
**DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD
DEPARTAMENTO EL HOMBRE Y SU AMBIENTE
LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**INFORME FINAL DEL SERVICIO SOCIAL
POR INVESTIGACIÓN**

**ANÁLISIS DE LOS AVANCES EN LA CONSERVACIÓN Y
APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DEL JITOMATE EN MÉXICO**

QUE PRESENTA LA ALUMNA

Valeria Solis Medel

2143061716

ASESORES

Dra. Rosalinda González Santos (Cédula 11050105) – Externo

Dirección de Recursos Fitogenéticos

Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas

Dr. Gabriel Ricardo Campos Montes (No. Econ. 34761) – Interno

Departamento el hombre y su ambiente

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco

Ciudad de México.

Enero 2020.

Contenido

ÍNDICE DE CUADROS	2
ÍNDICE DE FIGURAS	3
RESUMEN	4
INTRODUCCIÓN	5
MARCO TEORICO.....	6
1.1 Taxonomía del jitomate	6
Características morfológicas	8
Distribución	8
Importancia y producción	8
Valoración de los avances en los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.....	10
OBJETIVO GENERAL.....	14
METODOLOGÍA.....	14
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
Conservación <i>In situ</i>	18
Conservación <i>Ex situ</i>	18
Utilización sostenible	20
CARACTERIZACIÓN Y EVALUCIÓN DE DIVERSIDAD	21
Principales enfermedades y plagas evaluadas en las publicaciones analizadas.	27
MANEJO POST-COSECHA EN JITOMATE.....	28
CONCLUSIONES	33
LITERATURA CONSULTADA	34
Anexo 1.....	46

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Especies del Genero <i>Solanum</i> secc. <i>Lycopersicon</i>, secc. <i>Juglandifolia</i> y secc. <i>Lycopersicoides</i>.....	7
Cuadro 2. Superficie sembrada, producción y valor de producción por estado en México obtenida en el año 2017.....	9
Cuadro 3. Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura con sus cuatro áreas estratégicas, 18 líneas de acción y 63 indicadores.....	13
Cuadro 4. Acciones colectadas en México resguardadas en bancos de germoplasma externos.....	20
Cuadro 5. Número de variedades registradas por especie de acuerdo al sistema PLUTO de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV).....	22
Cuadro 6. Número de variedades vegetales de jitomate por país registradas en la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV).....	23
Cuadro: 7. Títulos de Obtentor en la Gaceta Oficial de Derechos de Obtentor y Registro de Variedades Vegetales en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) de jitomate.....	25
Cuadro 8. Variedades vegetales utilizadas en estudios de jitomate.....	26
Cuadro 9. Variedades utilizadas en estudios de jitomate en México registradas a nivel internacional.....	26
Cuadro 10. Tratamientos de las principales enfermedades en jitomate.....	27
Cuadro 11. Tratamientos para principales plagas en cultivo de jitomate.....	28
Cuadro 12. Comparación de tratamientos post-cosecha en diferentes tipos y variedades de jitomate.....	29
Cuadro 13. Empresas que producen variedades de semillas de jitomate.....	30
Cuadro 14. Acciones en resguardo en el Depositario Nacional de Referencia de Semillas.....	31
Cuadro 15. Actividades realizadas en el Depositario Nacional de Referencia de Semillas.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Valoración de los avances en conservación <i>in situ</i>, <i>ex situ</i>, utilización y creación de capacidades a nivel mundial y en México, acorde al Segundo Plan de Acción Mundial de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.....	10
Figura 2. Publicaciones identificadas por área estrategia del año 2010 al 2018.....	16
Figura 3. Valoración de los avances de jitomate en México, acorde al Segundo Plan de Acción Mundial para la Alimentación y la Agricultura...	17
Figura 4. Distribución de colectas realizadas por la Red Jitomate y en resguardo en los Centros de Conservación del SINAREFI.....	19
Figura 5. Estudios identificados en seis categorías del 2010 al 2018 en el área de utilización sostenible.....	20

RESUMEN

México es centro de domesticación de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) y de las principales hortalizas que se exportan. Los principales estados productores son Sinaloa, San Luis Potosí y Michoacán. El objetivo del presente trabajo fue realizar un análisis de los avances de la conservación y utilización sostenible acorde a la metodología e indicadores del Segundo Plan de Acción Mundial de Recursos Fitogenéticos de la Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Para lo cual, se realizó una revisión de las investigaciones publicadas en artículos científicos, memorias de congresos, tesis, libros y páginas web del año 2010 al 2018. Entre los resultados relevantes destacan cinco publicaciones relacionadas con la conservación *in situ*, siendo el área con menor avance. En conservación *ex situ* las más de 1,000 accesiones colectadas por la Red Jitomate del 2008 al 2013 en resguardo en los Centros de Conservación designados por el programa denominado Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI). La mayoría de los trabajos de investigación analizados correspondieron al área de utilización, con más de 200 publicaciones. Sin embargo, en su mayoría utilizaron líneas o variedades comerciales para la caracterización y evaluación. Se identificaron tres publicaciones con la evaluación de materiales nativos, que concluyen el potencial que tienen los materiales para programas de mejoramiento genético. De acuerdo a la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), se tienen 5,555 variedades registradas en el mundo, de las cuales 37 están registradas en México y tres variedades corresponden a instituciones públicas. México no realiza la certificación de semilla de jitomate, por lo que toda la semilla se importa y entra como categoría declarada. Lo cual hace dependiente al país de la semilla externa para la principal hortaliza que importa. Se considera, prioritario la definición de una política pública que asegure la conservación y utilización sostenible del jitomate, como un recurso nativo importante no solo en la alimentación y la agricultura, sino también con impactos económicos importantes en la agricultura.

Palabras clave: jitomate, conservación y utilización,

INTRODUCCIÓN

México es el centro de domesticación del jitomate (Velazco *et al.*, 2017). El jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una planta perenne en forma de arbusto que se cultiva anualmente y puede desarrollarse de forma rastrera y semi-erecta. Es uno de los frutos que contiene mayor cantidad de vitaminas y minerales, de tres centímetros o más de diámetro, tiene un bajo valor calórico y se caracteriza por elevado contenido de agua (Ruiz *et al.*, 2012; Lobato *et al.*, 2012; Notario, 2012). De las hortalizas que México exporta, el jitomate es la de mayor venta, su éxito internacional se plasma en el primer lugar por ventas y volumen (SIAP, 2018). El cultivo, la cosecha y la comercialización del jitomate genera millones de empleos de manera directa e indirecta (Ruiz *et al.*, 2012). Los jitomates silvestres, o con algún grado de domesticación, que se cultivan como “materiales criollos” se encuentran en todo el país tanto en zonas de vegetación natural como en campos de cultivo, donde eventualmente pueden convertirse en malezas (Martínez *et al.*, 2016c).

El jitomate ha experimentado severos cuellos de botella genéticos a través del proceso de domesticación y selección (Bonilla *et al.*, 2014). La domesticación del jitomate también provocó cambios en su anatomía y en su forma de reproducción, pasando de alógama a autógama (Salgado *et al.*, 2018). No obstante, la diversidad genética en poblaciones nativas de *Solanum lycopersicum* L. y sus parientes silvestres como *Solanum pimpinellifolium* L. es amplia. Sin embargo, en los híbridos comerciales empleados actualmente existe una disminución del sabor atribuida a una base genética muy reducida presente en las variedades comerciales (Salgado *et al.*, 2018).

Por lo que es importante conocer el estado de conservación y aprovechamiento de *S. lycopersicum* y sus parientes silvestres en México, en relación a los estudios y acciones en conservación *in situ*, conservación *ex situ*, caracterización y evaluación, el registro de variedades con título de obtentor a nivel nacional e internacional y la producción de semilla para la identificación de líneas de investigación prioritarias a corto, mediano y largo plazo, acorde a lo establecido en el Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

MARCO TEORICO

1.1 Taxonomía del jitomate

En la actualidad el jitomate se clasifica en el Género *Solanum* y pertenece a la familia Solanaceae. Esta familia también incluye otras plantas cultivadas como el tabaco, el ají, la papa y la berenjena. Durante mucho tiempo los jitomates fueron conocidos como *Lycopersicon esculentum*, pero investigaciones recientes han demostrado que son parte del Género *Solanum* y ahora es nombrado como *Solanum lycopersicum*.

El Género *Solanum* consta de aproximadamente 1,500 especies. Dentro de la sección *Lycopersicon* (anteriormente conocida como el Género *Lycopersicon*) se encuentra el jitomate cultivado y 12 parientes silvestres, todos nativos de América del Sur (**Cuadro 1**). Dentro de estas 12 especies, se hicieron agrupaciones de especies estrechamente relacionadas, las cuales fueron: *S. arcanum*, *S. huaylasense*, *S. peruvianum* y *S. corneliomulleri*, se agruparon en el *S. peruvianum*. También, cuatro especies de secciones *Juglandifolia* y *Lycopersicoides* son tradicionalmente considerados como parientes silvestres del jitomate las cuales son *S. juglandifolium*, *S. lycopersicoides*, *S. ochranthum* y *S. sitiens* (Knapp y Peralta, 2016).

Los parientes silvestres del jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) se encuentran distribuidos en Ecuador, Perú, el norte de Chile y las islas Galápagos (Peralta y Spooner, 2001). Los jitomates silvestres crecen en diversos hábitats, desde aquellos que se encuentran a nivel del mar hasta casi 3,300 msnm (Flores *et al.*, 2017).

En México la especie silvestre continúa diversificándose en los trópicos y subtrópicos. Se distribuye en zonas de clima templado como bosques y áreas de transición, además es común encontrarle como planta pionera en áreas perturbadas (Olmedo *et al.*, 2016).

Cuadro 1. Especies del Genero *Solanum* secc. *Lycopersicon*, secc. *Juglandifolia* y secc. *Lycopersicoides*.

Especie	Sinonimia	Grado de manejo	Distribución
<i>S. lycopersicum</i> L.	<i>L. esculentum</i> Miller	Cultivado Naturalizado	Domesticado a nivel mundial
<i>S. cheesmaniae</i> (L. Riley) Fosberg	<i>L. cheesmaniae</i> L. Riley	Silvestre	Isla Galápagos
<i>S. chilense</i> (Dunal) Reiche	<i>L. chilense</i> Dunal	Silvestre	Costa de Chile y sur de Perú
<i>S. chmielewskii</i> (C.M.Rich <i>et al.</i>)	<i>L. chmielewskii</i> C.M.Rich <i>et al.</i> D.M.Spooner <i>et al.</i>	Silvestre	Sur de Perú y norte de Bolivia
<i>S. neorickii</i> D.M.Spooner <i>et al.</i>	<i>L. parviflorum</i> C.M.Rich <i>et al.</i>	Silvestre	Sur de Ecuador a sur de Perú
<i>S. galagapense</i> S.C. Darwin & Peralta	<i>L. chesmaniae</i> L. Riley	Silvestre	Isla Galápagos
<i>S. habrochaites</i> S.Knapp & D.M.Spooner	<i>L. hirsutum</i> Dunal	Silvestre	Ecuador Andino y Perú
<i>S. pennellii</i> Correl	<i>L. pennellii</i> (Correl) D'Arcy	Silvestre	Norte de Perú a norte de Chile
<i>S. pimpinellifolium</i> L.	<i>L. pimpinellifolium</i> (L.) Miller	Naturalizado	Suroeste al norte de Ecuador Registros en México
<i>S. arcanum</i> Peralta	Parte de <i>L. peruvianum</i> (L.) Miller	Silvestre	Norte de Perú
<i>S. huaylasense</i> Peralta	Parte de <i>L. peruvianum</i> (L.) Miller	Silvestre	Río Santa, Norte al centro de Perú
<i>S. corneliomulleri</i> J.F.Macbr.	Parte de <i>L. peruvianum</i> (L.) Miller	Silvestre	Sur de Perú
<i>S. peruvianum</i> L.	<i>L. peruvianum</i> (L.) Miller	Silvestre	Centro de Perú a norte de Chile Registros en México
<i>S. juglandifolium</i> Dunal Secc. <i>Juglandifolia</i>	<i>L. juglandifolium</i> (Dunal) J.M.H. Shaw	Silvestre	Colombia Andina, Ecuador y Perú
<i>S. ochranthum</i> Dunal Secc. <i>Juglandifolia</i>	<i>L. ochranthum</i> (Dunal) J.M.H.Shaw	Silvestre	Colombia Andina, Ecuador y Perú
<i>S. lycopersicoides</i> Dunal Secc. <i>Lycopersicoides</i>	<i>L. lycopersicoides</i> (Dunal) A. Child ex J.M.H. Shaw	Silvestre	Sur de Perú y Norte de Chile
<i>S. sitiens</i> I.M.Johnst Secc. <i>Lycopersicoides</i>	<i>L. sitiens</i> (I.M.Johnst) J.M.H. Shaw	Silvestre	Norte de Chile

Tomado de Knapp y Peralta, 2016.

