban el 51.14% de la variación entre flores, con un 28.48% y un 22.66%, respectivamente (Cuadro 5). Las variables con mayor valor descriptivo de esta variabilidad entre flores fueron en el CP1; longitud del sépalo (mm), forma del estilo y longitud del estambre (mm); y en el CP2; longitud del pétalo, longitud del sépalo, longitud del estambre y posición del estilo (Cuadro 5). La variedad Rosa p'aak

presentó un estilo ligeramente proyectado y principalmente fasciculado, a diferencia de las variedades Mooch' peek' y Abal p'aak que presentaron un estilo simple con una posición de estilo que variaba entre; flores con estilo al mismo nivel que el estambre, ligeramente proyectado o muy proyectado. La variedad Rosa p'aak presentó un estambre más pequeño y un cáliz mayor que el otro grupo formado por las variedades Mooch' peek' y Abal p'aak.

Cuadro 5. Vectores y valores propios del análisis de componentes principales (CP) con las variables de mayor valor descriptivo de la varianza total de las flores de las variedades de tomate; Rosa p'aak, Mooch' peek' y Abal p'aak.

Variables	CP1	CP2
Longitud del sépalo (mm)	0.47896	0.42397
Longitud del pétalo (mm)	-0.22425	0.59954
Forma del estilo	0.68411	-0.01069
Longitud del estambre (mm)	-0.33513	-0.39138
Posición del estilo	0.29806	-0.53499

La representación gráfica de las tres variedades con los componentes principales uno (CP1) y dos (CP2) se hizo para apreciar las similitudes y diferencias entre las flores de las tres variedades (Figura 1c).

En el análisis de componentes principales para las características de fruto no se detectaron diferencias entre los frutos para las variables; pubescencia del fruto, ancho de la cicatriz del pedicelo (mm), tamaño zona corchosa alrededor de la cicatriz del pedicelo, forma del terminal de la floración del fruto, maduración con manchas y agrietado concéntrico. Se encontró que con los dos primeros componentes se explicaba el 55.37% de la variación entre frutos, con un 36.39% y un 18.98%, respectivamente. Las variables con mayor valor descriptivo de esta variabilidad fueron en el CP1; el color exterior del fruto no maduro, forma predominante del fruto, el ancho del fruto (mm), el tamaño del corazón (cm) y el número de lóculos, y en el CP2; la presencia e intensidad de hombros en el fruto,

nervadura en el extremo del cáliz, facilidad para separar el fruto del pedicelo, forma del hombro del fruto y forma del corte transversal del fruto (Cuadro 6).

Cuadro 6. Vectores y valores propios del análisis de componentes principales (CP) con las variables de mayor valor descriptivo de la varianza total de los frutos de las variedades de tomate; Rosa p'aak, Mooch' peek' y Abal p'aak.

Variab les	CP1	CP2
Color exterior del fruto no maduro	0.31295	-0.10414
Rayas verdes en el hombro del fruto	0.19607	0.35729
Intensidad de hombros verdes	-0.054545	0.37992
Forma predominante del fruto	-0.30137	-0.11411
Longitud del fruto (mm)	0.30068	0.02266
Ancho del fruto (mm)	0.32460	-0.01449
Nervadura en el extremo del cáliz	-0.13834	0.40548
Facilidad para separar el fruto del pedicelo	-0.13834	0.40548
Forma del hombro del fruto	0.07103	0.31873
Tamaño del corazón (cm)	0.31541	-0.08440
Número de lóculos	0.31930	-0.07419
Forma de la cicatriz del pistilo	0.24027	-0.08922
Agrietado radial	0.07602	-0.03488