Características morfológicas

Los jitomates son frutos climatéricos y su maduración es acompañada por cambios en el sabor, textura, color y aroma. Cuando el fruto se destina a la agroindustria, sus principales variables de calidad son peso seco, sólidos solubles totales, acidez titulable (equivalente de ácido cítrico), pH, viscosidad (flujo bostwick) y color. La calidad del fruto se evalúa por la apariencia, el color, la textura, el valor nutricional, la composición en madurez de consumo, la sanidad, el sabor y el aroma. El sabor se mide por los sólidos solubles y ácidos orgánicos. El color es la característica externa más importante en la determinación del punto de maduración y de la vida post-cosecha, y un factor determinante en la decisión de compra por parte de los consumidores (Mendoza *et al.*, 2018).

Distribución

Su origen se encuentra en una región montañosa, estrecha y alargada de los Andes, que comprende Perú, Ecuador y Chile (Álvarez, 2012), desde donde fue llevado a México, país que actuó como centro de domesticación de la especie, siendo su nombre en lengua náhuatl “tomatl”. En México comienza el proceso de domesticación de la especie con la posterior dispersión hacia otras partes del planeta. De este modo, y por medio de expedición de Hernán Cortés, es que esta especie llega a Europa (Vergani, 2002).

En el caso de *S. lycopersicum* en México se distribuye desde Nayarit hasta Yucatán pasando por algunos estados de la costa del pacífico (Jalisco, Michoacán, Colima, Oaxaca, Chiapas), por el eje neovolcánico y golfo de México (Chávez, 2011).

Importancia y producción

El jitomate en México fue el principal producto agroalimentario de exportación en 2017, con una participación de 24.1 por ciento en el total de las ventas al exterior (SIAP, 2018). Los principales tipos de jitomate comercial son Saladette, Tipo Bola y Cherry (Semini, 2018). El principal mercado de destino de las exportaciones nacionales de jitomate es Estados Unidos, en las cuales la participación de vegetal mexicano es 90.1% (SIAP, 2018).

México ocupa el 10° lugar en producción mundial de jitomate con 3,469,707.28 toneladas en el año 2017. En el **Cuadro 2**, se observan los principales 10 estados productores.

Sinaloa es el estado con mayor producción con 937,795.61 toneladas y un valor de producción de \$4,010,492.66. El estado con menor producción es Oaxaca con 103,556.75 toneladas (SIAP, 2018).

Cuadro 2. Superficie sembrada, producción y valor de producción por estado en México obtenida en el año 2017.

Entidad Federativa	Superficie (hectáreas)	Producción (toneladas)	Valor (Miles de Pesos)
Sinaloa	14,610.57	937,795.61	4,010,492.66
San Luis Potosí	2,846.72	340,836.12	3,369,781.99
Michoacán	6,135.85	253,575.87	1,657,477.03
Jalisco	2,554.66	219,134.47	1,754,815.74
Zacatecas	3,028.92	193,362.52	2,010,755.30
Baja California	2,326.50	179,573.92	2,425,312.89
Puebla	883.28	129,400.34	920,931.66
Sonora	1,774.79	118,526.03	642,403.71
Morelos	2,365.40	115,960.11	752,450.48
Oaxaca	866.68	103,556.75	676,108.95
Total Nacional	50,373.33	3,469,707.28	25,483,434.73

La producción y el consumo mundial del jitomate, así como el consumo promedio per cápita, registran tendencia al alza durante la década reciente. China es el más importante productor y consumidor mundial, Estados Unidos es el principal importador, y México el principal exportador de esta hortaliza (DIEES, 2017).

Esta hortaliza es un componente importante en la alimentación diaria de la población de muchos países ya que es fuente de antioxidantes, tales como vitaminas A, C y E, carotenoides, flavonoides, licopeno y compuestos fenólicos. Estas moléculas son capaces de contrarrestar los radicales libres e inhibir la oxidación del DNA, evitando así algunos tipos de cáncer, previenen bloqueos en las arterias, así como la degradación del sistema nervioso y el envejecimiento (González *et al*, 2018).

Valoración de los avances en los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

La FAO a través, de la Comisión de Recursos Genéticos, definió en el año 2011 el Segundo Plan Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura que tiene como objetivo reafirmar el compromiso de los gobiernos para la promoción de los recursos fitogenéticos como un componente esencial para la seguridad alimentaria a través de la agricultura sostenible ante el cambio climático. El cual está constituido por cuatro áreas estratégicas y 18 líneas de acción con 63 indicadores para su monitoreo (FAO, 2011) (**Cuadro 1**). A nivel mundial, la FAO realizó la valoración de los avances en la conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura de acuerdo con el Plan de Acción Mundial de la FAO y los 63 indicadores, medidos en una escala de 0 a 8, siendo el área con menor avance la conservación *in situ*, con un valor de 3.5 y las de mayor avance el área de conservación *ex situ* y la creación de capacidades con una valoración de 4.6. Dicha metodología fue utilizada por el presente trabajo para la valoración de los avances en jitomate.

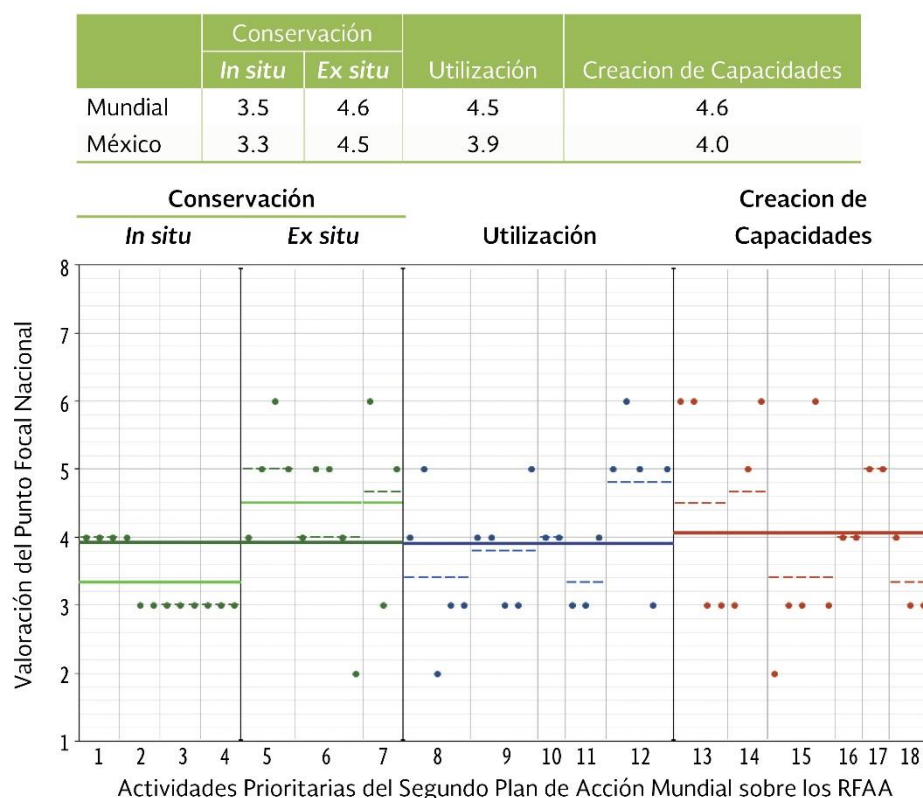


Figura 1. Valoración de los avances en conservación *in situ*, *ex situ*, utilización y creación de capacidades a nivel mundial y en México, acorde al Segundo Plan de Acción Mundial de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

En México se estimaron los avances generados, conforme a lo realizado a través del programa denominado Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI) implementado por la SAGARPA a través del SNICS. Es un mecanismo de coordinación para la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos fitogenéticos, que garantice la distribución justa y equitativa derivada del uso. El SINAREFI fue implementado con fundamento en el Artículo 102, Fracción I, de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, con la finalidad de atender las principales premisas identificadas en los informes elaborados por Ramírez *et al.*, (2000) y Molina y Córdova (2006). Estos autores señalaron que México tenía capacidad en cuanto a infraestructura y asistencia técnica; pero que carecía de coordinación, por lo que se presentaban problemas como: duplicidad en los proyectos, falta de priorización de los cultivos para su posterior atención y vacíos legales y técnicos que impedían proteger de la biopiratería y el saqueo al patrimonio genético. El SINAREFI elaboró su Plan de Acción Nacional para la Conservación de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (PANREFI) con base en las necesidades aludidas en los informes de los años 2000 y 2006 y al primer Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 1996), emitido por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). El PANREFI está conformado por cuatro áreas estratégicas y 20 líneas de acción. Para la ejecución del PANREFI, el SINAREFI integró redes clasificadas por cultivo, con la finalidad de aprovechar las capacidades y la infraestructura, así como evitar la duplicidad de trabajos. Se realizó un análisis de prioridades bajo los siguientes criterios: importancia en la alimentación y la agricultura; centros de diversidad, origen o diversificación en México; e impacto social y económico. A partir de estos criterios se priorizaron 44 cultivos nativos agrupados en macroneces de Básicos e Industriales, Frutales, Ornamentales, Impulso, Hortalizas y la Red Temática Centros de Conservación (RCC). Como parte de la macrored hortalizas se integró la Red Jitomate (González-Santos *et al.*, 2015). La cual realizó acciones principalmente de colecta dirigida, caracterización y evaluación agronómica, estudios etnobotánicos (Chávez-Servía *et al.*, 2011).

Registro de Variedades Vegetales en México.

El registro de variedades vegetales en México no es reciente: la Ley de Semillas de 1961 establecía el Registro Nacional de Variedades de Plantas, como una forma de inscribir las variedades y a sus titulares. No obstante, la operación del sistema de protección al derecho de obtentor comienza con la promulgación de la Ley Federal de Variedades Vegetales. Se determinó la adopción del Acta de 1978 del Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. La Ley Federal de Variedades Vegetales tiene por objeto

fijar las bases y procedimientos para la protección de los derechos de los obtentores de variedades vegetales. Su aplicación e interpretación corresponde a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, y está configurada bajo los siguientes considerandos:

- Protección bajo un sistema *sui generis* de protección (es decir, el derecho de obtentor)
- Acorde al Acta upov 1978
- El propio obtentor proporciona la información para la concesión de la protección
- Se define al Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) como la Unidad Administrativa responsable de la gestión del sistema de protección (SNICS, 2019).

Los Títulos de Obtentor emitidos por el SNICS conforme a la Ley Federal de Variedades Vegetales son publicados en la Gaceta Oficial de Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales. Por el contrario, las variedades vegetales de uso común de acuerdo a la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercialización de Semillas son publicadas en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del SNICS. Estas últimas no tienen derechos de propiedad intelectual (SNICS, 2019).

Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV).

La Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) es una organización intergubernamental con sede en Ginebra (Suiza). La UPOV fue creada por el Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. El Convenio fue adoptado en París en 1961, y ha sido revisado en 1972, 1978 y 1991. El objetivo del Convenio es la protección de las obtenciones vegetales por un derecho de propiedad intelectual bajo una forma *sui generis*, adaptada específicamente al proceso de fitomejoramiento y desarrollada para alentar a los obtentores a la generación de nuevas variedades vegetales.

Los miembros de la UPOV a la fecha son 72 (incluyendo la Unión Europea y la Organización Africana de la Propiedad Intelectual), 15 de ellos pertenecen a la región de América Latina y del Caribe. República Dominicana fue el primer país en adherirse al Acta de 1991 (en 2007), y Panamá en octubre de 2012 se adhirió a la misma (es miembro desde 1999) (SNICS, 2019).

Cuadro 3. Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura con sus cuatro áreas estratégicas, 18 líneas de acción y 63 indicadores.

Áreas estratégicas	Líneas de acción
Conservación <i>in situ</i>	Línea 1. Estudio e inventario de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura
Total de indicadores: 12	Línea 2. Apoyo al manejo y mejoramiento en fincas de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura Línea 3. Asistencia a los agricultores en casos de catástrofe para restablecer los sistemas de cultivo Línea 4. Promoción de la conservación y manejo <i>in situ</i> de las especies silvestres afines de las cultivadas y las plantas silvestres comestibles
Conservación <i>ex situ</i>	Línea 5. Apoyo a la recolección selectiva de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura
Total de indicadores: 12	Línea 6. Mantenimiento y ampliación de la conservación <i>ex situ</i> de germoplasma Línea 7. Regeneración y multiplicación de las muestras <i>ex situ</i>
Utilización sostenible	Línea 8. Incremento de la caracterización y evaluación y mayor desarrollo de subconjuntos específicos de colecciones para facilitar el uso
Total de indicadores: 20	Línea 9. Apoyo al fitomejoramiento, la potenciación genética y las actividades de ampliación de la base Línea 10. Promoción de la diversificación de la producción y aumento de la diversidad de los cultivos para una agricultura sostenible Línea 11. Promoción del desarrollo y comercialización de todas las variedades, principalmente las variedades de los agricultores/variedades nativas y las especies infrautilizadas Línea 12. Apoyo a la producción y distribución de semillas
Creación de capacidades	Línea 13. Creación y fortalecimiento de programas nacionales
Total de indicadores: 19	Línea 14. Promoción y fortalecimiento de redes sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Línea 15. Creación y fortalecimiento de sistemas amplios de información Línea 16. Elaboración y fortalecimiento de sistemas de vigilancia de la diversidad genética y reducción al mínimo de la erosión Línea 17. Creación y fortalecimiento de capacidad en materia de recursos humanos Línea 18. Fomento y fortalecimiento de la sensibilización de la opinión pública.

OBJETIVO GENERAL

Analizar los estudios y acciones realizadas en México para la conservación y aprovechamiento sostenible del jitomate para la identificación de líneas de acción prioritarias de acuerdo con el Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.

METODOLOGÍA

Para determinar los avances en la investigación y acciones en la conservación y utilización sostenible del Jitomate en México, se realizó una búsqueda en artículos especializados, tesis, libros y páginas de internet del año 2000 al 2018. Se analizaron e identificaron los avances de las cuatro áreas estratégicas, 18 líneas de acción y 63 indicadores acordes al Segundo Plan de Acción Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (**Cuadro 3**). Se generó una valoración similar a la propuesta a nivel mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (**Figura 1**).

De los estudios publicados de 2010 al 2018, se realizó una clasificación y análisis en: conservación *in situ*, conservación *ex situ* y utilización sostenible. En la parte de conservación *in situ* de jitomate se identificaron los puntos más importantes de la información recabada que ayudaron a responder la primera área estratégica de acuerdo con el Segundo Plan de Acción Mundial de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO.

Para el área de Conservación *ex situ* se realizó un mapa de distribución de colectas de jitomate en México realizadas por la Red Jitomate del SINAREFI, con el programa ArMap como herramienta. Además, se realizó una búsqueda electrónica en tres bancos de germoplasma: Svalbard Global Seed Vault, Kew: Royal Botanic Gardens y USDA Fort Collins. Con el fin de recabar información acerca de cuantas accesiones, variedades y especies de jitomate se encuentran en resguardo dentro de los mismos.

En el caso del área estratégica de utilización sostenible para la línea de acción ocho, se generó una base de datos para la integración y análisis de los diferentes resultados en caracterización y evaluación de materiales colectados de jitomate en México. Con la finalidad de identificar las principales variables evaluadas y germoplasma. También se identificaron las variedades utilizadas en los estudios realizados.

Además, para analizar las variedades de jitomate registradas en México se analizaron las variedades con Título de Obtentor y Variedades de Uso Común publicadas en la Gaceta Oficial de Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales y el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del SNICS. También, derivado de la consulta de la base de datos de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), se integró una base de datos de las variedades registradas en el mundo.

De estas variedades registradas se hizo una comparación con las variedades encontradas en los trabajos anteriormente analizados para identificar cuantas y cuales variedades se encuentran registradas en los documentos mencionados.

Finalmente, se realizó un análisis general de la producción de semilla para la siembra comercial, a través de la búsqueda de literatura publicada.

Acondicionamiento de Acciones del Depositario Nacional de Referencia de Semillas.

Como parte de las actividades se realizó el acondicionamiento de más de 100 acciones de cultivos nativos para su resguardo en el Depositario Nacional de Referencia de Semillas (DNRS), como parte de las estrategias de conservación *ex situ* que coordina el SNICS. Las actividades que se realizaron basándonos en el Manual para el Manejo de Semillas en Bancos de Germoplasma son:

- Cotejo de acciones con la base de datos.
- Limpieza de semilla; esta se puede realizar con los separadores de impurezas o mecánicamente utilizando un diafanoscopio; se retira la semilla con daño mecánico o causado por plagas o enfermedades, así como semillas vanas.
- Peso de las semillas y determinación de humedad.
- Toma de muestra para análisis de germinación y viabilidad.
- Registro de información en la base de datos.

- Si la semilla tiene una humedad mayor al 13 % se somete a un proceso de secado, se tiene que realizar un muestreo de determinación de humedad, hasta alcanzar la humedad deseada para el resguardo de las accesiones.
- Envasado de la semilla y etiquetado.
- Resguardo de accesiones en Cámara fría.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Publicaciones identificadas de conservación y aprovechamiento sostenible en jitomate.

Se realizó una revisión de publicaciones del año 2010 al 2018, las cuales fueron clasificadas en estudios realizados en conservación *in situ*, conservación *ex situ* y utilización sostenible, de acuerdo a las líneas e indicadores del Segundo Plan de Acción de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Se identificó un mayor número en el área estrategia de utilización sostenible con 246 publicaciones distribuidas en artículos, libros, tesis y memorias de congresos, a comparación de dos estudios en conservación *in situ* y *ex situ*. Destaca un alto número de tesis realizadas en relación a evaluación y caracterización agronómica, morfológica y molecular (**Figura 2**).

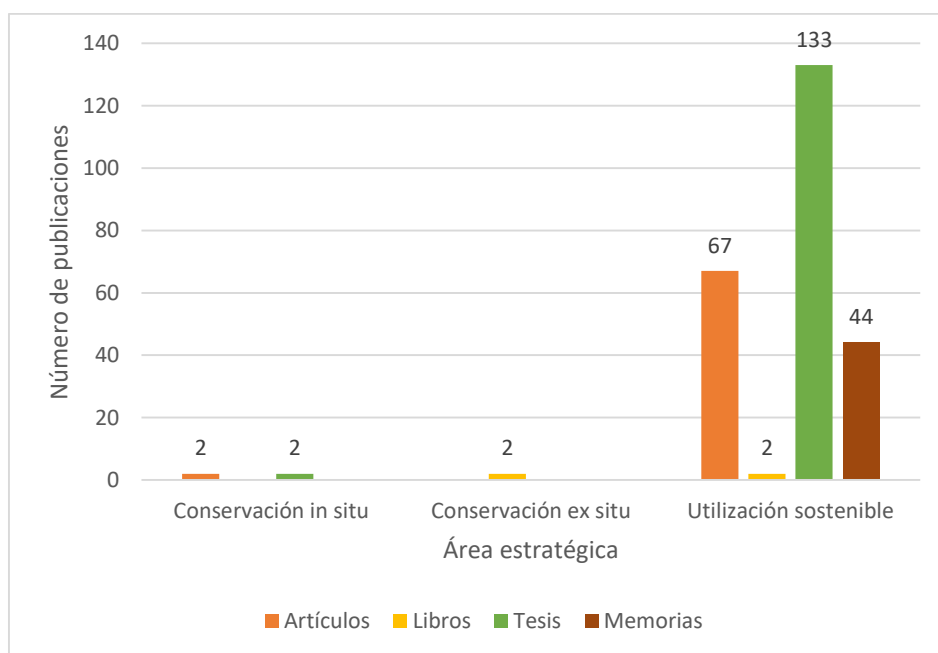


Figura 2. Publicaciones identificadas por área estratégica del año 2010 al 2018.

A continuación, se presentan los principales avances por área estratégica identificados:

Conservación *In situ*.

En el área estratégica de conservación *in situ*, solo se identificaron dos artículos y dos tesis. El estudio realizado por Rodríguez *et al.* (2009), enfocado a etnobotánica de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* realizado por en cuatro estados obtuvieron que el tomatillo es muy conocido por la población como especie silvestre y se conserva como tolerada y en ocasiones fomentada, sin embargo, resulta una especie amenazada. Otra investigación realizada por Ortiz *et al.* (2013), en el estado de Oaxaca en 16 comunidades, se enfocó a la adopción de las tecnologías en la producción de jitomate, se obtuvo que los productores adoptaron 46% de las recomendaciones tecnológicas, lo cual implicó mejores rendimientos. López (2016), realizó un diagnóstico de la producción de jitomate en 45 comunidades del estado de Puebla, en el cual se notó la evidente necesidad de una mayor introducción de tecnologías, así como, darle impulso a la asesoría técnica, con el fin de mejorar su productividad. Villaseñor (2017), plantea en su tesis realizada en el estado de Jalisco que para que el desarrollo de la región se refleje en el bienestar de la población es necesario que este tipo de programas de apoyo aterricen en proyectos sustentables y sostenibles. Por lo anterior mencionado se puede observar que hay muy pocos trabajos enfocados en la conservación *in situ* de jitomate.

Conservación *Ex situ*

A través de la Red Jitomate del Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI), se realizaron colectas en la mayor parte del país, se resguardan un total de 1,003 accesiones de tres especies: *S. pimpinellifolium* y *S. betaceum* y *S. betaceum*. La especie *S. lycopersicum* fue la que tuvo mayor número de colectas con 983, seguida de *S. pimpinellifolium* con 10 accesiones y 10 colectas sin identificar. Las cuales se resguardan los Centro de Conservación designados por el SINAREFI: Universidad Autónoma Chapingo y la Universidad de Guadalajara.

La especie *S. betaceum* solo se registró una colecta en Oaxaca y no está registrada como especie silvestre del jitomate. Se le conoce comúnmente como “tomate de árbol” y es una especie cultivada principalmente de Ecuador (Acosta 2011).