En la representación gráfica de los dos primeros componentes principales para las características de fruto (Figura 1d), se muestra la distribución de las 3 variedades, donde se identifican 3 grupos. El Grupo I quedó formado por la variedad Rosa paak', que presentó tomates de color de fruto no maduro verde claro, color de fruto maduro principalmente rosa, mayor tamaño, mayor peso, mayor número de lóculos, mayor tamaño de corazón, forma achatada con acostillado, forma del hombro moderadamente hundida, forma del corte transversal angular-irregular, forma de la cicatriz del pistilo variada entre lineal, estrellado y punteado. El Grupo II quedo subdividido en dos grupos; el Subgrupo IIa formado por tomates Abal p'aak con características similares a Rosa p'aak; color del fruto no maduro verde claro, forma achatada, forma del hombro del fruto moderadamente hundida y mayor número de lóculos; y el Subgrupo IIb formado por tomates Abal p'aak con características similares a los de la variedad Mooch' peek'; color del fruto no maduro blanco verduzco, ligeramente achatado, forma del hombro aplanada y con menor número

de lóculos, y el Grupo III quedó formado por la variedad Mooch' peek', que presentó color de fruto no maduro blanco verduzco, color de fruto maduro principalmente rosa, frutos de un tamaño muy pequeño con forma predominantemente redondeada, forma del hombro del fruto aplanada, forma del corte transversal redonda, forma cicatriz pistilo punteada, y de dos a tres lóculos.

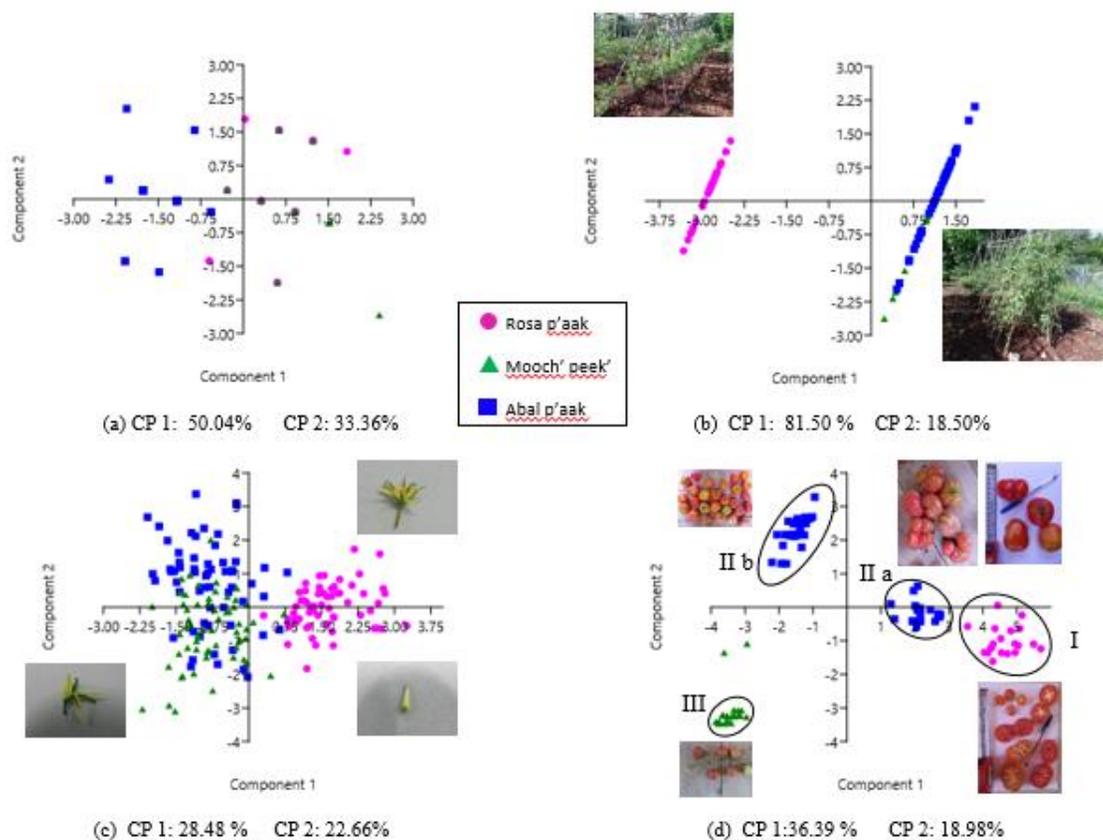


Figura 1. Dispersión de las características de plántulas (a), plantas (b), inflorescencias (c) y frutos (d) de tres variedades de tomate autóctonas del sur de Yucatán con base en los dos primeros componentes.

La variedad con mayor precocidad de floración y de maduración fue Abal p'aak. De las tres variedades la Abal p'aak fue la más productiva (23.50 txha^{-1}), seguida de las variedades Rosa p'aak (9.68 txha^{-1}) y Mooch' peek' (7.46 txha^{-1}). Estas dos últimas

variedades vieron mermada su producción por la presencia de virosis, que causó la baja de algunas plantas y disminuyó su producción. Aunque las tres variedades se adaptaron a las condiciones adversas, la variedad Abal p'aak fue la que presentó mayor resistencia a plagas y enfermedades, característica propia de las variedades autóctonas, que hacen de ellas una de las principales fuentes de germoplasma para la mejora genética (Álvarez et al., 2009).

El promedio de la producción de tomate para Yucatán son de 15 t/ha (SIAP, 2017), la variedad Abal' paak' presentó un rendimiento de 23 t/ha, con lo que es una variedad con potencial, tanto por su producción como por su resistencia a virosis.

La variedad con mayor contenido en azúcares fue Abal p'aak, que presentó mayor concentración de sólidos solubles (5.00°Brix) que las variedades Rosa p'aak (4.33°Brix) y Mooch' peek' (4.00°Brix), e incluso que la comercial introducida como testigo (4.67°Brix). Las cuatro variedades presentaron valores de °Brix entre 3.5 y 5.5, siendo aptas para consumo en fresco, sin embargo, sólo la variedad Abal p'aak y la comercial presentaron valores mayores de 4.5, que es el mínimo para el tomate destinado a industria. El contenido en sólidos solubles es considerado uno de los criterios más importantes en la calidad del tomate por su incremento en el sabor (Nuez, 2001). De acuerdo con Santiago et al. (1998) el contenido de sólidos solubles depende del riego y de factores ambientales. En las tres variedades el contenido en sólidos solubles se encuentra entre el rango propuesto por Santiago *et al.* (1998), de 4 a 6 °Brix. La variedad Mooch' peek' fue la que presentó mayor grado de acidez, con un pH de 3.19.

En la evaluación sensorial, cinco evaluadores incluyeron a la variedad Abal p'aak como la mejor variedad por su sabor y aroma, cuatro consideraron que tenía la máxima jugosidad, y tres evaluadores consideraron que esta variedad era la mejor por su sabor, aroma y jugosidad.

Conclusiones

El conocimiento aportado por los Guardianes de Semillas a través del diálogo de saberes permitió identificar la presencia de tres variedades autóctonas de tomate en X'box, sur de Yucatán.

El seguimiento y la caracterización del manejo de su cultivo en X'box fue fundamental para poder realizar una caracterización adecuada, y que estos recursos fitogenéticos se encuentren caracterizados, evaluados y documentados para su utilización en investigación y en la mejora del bienestar de la comunidad.

Las tres variedades ensayadas presentaron diferencias *intra e intervarietal*. Los resultados obtenidos de la caracterización mostraron diferencias morfológicas entre las tres variedades; principalmente en las características de fruto; y diferencias fenotípicas, mostrando la variedad Abal p'aak mayor precocidad a floración y a maduración, y un mayor rendimiento y resistencia a plagas y enfermedades. Se observó que existía variabilidad dentro de cada una de las variedades, característica propia de las variedades locales. Esta variabilidad se debe a hibridaciones entre las tres variedades; bien en una multiplicación anterior, en una contaminación durante el proceso de manipulación de semillas o a una polinización entomófila.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración a Don Francisco Cab Uc, Guardián de Semillas y productor de tomates de X'box, Chacsinkín.