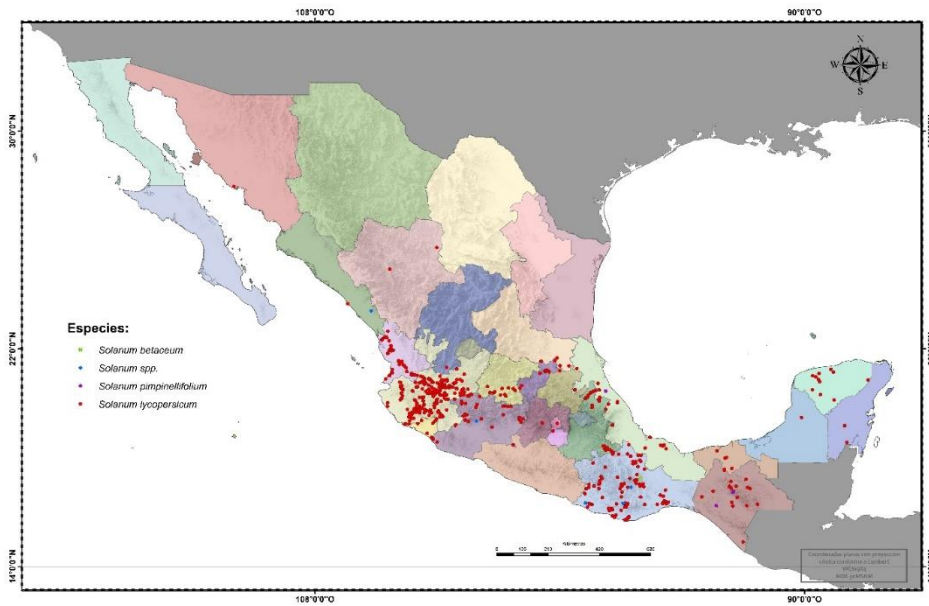


Figura 4. Distribución de colectas realizadas por la Red Jitomate y en resguardo en los Centros de Conservación del SINAREFI.

Accesiones en resguardo en bancos de germoplasma externos

Adicionalmente, de acuerdo a una revisión realizada se identificaron colectas de jitomate realizadas en México en bancos de germoplasma en otros países: en el banco de germoplasma de Svalbard Global Seed en Noruega; en Fort Collins, Estados Unidos. Así como ejemplares de herbario en el Kew Royal Botanical Gardens. En total se identificaron 308 registros de tres especies. Cabe destacar que algunos registros son del año 1931. En la bóveda de Svalbard se encuentran las accesiones más actuales, comparando con las accesiones resguardadas en los bancos restantes (**Cuadro 4**).

Cuadro 4. Accesiones colectadas en México resguardadas en bancos de germoplasma externos.

Especies	Banco de Germoplasma	Accesiones	Año de colecta
<i>S. lycopersicum</i>	Svalbard Global Seed Vault, Noruega	147	2008 -2018
	Fort Collins, Estados Unidos	31	1931 – 1991
	Kew: Royal Botanic Gardens (Catalogo herbario)	7	1836 – 2009
	TGRC UC Davis	54	1950 - 2016
	Svalbard Global Sedd Vault	32	2011 -2018
<i>S. pimpinellifolium</i>	USDA Fort Collins, CO.	28	1938 - 1979
	TGRC UC Davis	6	1992 - 1993
	Svalbard Global Seed Vault	1	2012
<i>S. peruvianum</i>	USDA Fort Collins, CO.	1	1960
	TGRC UC Davis	1	1995
	Total	308	

Utilización sostenible

Con relación a los resultados obtenidos para el área de utilización sostenible se encontraron 246 trabajos. De los cuales 133 fueron tesis en su mayoría de la Universidad Autónoma Chapingo, seguido de 67 artículos pertenecientes a 20 instituciones, así como, 44 memorias y dos libros referidos al cultivo de jitomate. Se analizaron las publicaciones del 2010 al 2018, con un total de 195 agrupados en estudios relacionados con rendimiento y calidad, resistencia a plagas y enfermedades, mejoramiento genético, manejo post-cosecha, identificación de materiales sobresalientes y caracterización (**Figura 6**).

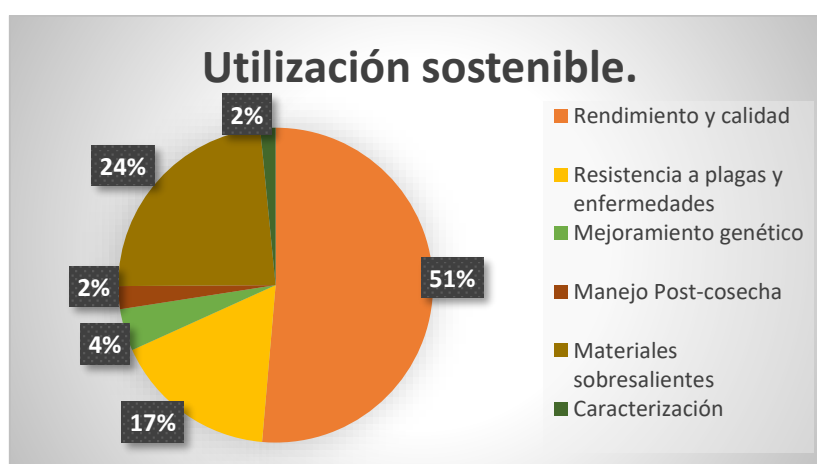


Figura 5. Estudios identificados en seis categorías del 2010 al 2018 en el área de utilización sostenible.

A continuación, se describen los principales resultados en las categorías anteriormente señaladas.

CARACTERIZACIÓN Y EVALUCIÓN DE DIVERSIDAD

Destacan los estudios realizados por Flores (2017 y 2018), con la caracterización de nueve especies silvestres de Género *Solanum* de colectas provenientes de varios países. Para las variables días a floración y días a madurez, *S. ochranthum* obtuvo mayor número de días con 102 y 247 respectivamente, mientras que *S. pimpinellifolium* obtuvo el menor número de días con 13.86 y 62.57. En longitud de hoja *S. ochranthum* alcanzó el mayor valor con 42.3 y *S. pennelli* con la menor longitud con 12.4 cm. En el número de flores por racimo *S. ochranthum* registró el máximo con 41 y *S. chmielewski* el mínimo con 8 flores. La longitud de racimo fue de 29 cm la más alta en la especie *S. peruvianum* y la más baja fue de 12 cm para *S. neorickii*. Comparando el peso de fruto *S. peruvianum* registró el mayor con 3.43 g, en contraste con *S. lycopersicoides* con 0.2 g. El número de semillas por fruto, el cual consiguió el máximo con 197 semillas en la especie *S. pennelli* mientras que la especie *S. lycopersicoides* solo consiguió 4 semillas por fruto. Para la última variable comparada los resultados fueron que la especie *S. ochranthum* fue la que obtuvo mayor número de inflorescencias (6 inflorescencias), mientras que la especie *S. pimpinellifolium*, *S. neorickii* y *S. chmielewski* obtuvieron el menor número con solo una inflorescencia (Flores *et al.*, 2017; Flores *et al.*, 2018). Por el contrario, Bonilla (2013) reporta para *S. lycopersicum* un ancho de hoja con 29.43, peso de fruto con 53.15 g., longitud de fruto con 4.13 y ancho de fruto con 4.079 cm mayor a lo registrado para las especies silvestres pero menor en el valor en Sólidos Solubles Totales con 4.08 (**Anexo 1**).

Evaluaciones de materiales nativo mexicanos.

Se identificaron siete trabajos en los cuales se estudiaron poblaciones nativas de jitomate de diferentes estados. En el primero realizado por Carrillo y Chávez (2010), hizo una caracterización de 28 muestras de jitomate silvestre y 21 muestras de jitomate semi-domesticado del estado de Oaxaca, estas mostraron diferencias en 19 características. Al mismo tiempo Crisanto *et al.* (2010), realizó un estudio de 17 muestras de jitomate en el estado de Oaxaca de las cuales se formaron tres grupos con diferencias entre los grupos para todas las variables. Por su parte, Muñoz (2010), en el cual se evaluaron cinco poblaciones nativas de jitomate de seis estados, mostrando que la calidad de las poblaciones nativas en cinco de los parámetros supera a la variedad comercial. Ramírez

et al. (2012), a partir de colectas hechas en Puebla de jitomate silvestre concluyo que estos materiales pueden introducirse en poblaciones comerciales para modificar características organolépticas. Berrospe (2015) se enfocó en la caracterización de 13 poblaciones en seis estados y fueron comparadas con dos híbridos comerciales, de las cuales dos poblaciones una de Puebla y Estado de México, se identificaron similares en calidad a la variedad Daniela, así mismo, dos poblaciones de Guerrero y una de Oaxaca fueron similares a la variedad SUN 7705. Marin (2015), caracterizó 55 colectas de jitomate provenientes de nueve estados, de lo cual se obtuvo que ocho de los nueve estados presentaron amplia variabilidad genética causada por las condiciones ambientales en las que se desarrollan. Por último, Arriaga (2016), realizó colectas de jitomate silvestre en tres estados de la Republica y concluyó que este puede representar tanto para la fauna silvestre como para los pobladores que habitan en estos estados, una alternativa: medicinal, alimenticia, nutricional y socioeconómica. De acuerdo, a los estudios identificados, Oaxaca es el estado con el mayor número de colectas evaluadas. La principal conclusión en la mayoría de los estudios son las características sobresalientes de la diversidad existente en condiciones *in situ* de los materiales evaluados como fuente de genes para los programas de mejoramiento genético.

Variedades vegetales registradas en el Mundo y México.

A nivel mundial se tienen registradas bajo el sistema de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) más de 5,555 variedades provenientes principalmente de *Solanum lycopersicum* L (**Cuadro 5**), con cruzamiento con otras especies como *Solanum pimpinellifolium* y *Solanum habrochaites* (UPOV, 2019).

Cuadro 5. Número de variedades registradas por especie de acuerdo al sistema PLUTO de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV).

Especies	Variedades
<i>Solanum lycopersicum</i> L.	3624
<i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>lycopersicum</i> x <i>Solanum habrochaites</i> S. Knapp & D.M. Spooner	208
<i>Solanum lycopersicum</i> x <i>Solanum pimpinellifolium</i>	12
<i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>cerasiforme</i> (Alef.) Fosberg	18
<i>Solanum lycopersicum</i> L. var. <i>lycopersicum</i>	1913
<i>Solanum lycopersicum</i> x <i>Solanum habrochaites</i>	9
Total	5,555

Las 5,555 variedades registradas fueron realizadas por 39 países. El país con mayor número de registros es Italia con 1,239 variedades, España con 1,003, Argentina con 932 y Holanda con 585. En el caso de México el sistema PLUTO de UPOV arroja siete variedades, no obstante, la Gaceta Oficial de Derechos de Obtentor señala 37 variedades, la discrepancia puede deberse a diferentes fechas de actualización de la información **(Cuadro 6)**.

Cuadro 6. Número de variedades vegetales de jitomate por país registradas en la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV).

País	Variedades	País	Variedades
Italia	1239	Marruecos	17
España	1003	Rumania	17
Argentina	932	Francia	12
Holanda	585	Colombia	10
Portugal	333	México	7
Japón	295	Paraguay	6
Rusia	289	Letonia	4
Moldavia	253	Georgia	4
Belarús	225	Republica Checa	2
Serbia	222	Ecuador	2
Sudáfrica	181	Ucrania	2
Estados Unidos de América	131	Uruguay	2
Unión Europea	115	Canadá	1
Reino Unido	113	Croacia	1
Polonia	110	Jordán	1
Eslovenia	82	Perú	1
Hungría	72	Turquía	1
Israel	57	Kirguistán	1
Lituania	45	Kenia	1
China	27		

En relación con las variedades registradas en México con Derechos de Obtentor de acuerdo con la Gaceta Oficial de Derechos de Obtentor y con fundamento en la Ley Federal de Variedades Vegetales se tienen registras 37 variedades. De las cuales, 37 son registros de Estados Unidos, 11 holandesas. Sólo cuatro variedades son de nacionalidad mexicana, de estas tres son de instancias públicas: 2 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y una de la Universidad de Guadalajara **(Cuadro 7)**.

De las 37 variedades solo ocho tienen registro en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV), por lo cual son las que pueden ser sujetas de producción de semilla calificada de acuerdo con la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercialización de Semilla. No obstante, de acuerdo con los registros del SNICS, no califica semilla (**Cuadro 7**).

No obstante, se identificaron algunas publicaciones con trabajos de mejoramiento genético como el de Estrada *et al.* (2014), sobre poblaciones de jitomate en Veracruz y Puebla, se encontraron ocho poblaciones de Puebla recomendadas para mejoramiento genético debido a que presentaron cierto grado de tolerancia a la salinidad. Sánchez *et al.* (2010), encontró un progenitor que puede emplearse como fuente de genes, de acuerdo con sus atributos de aptitud combinatoria y porción aditiva, así como encontró cruza posibles entre dos progenitores. Además, Cobos y Rosas (2010), identificaron en su investigación con cruza de híbridos comerciales, un grupo que puede ser considerado como progenitor en un sistema de invernadero con baja capacidad de inversión. Asimismo, Martínez *et al.* (2016b), en su estudio encontraron que el 50 % de las líneas presentaron efectos positivos y altos de aptitud combinatoria general, mientras que el resto tuvo efectos negativos. Mancilla (2015), realizó una investigación en la cual se logró identificar genes que modifican la calidad de fruto de jitomate. Se encontraron algunas líneas experimentales con los cuatro genes que mejoran la calidad de fruto, las cuales pueden utilizarse como progenitores de híbridos superiores. Por último, Hernández (2012), evaluó siete híbridos de jitomate en su trabajo y encontró como resultado que el genotipo que presentó un mayor rendimiento y atributos de calidad de fruto fue Moctezuma, por lo tanto, concluye que es posible obtener germoplasma para el mejoramiento genético a partir de material comercial.

Como se puede observar en todos los trabajos realizados se muestra que existe una gran variabilidad genética de jitomate en México, la cual puede ser aplicada para el mejoramiento de *S. lycopersicum* para que pueda aprovecharse de acuerdo con los intereses de este cultivo.

Cuadro: 7. Títulos de Obtentor en la Gaceta Oficial de Derechos de Obtentor y Registro de Variedades Vegetales en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales (CNVV) de jitomate.

Instancia	Títulos de Obtentor	Registros en CNVV	Nacionalidad
Seminis Vegetable Seeds, Inc.	16		Estadounidense
Nunhems B.V.	7	1	Holandesa
Rijk Zwaan Zaadteelt en Zaadhandel, B.V.	4		Holandesa
HM. Clause, S.A.	2		Francesa
HM. Clause, Inc.	2	5	Estadounidense
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	2	2	Mexicana
Enza Zaden Beheer B.V.	1		Holandesa
Nirit Seeds Ltd.	1		Israeli
Semillas Harris Moran Mexicana S.A. de C.V.	1		Mexicana
Universidad de Guadalajara.	1		Mexicana
Total	37	8	

Variedades comerciales de Jitomate utilizadas en investigaciones.

De acuerdo con el análisis de las 195 publicaciones, el 98% utilizó variedades comerciales en los diferentes tipos de evaluaciones. Como se observa en la **Cuadro 8** la principal variedad comercial que más fue utilizada en las investigaciones fue “El Cid” encontrada en 30 trabajos y “SUN 7705” encontrada en 14 estudios. Las 38 variedades restantes tuvieron entre el 4% al 1%. De todas las variedades comerciales utilizadas en las publicaciones solo “CANEK”, se encuentra registrada en el Catálogo Nacional de Variedades Vegetales del SNICS. Cabe señalar que no todas variedades utilizadas en las investigaciones se encuentran registradas en el Sistema PLUTO de UPOV o en la Gaceta Oficial de Derechos de Obtentor de México.

Cuadro 8. Variedades vegetales utilizadas en estudios de jitomate.

Variedad	Estudios	Porcentaje	Variedad	Estudios	Porcentaje
El Cid F1	30	25	Hermosa	2	2
SUN 7705	14	12	Aquila	2	2
Rafaello	5	4	Azhura	1	1
Moctezuma	5	4	Drw7834	1	1
Reserva	5	4	Afrodita	1	1
Rio grande	4	3	El patrón	1	1
Cóndor	4	3	Florenza	1	1
Cuauhtémoc	4	3	Floradade	1	1
Suzan	3	3	Canek	1	1
Maxifort	3	3	Vengador	1	1
Bullseye	2	2	Bull eye	1	1
Cedral	2	2	Moneymaker	1	1
Imperial	2	2	Martino 37	1	1
Multifort	2	2	Pitenza	1	1
Loreto	2	2	Sahel	1	1
Angel	2	2	Sprigel	1	1
Ramses	2	2	Pikripe	1	1
Toro	2	2	Yigido	1	1
Recova	2	2	Eterno hyb	1	1
Espartaco	2	2	IntenseMR	1	1

En el siguiente cuadro se observa las variedades utilizadas en los trabajos analizados que coinciden con las encontradas en la UPOV en diferentes países. De las 40 variedades 13 coincidieron con variedades de todo el mundo, correspondientes a 8 países (**Cuadro 9**)

Cuadro 9. Variedades utilizadas en estudios de jitomate en México registradas a nivel internacional.

Variedad	Países
Sun 7705	Holanda
Angel	Argentina
Rio Grande	Italia, Argentina y España
Maxifort	Holanda, Unión Europea y Argentina
Cedral	Argentina
Multifort	Holanda, Unión Europea y Argentina
Loreto	España
Toro	Argentina
Drw7834	Argentina
Floradade	Argentina
Moneymaker	Italia, Argentina, Eslovenia y España
Sahel	Argentina y España
Yigido	Argentina, Serbia y Moldova

Principales enfermedades y plagas evaluadas en las publicaciones analizadas.

Principales enfermedades de jitomate

Entre las principales fitopatógenos identificados en las diferentes publicaciones destaca la: pudrición de la radícula causa por *Fusarium oxysporum*, el moho gris causada por *Botrytis cinérea*, el cáncer bacteriano del tomate causada por *Clavibacter michiganensis* y diferentes tipos de pudrición de las raíces, fruto y tallo. Las evaluaciones se han realizado principalmente en variedades comerciales, entre las que destacan SIN 7705, Loereto, Rio Grande, Toro y Majestad. Los tratamientos para contrarrestar dichos Fitopatógenos van desde controles biológicos y agroquímicos como se observa en el **Cuadro 10**.

Cuadro 10. Tratamientos de las principales enfermedades en jitomate.

Fitopatógeno	Variedad	Tratamientos	Cita
Pudrición de radícula <i>(Fusarium oxysporum)</i>	SUN 7705 Loreto	• <i>Mthylobacterium</i> spp.	Medina, (2011).
	Rio Grande	• <i>Trichoderma harzianum</i> .	Fernández, (2016).
	Rio Grande Rio Grande	• Procloraz • Clorotalonil, <i>Trichoderma</i> sp., Iprodione y Benomilo	Guzmán (2012). Santillán, (2017).
Moho gris <i>(Botrytis cinerea)</i>		• El envase activo a base de grenetina y semi comercial F1	Mendoza, (2016).
		• <i>T. harzianum</i> .	Miranda, (2016).
		• Levaduras	Martínez, et al. (2016)
Cáncer bacteriano del tomate <i>(Clavibacter michiganensis)</i>	Lía	• Los tratamientos 1 (1 mL/ 7 días), 2 (2 mL/ 7 días), y 3 (3 mL/ 7 días) de la cepa antagónica.	Raya, (2011).
	Rio grande	• Tratamiento 4 (cepa antagónica 10)	Cueto, (2013)
Pudrición <i>(Pseudomonas corrugata)</i> <i>Salmonella spp.</i>		• Recubrimiento antimicrobiano	Vera, (2014)
Pudrición de raíces <i>(Phytophthora capsici)</i>	Toro y Majestad	• Fungicidas RIDOMIL GOLD 76.5 y DICONIL	De Santos, (2016)

Principales plagas en jitomate.

En relación con las principales plagas en jitomate, destacan el nemato falso agallador, la mosquita blanca y nematodo de nudo de raíz. Las variedades que se han evaluado en las publicaciones son Galilea, Rio Grande, Hermosa, Ramsés, Pony Express F1 y Cross Country F1. Se han probado diferentes tratamientos para contrarrestarlos principalmente tratamientos con agroquímicos. Destaca, tratamientos con aceites esenciales de *Tagetes* (Cempaxúchitl) realizados por Zarate 2016 (**Cuadro 11**).

Cuadro 11. Tratamientos para principales plagas en cultivo de jitomate.

Fitopatógeno	Variedad	Tratamientos	Cita
Nematodo falso agallador (<i>Nacobbus aberrans</i>).	Galilea y Rio Grande	<ul style="list-style-type: none">• Bacterias ruminales.• Bacterias quitinolíticas del líquido ruminal• <i>T. lucida</i>, con presencia mayoritaria de monoterpenos y sesquiterpenos, influyó sobre el agallamiento en <i>N. Aberrans</i>.• Aceite esencial de poblaciones naturales de <i>Tagetes lucida</i>	Medina, (2012). González, (2014). Gaspar y Hernández, (2016). Zarate, (2016).
Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	Hermosa, Ramsés y DRD y Rio grande	<ul style="list-style-type: none">• El silicio y <i>B. bassiana</i>.• Spectrum Pae F® y Progranic Gamma®• Flupyradifurone y Azadiractina• Abamectina+Bifentrina, hiametoxam + Lambda cyalotrina e Imidacloprid + Deltametrina	Antonio, (2014). Ortiz, (2016). Pelaez, (2017). Andrade, (2012).
Nematodo de nudo de raíz (<i>Meloidogyne incognita</i>)	Pony Express F1 y Cross Country F1.	<ul style="list-style-type: none">• Fluensulfone	Calvo, (2014)

MANEJO POST-COSECHA EN JITOMATE

Para evitar las pérdidas post-cosecha, se han utilizado diferentes tratamientos como las bajas temperaturas, tratamientos químicos y atmósferas modificadas y controladas o cubiertas comestibles para la conservación del jitomate. Recientemente se ha propuesto utilizar residuos agroindustriales para la obtención de moléculas bioactivas para mejores recubrimientos comestibles, con el fin de reducir perdidas post-cosecha. Destaca la aplicación foliar de calcio, potasio, micronutrientes y efluentes (Zarate y López, 2011), microencapsulación de carotenoides que evita la degradación (Domínguez *et al.*, 2012), El uso de nanopartículas lipídicas sólidas y gomas xantana que incrementa su vida útil

controlando la velocidad de transpiración y retardando el proceso de maduración, entre otros (**Cuadro 12**).

Cuadro 12. Comparación de tratamientos post-cosecha en diferentes tipos y variedades de jitomate.

Tipo	Variedad	Tratamiento	Resultado	Cita
Pera	Cuauhtémoc e IntenseMR	Genotipo IntenseMR en combinación con cloruro de calcio	Mantuvieron la calidad y prolongaron la vida de anaquel.	Contreras, <i>et al.</i> (2011).
Riñon		Aplicación foliar de calcio, potasio, micronutrientes y efluentes.	La vida en anaquel aumento más del doble de días.	Zarate y López, (2011)
Saladette		Micro-encapsulación de carotenoides.	Retención de carotenoides, protegió y ayudo a evitar su degradación.	Domínguez, <i>et al.</i> (2012)
Saladette		Nanopartículas lipídicas sólidas y goma xantana.	Incrementa su vida útil, controlando la velocidad de transpiración y retardando el proceso de maduración.	Escamilla (2015)
		Mezcla de polímeros (quitina-quitosana) como biopelícula.	Mayor retención de agua, mayor turgencia, prolongo la vida de anaquel del fruto y aumento la cantidad de calcio.	García, (2016)

Producción de Semilla.