Referencias

- Álvarez, J. C., Cortez H., y García, I. (2009). Exploración y caracterización de poblaciones silvestres de Jitomate (Solanaceae) en tres regiones de Michoacán, México. *Polibotánica* 28:139-159. ISSN 1405-2768.
- Bai, Y. y Lindhout, P. Domestication and Breeding of Tomatoes: What have We Gained and What Can We Gain in the Future?. (2007). *Annals of Botany* 100:1085-1094.
- Bioversity International (International Plant Genetic Resources Institute, IPGRI).1996.
- Cebolla-Cornejo, J., Rosello, S., y Nuez, F. (2013). Phenotypic and genetic diversity of Spanish tomato landraces. *Scientia Horticulturae*, 162, 150-164. doi:10.1016/j.scienta.2013.07.044.
- Diez, M., y Nuez, F. (2008). Tomato: Vegetables II. pp. 1-75
- Fiol, A. S., y Padilla, M. C. (2017). Who Preserves Biocultural Memory and Agro-Biodiversity in Majorca? Learnings from Local Varieties of Tomato. *Revista De Dialectologia Y Tradiciones Populares*, 72(2), 477-503. doi:10.3989/rdtp.2017.02.008.
- Gragera, J., Gil, C., Gutiérrez, J., Esteban, A., Daza, C., y González, J.A. (2009). Selecting spanish tomato landraces grown under organic culture techniques. *Eucarpia*.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica* 4(1): 9pp.
- Mendez, I., Vera, A. M., Chavez, J. L., y Jose, C. C. (2011). Quality of fruits in mexican tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) landraces. *Vitae-Revista De La Facultad De Quimica Farmaceutica*, 18(1), 26-32.

- Nuez, F. (2001). El cultivo del tomate. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 793p.
- Rosales, M., Cervera G., Benavides G. y Guardianes de las Semillas del Sur de Yucatán. Conservación *in situ* de semillas de la milpa. Experiencia y propuesta para el cuidado del patrimonio biocultural maya (2019). Agrobiodiversidad y semillas en la agricultura familiar campesina. Leisa. 35(2)
- Roselló, J. y Soriano, J.J. (2009). Como obtener tus propias semillas. Manual para agricultores ecológicos. Junta de Andalucía. Consejería de Agricultura y Pesca, y Red de Semillas "Resembrando e Intercambiando ". Sevilla. España.
- Santiago J., Mendoza M. y Borrego F. (1998). Evaluación de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. Agronomía Mesoamericana 9:59-65.
- Toledo, V.M., Boege, E. y Barrera, N. (2010). The biocultural heritage of México: an overview. Langscape.
- Toledo, V.M. (2005). La memoria tradicional: la importancia agroecológica de los saberes locales. Agroecología. 16-19.
- Vásquez, R., Cruz, J., y Ramírez, P. (2010). Evaluación morfo-agronómica de una muestra del jitomate nativo del Centro y Sureste de México. *Naturaleza y Desarrollo*. 8(2): 49-64.

Anexo I. Fichas varietales.

FICHA VARIETAL	
Especie	
<i>Solanum lycopersicum</i>	
Lugar de colecta	
X'box, Chacsinkin	
Donante de semillas	
Francisco Cab Uc	
Nombre local	
Rosa P'aak	
Color exterior del fruto no maduro	
Verde claro	
Rayas verdes en el fruto (hombros)	Color exterior del fruto maduro
Presente	Rosado-Naranja-Rojo
Forma predominante del fruto	Color de la piel del fruto maduro
Achatada	Incolora-Amarilla
Tamaño del fruto	Color de la carne del pericarpio
Intermedio (De 5.1 a 8 cm)	Rosado
Homogeneidad del tamaño del fruto	Forma del corte transversal
Mucha	Angular-Irregular
Peso del fruto (gr)	Número de lóculos
55.75 ± 14.71	5, 7 y 8
Longitud del fruto	Forma de la cicatriz del pistilo
35.45 ± 2.91	Estrellado-Lineal-Punteado
Ancho del fruto	Forma del terminal del fruto
61.35 ± 6.90	Aplanada

Figura 2. Foto de la ficha varietal de Rosa P'aak.