En un reporte realizado por CEDRSSA (2015) mencionan que el 95% de la semilla de hortalizas que se utiliza es importada. En jitomate México no califica semilla, por lo que toda la semilla que se utiliza es categoría declarada e importada. En el **Cuadro 13** se muestran las principales empresas con las variedades de semillas de jitomate que producen, las cuales, algunas coinciden con variedades encontradas en los trabajos analizados como: Big Rio, Afrodita, Cedral y Vengador.

Cuadro 13. Empresas que producen variedades de semillas de jitomate.

Empresa	Variedades	Empresa	Variedades
Semillas Caloro - Mexicana Industrial de Insumos Agropecuarios, S.A. de C.V.	Paisano F1, Beatriz F1, Josefina F1, Tarandas, 334 F1, Persistente F1, Big Rio, Rio Colosal F1, Eterno F1.	Enza Zaden	Maxenza (E15B.40805), E26.34770, Pai Pai, E26.34770.
Semillas Harris Moran Mexicana S.A. de C.V.	Pony Express , Genio, Perseo	Sakata	Charger, Evelyn.
Agromora & Interseeds	Aries, Conan (USATX 2112), Afrodita (USATX 122).	Geneseeds	El Valiente F1
NUNHEMS, B. V.	Caroni, Tinto, Kenton.	United Genetics	Primus LF, Toroleon , Yumil.
Monsanto- Seminis/DeRuiter	Loreto , XP 675, DRD 856, Martyno 39, DRD 8539, 8549, 8561, DRD 8551.	Mar Seed Company	Marty , Xico , León , Mar Rojo.
Syngenta	Don R, Cedral, Dunne, Altius, Evimeria, Arameo, Dioniso, Sahariana, Piranha, Torry, Vengador, Sweetelle, Imad, Clermon, Pilavy.	US Agriseeds	USATX 9934, Maximato , USATR 16121, USATR 14402, USATR 14399, USATR 11807, USATX 12227, USATR 11924, USATX 11924, Conan (USATX 2112), Natalie (USATX 10324), Afrodita (USATX 122), Belieza (USATX 1129), USATR 0259, Meteoro, Fabiola, Juan Pablo, Juan Diego, Julieta.
Rijk Zwaan	Floratino RZ, Taymyr RZ, 72-158 RZ, 72-658 RZ, Endeavour RZ.	De Ruiter	Phaluka, DRK2172, DRK 2189, Komeet (8407), Speedella, DRW 7744, Torero, DRW 7513, Italia.
Grupo Treviño	Thorin F1	Shamrock	Majestad F1

Acondicionamiento de accesiones en el Depositario Nacional de Referencia de Semillas.

Como parte de aprendizaje de las actividades de manejo que se realizan en los Bancos de Germoplasma para la conservación *ex situ* de semillas, se realizaron parte de estas en el Depositario Nacional de Referencia de Semillas (DNRS), en el cual, se resguardan 3,039

accesiones. Las actividades se desarrollaron después de haber sido capacitada por trabajadores con experiencia y utilizando un Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma (Rao *et al.*, 2007).

De acuerdo con el plan de trabajo, se llevó a cabo la revisión de accesiones registradas en la base de datos pasaporte, para su posterior envío al Centro Nacional de Recursos Genéticos (CNRG). Como se muestra en el **Cuadro 14**, 2297 accesiones cuentan con datos pasaporte y 469 no cuentan con datos pasaporte, por lo tanto, no se tomaron en cuenta dentro de la revisión y se colocaron en otras cajas. Por lo tanto, como resultado de la revisión de accesiones, se obtuvo un total de 1071 accesiones revisadas pertenecientes a los cultivos de calabaza y maíz CIMMYT e INIFAP.

Cuadro 14. Accesiones en resguardo en el Depositario Nacional de Referencia de Semillas.

Cultivo	Núm. de accesiones	Accesiones revisadas	Accesiones sin revisar	Accesiones con datos pasaporte	Accesiones sin datos pasaporte
Algodón	66	0	66	66	0
Amaranto	116	0	116	91	25
Cactáceas	31	0	31	31	0
Calabaza	158	151	7	158	0
Chile	789	0	789	570	219
Dalias	169	0	169	63	106
Echeveria	135	0	135	135	0
Frijol	117	0	117	53	64
Girasol	39	0	39	21	18
Cultivos varios	36	0	36	36	0
Jatropha	43	0	43	41	2
Maíz	68	0	68	68	0
Maíz CIMMYT	624	590	34	560	30
Maíz INIFAP	413	330	83	330	5
Pata de elefante	4	0	4	4	0
Quelites	60	0	60	60	0
Tigridia	10	0	10	10	0
Total	2,524	1,071	1,807	2,297	469

Durante el periodo asistido al DNRS se realizaron diversas actividades en cada fase de acondicionamiento de las accesiones (**Cuadro 15**).

Cuadro 15. Actividades realizadas en el Depositario Nacional de Referencia de Semillas.

Área	Actividad
Cámara de conservación	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario y resguardo de accesiones ubicadas anteriormente en cuarto de secado. • Revisión e inventario de 200 cajas de plástico, 1,600 frascos (750, 1,000 y 2,000 ml). • Registro de temperatura y humedad diaria.
Secado	<ul style="list-style-type: none"> • Reubicación de accesiones resguardadas. • Monitoreo de accesiones en proceso de secado. • Registro de temperatura y humedad diaria.
Almacenamiento temporal.	<ul style="list-style-type: none"> • Inventario de accesiones resguardadas. • Reacomodo de cajas con accesiones. • Registro de temperatura y humedad diaria.
Acondicionamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Acondicionamiento de accesiones. • Realización de bolsas con silicagel para acondicionamiento. • Revisión, conteo y registro de accesiones para envío a CNRG.

CONCLUSIONES

- En jitomate México no realiza acciones para la conservación *in situ* de la diversidad, por lo cual se tiene un alto riesgo de perder la diversidad tanto domesticada como la silvestre.
- En conservación *ex situ* se tienen avances con el resguardo de más de 1000 accesiones en los Centros de Conservación del SINAREFI, pero la Red Jitomate ya no opera. Por lo cual, es prioritario la definición de una política pública para la conservación *in situ* y *ex situ* de la diversidad de jitomate.
- En el área estratégica de utilización si bien se identificó un mayor número de publicaciones, en su mayoría son realizadas en líneas o variedades comerciales registradas. Existen pocos estudios de caracterización y evaluación de materiales nativos, por lo que se desconoce el potencial.
- México no certifica semilla de jitomate, lo cual nos hace dependientes de la importación de semilla para el cultivo de la hortaliza con mayor importancia para exportación.
- Se tienen solo tres variedades de jitomate registradas con título de obtentor de instancias públicas, pero sin la producción de semilla certificada. Se considera prioritario la implementación de programas de mejoramiento genético en el cultivo con el uso de materiales nativos.

LITERATURA CONSULTADA

- Acevedo F., M., A. Cruz R., O. Zamora I., J. E. Valadez C., R. Bernal M. y J. J. Castellón G. 2012. Evaluación de variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) injertadas sobre multifort. In: Memoria del 1er Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, A.C. e Instituto Tecnológico de Roque. J. G. Ramírez P., C. L. Aguirre M., F. Cervantes O. y J. A. Rangel L. (eds.). 14-16 de noviembre de 2012. Celaya, Gto. pp. 124.
- Acosta Q., P. G. 2011. Caracterización morfológica y molecular de tomate de árbol, *Solanum betaceum* Cav. (Solanaceae). Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. España. 328 p.
- Álvarez H., J. C. 2012. Comportamiento agronómico e incidencia de enfermedades en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) injertadas. Acta Agronómica. 61: 117-125.
- Andrade C., F. 2012. Efectividad de mezclas de insecticidas contra mosquita blanca en jitomate en invernadero. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 61 p.
- Antonio de la C., L. 2014. Control de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) en cultivo de jitomate con productos orgánicos y biológicos en el Estado de México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 49 p.
- Arellano R., L. J., E. Rodríguez G., J. Ron P., J. L. Martínez R., h. Lozoya S., J. Sánchez M. y R. Lépiz I. 2013. Evaluación de resistencia a *Phytophthora infestans* en poblaciones silvestres de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 4: 753-766.
- Arriaga R., M. C., E. Rodríguez G., C. Jiménez P., J. Hernández G., A. Avendaño L., M. Padilla G. y A. Cordero J. 2016. El jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) de Jalisco, Nayarit y Michoacan, como una alternativa alimenticia, nutricional, y socioeconómica. In: Memoria del XIII encuentro Participación de la Mujer. Centro de Investigaciones en Optica A.C. 17-19 de agosto. León, Gto., México. pp: 412.
- Becerra M., I. 2014. Uso de micorrizas y composta para la reducción de enfermedades foliares del jitomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) en Atlatlahuacan, Morelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 79 p.

- Berrospe O., A., C. Saucedo V., P. Ramírez V. y M. E. Ramírez G. 2015. Comportamiento agronómico de plántulas de poblaciones nativas de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) en producción intensiva en invernadero. *Agrociencia*. 49: 637-650.
- Bonilla B., O. 2013. Diversidad agronómica y morfológica de jitomates arriñonados y tipo pimiento de alto valor comercial en los estados de Puebla y Oaxaca. Colegio de Postgraduados, Texcoco, México. 90 p.
- Bonilla B., O., R. Lobato O., J. J. García Z., S. Cruz I., D. Reyes L., E. Hernández L. y A. Hernández B. 2014. Diversidad agronómica y morfológica de tomates arriñonados y tipo pimiento de uso local en Puebla y Oaxaca, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 37: 129-139.
- Bouchan G., R. 2014. Morfología y valoración isoenzimática en poblaciones nativas de jitomate (*Solanum lycopersicum*). Colegio de Postgraduados, Texcoco, México. 85.
- Calvo A., J. A. 2014. Evaluación de nematicidas químicos contra nematodos agalladores en los cultivos de jitomate y pepino en condiciones de campo 2014. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 89 p.
- Carrillo R., J. C. y J. L. Chávez S. 2010. Caracterización agromorfológica de muestras de tomate de Oaxaca. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 33: 1-6.
- Carrillo R., J. C., J. L. Chávez S., G. Rodríguez O., R. Enríquez del V. y Y. Villegas A. 2013. Variación estacional de caracteres agromorfológicos en poblaciones nativas de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Publicación Especial*. 6: 1081-1091.
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria. 2015. Reporte: Las semillas en México. CEDRSSA: Estudios e Investigaciones. 29 p.
- Cervantes R., R. E. y N. Zalazar S. 2014. Efectos genéticos y heterosis de rendimiento y calidad del fruto de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo Bola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 53 p.
- Chávez S., J. L., J. C. Carrillo R., A. M. Vera G., E. Rodríguez G. y R. Lobato O. 2011. Utilización actual del jitomate silvestre mexicano. Subsistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI). Oaxaca, México 72.