FICHA VARIETAL	
Especie	
<i>Solanum lycopersicum</i>	
Lugar de colecta	
X'box, Chacsinkin	
Donante de semillas	
Francisco Cab Uc	
Nombre local	
Mooch' Peek'	
Color exterior del fruto no maduro	
Blanco verduzco	
Rayas verdes en el fruto (hombros)	Color exterior del fruto maduro
Ausente	Rosado-Rojo
Forma predominante del fruto	Color de la piel del fruto maduro
Redondeado	Incolora-Amarilla
Tamaño del fruto	Color de la carne del pericarpio
Muy pequeño (< 3cm)	Rosado
Homogeneidad del tamaño del fruto	Forma del corte transversal
Mucha	Redonda
Peso del fruto (gr)	Número de lóculos
7.82 ± 3.39	Entre 2 y 3
Longitud del fruto	Forma de la cicatriz del pistilo
24.36 ± 2.68	Punteado
Ancho del fruto	Forma del terminal del fruto
25.64 ± 2.01	Aplanada

Figura 3. Foto de la ficha varietal de Mooch' Peek'.

FICHA VARIETAL	
Especie	
<i>Solanum lycopersicum</i>	
Lugar de colecta	
X'box, Chacsinkin	
Donante de semillas	
Francisco Cab Uc	
Nombre local	
Abal P'aak	
Color exterior del fruto no maduro	
Blanco verduzco	
Rayas verdes en el fruto (hombros)	Color exterior del fruto maduro
Presente	Rosado-Rojo
Forma predominante del fruto	Color de la piel del fruto maduro
Ligeramente achatado-Achatado	Incolora-Amarilla
Tamaño del fruto	Color de la carne del pericarpio
Pequeño (3 a 5 cm)	Rosado-Rojo
Homogeneidad del tamaño del fruto	Forma del corte transversal
Mucha	Angular -Redonda
Peso del fruto (gr)	Número de lóculos
19.20 ± 7.26	Entre 2 y 7
Longitud del fruto	Forma de la cicatriz del pistilo
29.30 ± 3.02	Punteado-Estellado
Ancho del fruto	Forma del terminal del fruto
37.25 ± 6.10	Aplanada

Figura 4. Foto de la ficha varietal de Abal P'aak.

Anexo II. Fotos de la jornada y de la cata de las variedades de tomate.



Figuras 5, 6, 7 y 8. Fotos de la exposición teórica participativa.



Figuras 9 y 10. Fotos de la cata de variedades de tomate.



Figuras 11 y 12. Fotos de la degustación de platillos elaborados con tomates.

6. CONCLUSIONES GENERALES

El diálogo de saberes entre el conocimiento científico y el campesino aportado por los Guardianes de Semillas, permitió identificar tres variedades autóctonas de tomate del sur de Yucatán; Rosa P'aak, Mooch' Peek' y Abal P'aak. Estos recursos ya se encuentran caracterizados, evaluados y documentados, para su utilización en la investigación y en la mejora del bienestar de la comunidad de X'box, Chacsinkín.

El seguimiento del manejo del cultivo en la comunidad de X'box, Chacsinkín, fue fundamental para realizar la caracterización morfológica, ya que, en variedades autóctonas y heterogéneas, es muy importante conocer el manejo tradicional y las características que el campesino ha ido seleccionando y conservando durante décadas.

Los datos recopilados durante la caracterización morfológica y fenológica de las tres variedades ensayadas en condiciones semicontroladas, mostraron que existe variabilidad *inter e intravarietal*, característica propia de las variedades locales. Estas diferencias se deben a que las variedades están siendo hibridadas. Esta hibridaciones pueden ser debido a una multiplicación anterior, a una contaminación durante el proceso de manipulación de las semillas, o a que, aunque el tomate es una planta autógama puede polinizarse por insectos. Es importante seguir estudiando estas variedades y conseguir recuperar las líneas puras. Esto se debe hacer en colaboración con los campesinos, a través del diálogo de saberes, ya que ellos son los que mejor conocen las características morfológicas y de manejo de estas variedades.