- Cobos G., H. A. y Rosas A., S. R. 2010. Determinación de la calidad postcosecha de 93 líneas uniformes de jitomate (*Solanum lycopersicum*). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 57 p.
- Contreras A., L. A., J. B. Heredia, C. E. Sánchez A., M. A. Angulo E. y M. Villarreal R. 2011. Efecto del genotipo y sales de calcio en la calidad de tomates frescos cortados. Revista Chapingo Serie Horticultura. 17: 39-45.
- Córdova T., L., R. González S., E. Padilla V. y J. M. Chávez B. 2018. Acciones del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS-SAGARPA) para el desarrollo del campo mexicano. Agroproductividad. 11: 3-8.
- Cortes H., E. 2015. Abonos orgánicos y organismos antagónicos sobre inhibición de hongos fitopatógenos en cultivo de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.). Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México. 136 p.
- Cortes S., A., R. Lobato O., J. J. García Z., J. Suarez E. y C. A. Barrera I. 2018a. Líneas endogámicas interespecíficas f3 como portainjertos de jitomate. In: Acta Fitogenética Vol. 5. Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C. Octubre. Montecillo, Estado de México. pp. 199.
- Cortes S., A., R. Lobato O., J. J. García Z., J. Suarez E. y C. A. Barrera I. 2018b. Ventajas del uso de diferentes tipos de germoplasma como portainjertos de jitomate. In: Acta Fitogenética Vol. 5. Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C. Octubre. Montecillo, Estado de México. pp. 198.
- Crisanto J., A. U., A. M. Vera G., J. L. Chávez S. y J. C. Carrillo R. 2010. Calidad de frutos de tomates silvestres (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* Dunal) de Oaxaca, México. Revista Fitotecnia Mexicana. 33: 7-13.
- Cueto E., I. 2013. Control biológico de la medula negra (*Pseudomonas corrugata*) en jitomate bajo invernadero. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 59 p.
- De la Cruz B., R. 2017. Manejo del acaro causante del bronceado (*Tetranychus lycopersici*) en jitomate. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 74 p.
- De Santos A., C. L. 2016. Identificación y control de la pudrición de raíz y cuello (*Phytophthora capsici* Leo.) en jitomate (*Solanum lycopersicum* Peralta y Spooner), en Actopan Hidalgo. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 59 p.

- Díaz L., J. 2012. Efectividad biológica de *Trichoderma* spp. *Fusarium solani* en el cultivo de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 61 p.
- Dirección de Investigación y Evaluación Económica y Sectorial (DIEES). 2017. Panorama agroalimentario: Tomate rojo 2017. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). 24 p.
- Domínguez R., D. B., H. Gómez Y. y M. Ortega C. 2012. Proceso para la obtención de emulsiones y microcápsulas de carotenoides extraídos de residuos de jitomate de la central de abastos de la Ciudad de México. Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa, México. 62 p.
- Enciso M., G. A. 2017. Fungicidas-patógeno en reacciones de defensa del jitomate. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 50 p.
- Escamilla R., P. 2015. Recubrimiento de nanopartículas lipídicas sólidas-goma xantana para la conservación de tomate (*Lycopersicum esculentum*) almacenado en refrigeración. Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, México. 91 p.
- Espinosa V., G. 2012. Comportamiento temporal de insectos plaga y su manejo integral en cultivo de jitomate (*Lycopersicum esculentum* L.) a campo abierto en Atlatlahucan, Morelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 127 p.
- Estrada T., V., R. Lobato O., G. García de los S., G. Carrillo C., F. Castillo G., E. Contreras M., O. J. Ayala G., M. De la O O. y A. Artola M. 2014. Diversidad de poblaciones nativas de jitomate para germinación en condiciones salinas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 5: 1067-1079.
- Euán A., R. 2012. Sensibilidad in vitro de un aislamiento de *Fusarium oxysporum* Schltdl. de tomate rojo (*Solanum lycopersicum* L.), en Cuernavaca, Morelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 74 p.
- Fernández M., J. A. 2016. Control biológico de *Fusarium* spp. con cepas nativas de *Trichoderma* spp. en plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, México. 141 p.

- Flores H., L. A., R. Lobato O., D. M. Sangerman J., J. J. García Z., J. D. Molina G., M. de J. Velasco A. y I. M. Marín M. 2018. Diversidad genética dentro de especies silvestres de *Solanum*. Revista Chapingo Serie Horticultura. 24: 89-100.
- Flores H., L. A., R. Lobato O., J. J. García Z., J. D. Molina G., D. M. Sangerman J. y J. Velasco A. 2017. Parientes silvestres del tomate como fuente de germoplasma para el mejoramiento genético de la especie. Revista Fitotecnia Mexicana. 40: 83-91.
- García M., A. L. 2016. Estudio de algunas características del puré de jitomate (*Lycopersicum esculentum*) elaborado a partir de frutos recubiertos con biopelículas extraídas de residuos de la industria camaronera. Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México. 95 p.
- Gaspar L., U. y Hernández L., G. 2016. Bacterias quitinolíticas para el control de *Nacobbus* sp. en jitomate (*Solanum lycopersicum*) bajo invernadero, en Chapingo México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 64 p.
- González-Santos R., Cadena-Iñiguez J, Morales-Flores F.J, Ruiz-Vera V.M, Pimentel-López J, Peña-Lomelí A. 2015. Model for the conservation and sustainable use of plant genetic resources in México. Wulfenia Journal (22): 333-353.
- Gaypsso B., O., A. López B., S. A. Rodríguez H. y F. Borrego. 2016. Aptitud combinatoria y heterosis para rendimiento en siete líneas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). In: Acta Fitogenética Vol. 3. Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C. 26-30 de septiembre. Texcoco, Estado de México. pp. 80.
- González G., A. 2014. Incidencia de nematodos (*Nacobbus aberrans*) en jitomate (*Solanum lycopersicum* var. Rio Grande) asociado con sonajilla (*Tagetes coronopifolia*) y aplicación de aceite esencial. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 77 p.
- Gonzalez M., J. de J. 2017. Evaluación de resistencia de cinco colectas de jitomate silvestre como posibles portainjertos contra el Nematodo falso agallador (*Nacobbus aberrans* Thorne & Allen, 1944). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 80 p.
- González R., G., B. Espinosa P., P. Cano R., A. Moreno R., L. Leos E., H. Sánchez G. y J. Sáenz M. 2018. Influencia de rizobacterias en la producción y calidad nutracéutica de tomate bajo condiciones de invernadero. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 9:367-379.

- Guzmán M., M. A. 2012. Jitomate Riñón tolerante a patógenos de raíz y aptitud combinatoria de colectas de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) nativo de México. Colegio de Postgraduados, Texcoco, México. 97 p.
- Guzmán P., R., M. L. Fajardo F., R. García E. y M. A. Cadena H. 2011. Desarrollo epidémico de la cenicilla y rendimiento de tres cultivares de tomate en la comarca lagunera, Coahuila, México. *Agrociencia*. 45: 363-378.
- Hernández B., A. 2013. QTLs y heterosis en jitomate en una población F2 derivada de una cruce interespecífica. Colegio de Postgraduados, Texcoco, México. 75 p.
- Hernández L., E. 2012. Derivación de líneas de generaciones tempranas de híbridos de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.). Colegio de Postgraduados, Texcoco, Estado de México. 112 p.
- Ibarra C., D. 2012. Calidad e inocuidad de jitomate (*Lycopersicon esculentum* L.) fresco almacenado a diferentes temperaturas: relación de contenido de azúcares y ácidos orgánicos con la adherencia de *Escherichia coli* (ECET). Colegio de Postgraduados, Texcoco, México. 115 p.
- Izquierdo H., P. 2017. Microencapsulación de *Trichoderma viridae* contra los principales hongos fitopatógenos de la rizósfera del jitomate (*Solanum lycopersicum*). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 76 p.
- Jenkins, J. A. 1948. The origin of cultivated tomato. *Economic Botany* 2, 379-392.
- Kew Royal Botanic Gardens. 2019. Millennium Seed Bank: seed list. <https://www.kew.org/science> (Consulta: mayo 2019).
- Knapp S. and I. Peralta E. 2016. The Tomato (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae) and Its Botanical Relatives. *Department of Life Sciences*. 2: 15.
- Leyva M., S. G., C. M. González S., J. E. Rodríguez P. y D. Montalvo H. 2013. Comportamiento de líneas avanzadas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a fitopatógenos en Chapingo, México. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 19: 301-313.
- Lobato O., R., E. Rodríguez G., J. C. Carrillo R., J. L. Chávez S., P. Sánchez P. y A. Aguilar M. 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) Texcoco, México. 54 p.

- López B., A. 2012. Aislamiento y control de *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *radicis-lycopersici* Jarvis y Shoemaker., causante del ahorcamiento en el cultivo de jitomate (*Solanum lycopersicum*) en Aquixtla, Puebla. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 47 p.
- López G., N. B. 2016. Diagnóstico de la producción de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) bajo invernadero en la sierra norte de Puebla. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- López V., M. del R. 2017. Identificación del acaro de la canelilla o bronceado del jitomate (*Lycopersicum esculentum*) en Celaya Guanajuato y Los Mochis, Sinaloa. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 71 p.
- Mancilla I., I. M. 2015. Genes de calidad de fruto en líneas experimentales de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 27 p.
- Marin M., I. M. 2015. Caracterización morfológica y molecular de 55 colectas de jitomate nativo de México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 40 p.
- Márquez D., J. J. 2017. Evaluación de variedades de jitomate con despunte a una inflorescencia por planta en altas densidades de población. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Martínez M., J. M., D. E. Miranda C., L. Soto M. y R. A. Martínez P. 2016a. Control biológico de la podredumbre gris causada por *Botrytis cinerea* Pers. en jitomate tipo Saladette. In: Acta Fitogenética Vol. 3. Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C. 26-30 de septiembre. Texcoco, Estado de México. pp. 136.
- Martínez V., E. de los A., R. Lobato O., J. J. García Z., A. Hernández B. y D. Reyes L. 2016b. Aptitud combinatoria y heterosis de cruza de líneas de jitomate nativo tipo "chino criollo". In: Acta Fitogenética Vol. 3. Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C. 26-30 de septiembre. Texcoco, Estado de México. pp. 91.
- Martínez V., E. de los A., R. Lobato O., J. García Z. y D. Reyes L. 2016c. Heterosis de cruza entre líneas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) nativo mexicano tipo pimiento y líneas tipo saladette. Revista Fitotecnia mexicana. 39: 67-77.
- Medina C., V. 2012. Control biológico de *Nacobbus aberrans* (Thorne 1935) Thorne & Allen 1944 (Nemata: Pratylenchidae) en jitomate, mediante la aplicación de bacterias

- ruminales, bajo condiciones de invernadero, en Chapingo México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 59 p.
- Medina R., M. 2011. Inducción de resistencia a *Fusarium oxysporum* y estimulación del desarrollo vegetal en jitomate (*Solanum lycopersicum*) empleando *Methylobacterium* spp. Instituto Politécnico Nacional. Michoacán, México. 69 p.
- Melgoza V., C. M., C del R. León S., J. A. López V., L. A. Hernández E., S. Velarde F. y J. A. Garzón T. 2018. Presencia de *Candidatus Liberibacter solanacearum* en *Bactericera cockerelli* Sulc asociada con enfermedades en tomate, chile y papa. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 9: 499-509.
- Mendoza H., A. L. P. 2016. Caracterización de envase activo liberador de anti fúngico y su aplicación en jitomate tipo Saladette para el control de *Botrytis cinerea*. Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, México. 142 p.
- Mendoza P., C., C. Ramirez A., A. Martinez R., J. E. Rubiños P., C. Trejo, A. G. Vargas O. 2018. Efecto de número de tallos en la producción y calidad de jitomate cultivado en invernadero. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 9: 355-366.
- Miranda D., J. S. 2016. Aplicación de un recubrimiento comestible adicionado con agente antagonista para el control del moho gris en jitomate (*Lycopersicon esculentum*). Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, México. 115 p.
- Muñoz M., A. 2010. Calidad nutricional y agroindustrial evaluada en cinco poblaciones nativas de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 83 p.
- Muñoz V., M. y Vázquez D., J. C. 2013. Evaluación de cultivares de jitomate Saladette en sistema hidropónico bajo invernadero en Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Notario M., C. M. y M. E. Sosa M. 2012. El jitomate (*Solanum lycopersicum*): aporte nutrimental, enfermedades postcosecha y tecnologías para su almacenamiento en fresco. Temas selectos de Ingeniería de Alimentos. 6: 40-53.
- The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). 2017. Safety Assessment of Transgenic Organisms in the Environment, Tomato (*Solanum lycopersicum*). 7: 69-104.

- Olmedo L., F. A., R. Salgado G. y P. A. García S. 2016. Metabolitos secundarios de tinguaraque (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) con propiedades antimicrobianas. In: Memoria del XIII encuentro Participación de la Mujer. Centro de Investigaciones en Optica A.C. 17-19 de agosto. León, Gto., México. pp: 622.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2011. Segundo Plan Mundial para los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 104 p.
- Orozco C., A. A. 2012. Línea base de bactericidas y sensibilidad in vitro de *Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis* causante del cancro bacteriano de jitomate (*Solanum lycopersicum*). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 42 p.
- Ortiz J., B., L. Jiménez S., M. Morales G., A. Quispe L., A. Turrent F., G. Rendón S. y R. Rendón M. 2013. Nivel de adopción de tecnologías para la producción de jitomate en productores de pequeña escala en el estado de Oaxaca. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 4: 447-460.
- Ortiz R., M. de los A. 2016. Bioinsecticidas para el control de mosquita blanca *Bemisia tabaci* Gennadius (Hemiptera: Aleyrodidae) en jitomate *Solanum lycopersicum* L. bajo invernadero en el municipio de San Pablo Huixtepec, Oaxaca. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 61 p.
- Padrón A., A. 2016. Actividad antimicrobiana de extractos de Jonote (*Heliocarpus appendiculatus* Turcz.) sobre fitopatogenos asociados al jitomate (*Solanum lycopersicum*). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 54 p.
- Pelaez A., A. 2017. Diagnóstico y manejo de Tomato chino La paz virus (ToChLPV) y su vector *Bemisia tabaci* (Genn.) en el cultivo de jitomate en Colula, Guerrero. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 123 p.
- Peralta, I. E., D. Spooner M. and S. Knapp. 2008. Taxonomy of tomatoes: a revision of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*) and their outgroup relatives in sections *Juglandifolia* and *Lycopersicoides*. Systematic Botany Monographs. 84: 1–186.
- Peralta, I. E., and D. Spooner M. 2001. Granule-bound starch synthase (GBSSI) gene phylogeny of wild tomatoes (*Solanum* L. section *Lycopersicon* [Mill.] Wettst. subsection *Lycopersicon*). American Journal of Botany. 88: 1888-1902.

- Ramírez P., J. G., I. Moreno C., M. A. Miranda C., J. C. Raya P., C. Aguirre M., L. Pérez E. y J. Gutiérrez T. 2012. Análisis de calidad de semillas de jitomate silvestre (*Solanum lycopersicum*) del estado de Puebla y tolerancia a estrés salino. In: Memoria del 1er Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria, A.C. e Instituto Tecnológico de Roque. J. G. Ramírez P., C. L. Aguirre M., F. Cervantes O. y J. A. Rangel L.(eds.). 14-16 de noviembre de 2012. Celaya, Gto. pp. 29.
- Rao N. K., J. Hanson, M. E. Dooloo, K. Ghosh, D. Novell y M. Larinde. 2007. Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma No. 8. Bioversity International. Roma, Italia. 182 p.
- Raya S., R. Z. 2011. Control biológico de *Clabacter michiganensis* subsp. *michiganensis* Smith., en jitomate, bajo invernadero, Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 56 p.
- Rodríguez G., E., D. Vargas C., J. de J. Sánchez G., R. Lépiz I., A. Rodríguez C., J. A. Ruiz C., P. Puente O. y R. Miranda M. 2009. Etnobotánica de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* en el occidente de México. *Naturaleza y Desarrollo*. 7: 45-57.
- Rosales V., J. 2010. Evaluación in vitro e in vivo de productos biológicos contra *Fusarium oxysporum* en jitomate en Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 81 p.
- Ruiz M., J., A. A. Vicente, J. C. Montañez S., R. Rodríguez H. y C. N. Aguilar G. 2012. Un tesoro percedero en México: el tomate, tecnologías para prolongar su vida de anaquel. *Investigación y Ciencia de la Universidad de Aguascalientes*. 54: 57-63.
- Salgado M., L., R. Lobato O., L. J. Pérez F., C. B Peña V., J. J García Z., S. Cruz I. y C. A. Barrera I. 2018a. Variación en el contenido de azúcares y ácidos en frutos de *Solanum lycopersicum* y *Solanum pimpinellifolium*. In: *Acta Fitogenética* Vol. 5. Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C. Octubre. Montecillo, Estado de México. pp. 200.
- Salgado M., L., R. Lobato O., L. J. Pérez F., C. B Peña V., J. J García Z., S. Cruz I. y C. A. Barrera I. 2018b. Valoración nutracéutica en germoplasma nativo (*S. lycopersicum* L.) y silvestre (*S. pimpinellifolium* L.). In: *Acta Fitogenética* Vol. 5. Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C. Octubre. Montecillo, Estado de México. pp. 201.
- Salgado M., L., R. Lobato O., L. J. Pérez F., C. B Peña V., J. J García Z. y S. Cruz I. 2018c. Diversidad agronomica de poblaciones de jitomate tipo Cherry *S. lycopersicum* L. y *S.*

- pimpinellifolium* L. con potencial en el mejoramiento genético. Revista Fitotecnia Mexicana. 41: 499-507.
- Sánchez A., D., F. Borrego E., V. M. Zamora V., M. M. Murillo S., A. Benavides M. y V. Robledo T. 2010. Efectos genéticos y heterosis de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en campo e invernadero para rendimiento y calidad. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 1: 455-467.
- Sandoval C., M. G., V. A. González H., N. Cruz H., I. Ramírez R. y S. Valle G. 2018. Evaluación de comportamiento postcosecha de familias nativas de tomate mexicano. In: Acta Fitogenética Vol. 5. Sociedad Mexicana de Fitogenética A. C. Octubre. Montecillo, Estado de México. pp. 303.
- Santillán C., M. 2017. Identificación y control del hongo causante de la marchitez vascular en jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) en Sinaloa, México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 33 p.
- Seminis. 2018. Los tres principales tipos de tomate en México y sus diferencias. <https://www.seminis.mx> (Consulta: mayo, 2019).
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2018. Atlas agroalimentario 2012-2018. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Ciudad de México. pp: 16-93.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). 2018. Mapa de distribución de *Solanum lycopersicum* en México. <https://www.gob.mx/snics> (Consulta: octubre, 2018)
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2018a. Catálogo Nacional de Variedades Vegetales. Ciudad de México. 49 p.
- Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS) y Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2018b. Gaceta Oficial de los Derechos de Obtentor de Variedades Vegetales. Ciudad de México. 96 p.
- Simón O., M. E. 2011. Efectividad biológica de Q-BACTER para el control de cáncer bacteriano (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*) en el cultivo de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el estado de Morelos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 63 p.

- Svalbard Global Seed Vault. 2010. Seed Portal of the Svalbard Global Seed Vault <https://www.seedvault.no/the-seeds/> (Consulta: mayo 2019).
- Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). PLUTO: base de datos sobre variedades vegetales. <https://www.upov.int/portal/index.html.es> (Consulta: julio 2019).
- United States Department of Agriculture, Plant and Animal Genetic Resources Preservation: Fort Collins, CO. 2019. U. S. National Plant Germplasm System. <https://www.ars.usda.gov> (Consulta: mayo 2019).
- Vargas E., E. 2013. Manejo químico y orgánico-biológico en el control de enfermedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) a campo abierto en Atlatlahucan, Mor. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 107 p.
- Velazco A., M. de J., R. Lobato O., J. J. Garcia Z., R. Castro B, S. Cruz I., T. Corona T. and M. K. Moedano M. 2017. Mexican native tomatoes as rootstocks to increase fruit yield. Chilean Journal of Agricultural Research. 77: 187-193.
- Vera M., M. I. 2014. Desarrollo de un recubrimiento comestible antimicrobiano en el jitomate variedad Saladette para el control de *Salmonella*. Universidad Nacional Autónoma de México, Cuautitlán Izcalli, México. 80 p.
- Vergani G., R. J. 2002. *Lycopersicon esculentum*: una breve historia del tomate. Horticultura y sociedad. 2: 9.
- Villaseñor M., J. A. 2017. Formulación y evaluación de un proyecto para el cultivo y comercialización de jitomate por parte de productoras del municipio de Juchitán, Jalisco. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Zarate E., J. 2016. Ensayo piloto de extracción del aceite esencial de poblaciones naturales de *Tagetes lucida* Cav. Para la evaluación toxicológica en nematodos presentes en jitomate (*Solanum lycopersicum* L.). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 188 p.
- Zarate R., E. y López E., E. 2011. Efecto del calcio, potasio, micronutrientes y efluentes de lombriz en la calidad de jitomate Riñón (*Solanum lycopersicum* Mill.). Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 65 p.

Anexo 1. Comparación de 12 variables de especies silvestres del Género *Solanum*.

ESPECIE	ORIGEN	AÑO	DF	DM	LH	AH	DT	NF	LR	PF	LF	AF	SST	NSF	TI	FP
<i>S. pennelli</i>	Perú	2018	33.30	88.80	20.54	12.42	1.19	13.78	25.32	2.58	1.34	1.76	8.10	197		
		2017	33	89	12.4	12.4	1.19	14	25	2.6	1.3	1.8	7.9	197	2	Achatado
<i>S. pimpinellifolium</i>	Perú	2018	13.86	62.57	19.27	11.79	0.98	15.86	14.21	1.40	1.21	1.34	7.11	26.44		
		2017	14	63	19.3	11.8	0.98	16	14	1.4	1.2	1.3	7	27	1	Redondo
<i>S. habrochaites</i>	Perú, Ecuador	2018	43	92.88	36.49	20.76	0.97	21.75	16.88	2.94	1.43	1.71	7.91	84.25		
		2017	43	93	36.5	20.8	0.97	22	17	2.9	1.4	1.7	8	84	2	Ligeramente achatado
<i>S. peruvianum</i>	Perú	2018	19.08	83.17	21.77	12.50	0.80	19.25	28.57	3.43	1.43	1.63	6.62	123.33		
		2017	19	83	21.8	12.5	0.8	19	29	3.4	1.4	1.6	6.6	123	2	Ligeramente achatado
<i>S. chilense</i>	Chile, Perú	2018	30.71	85.71	24.27	15.21	1.00	22.14	28.06	1.59	1.20	1.37	6.47	51.71		
		2017	32	86	25.7	15.2	1.02	22	28	1.5	1.2	1.4	6.5	51	3	Ligeramente achatado/achatado
<i>S. neorickii</i>	Perú	2017	24	82	19.8	12.9	0.65	9	12	1.3	1.2	1.4	6.7	98	1	Achatado
<i>S. ochranthum</i>	Perú	2017	102	247	42.3	27.3	1.76	41	20	2.8	4.1	3.5	9.7	55	6	Redondo-alargado
<i>S. lycopersicoides</i>	Chile	2017	39	77	13	10.6	1.13	31	16	0.2	0.8	0.8	9.5	4	3	Achatado
<i>S. chmielewski</i>	Perú	2017	33	83	18.2	11.2	0.78	8	15	1.5	1.3	1.5	8	70	1	Ligeramente achatado
<i>S. lycopersicum</i>*		2013	100.3	151.39	33.89	29.43	1.4	9.41	19.88	53.15	4.13	4.079	4.08			

DF: días a floración, DM: días a madurez, LH: longitud de hoja, AH: ancho de hoja, DT: diámetro de tallo, NF: número de flores por racimo, LR: longitud de racimo, PF: peso de fruto, LF: longitud de fruto, AF: ancho de fruto, SST: sólidos solubles totales, NSF: número de semillas por fruto, TI: tipo de inflorescencia, FP: forma predominante de fruto. * Autor (Bonill)

