



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE AGROECOLOGÍA Y SUSTENTABILIDAD

EL SISTEMA DE CULTIVO DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa*): CARACTERIZACIÓN, FUNCIONAMIENTO Y ALTERNATIVAS, EN ESPAÑITA, TLAXCALA.

MARÍA DE LA LUZ LÓPEZ MENDOZA

T E S I S
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, ESTADO DE MÉXICO, MÉXICO

2022



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

La presente tesis titulada: **El sistema de cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*): caracterización, funcionamiento y alternativas, en Españita, Tlaxcala**, realizada por la estudiante: **María de la Luz López Mendoza**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS
AGROECOLOGÍA Y SUSTENTABILIDAD

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO


DR. DIEGO FLORES SÁNCHEZ

ASESORA


DRA. MA. ANTONIA PÉREZ OLVERA

ASESOR


DR. HERMILIO NAVARRO GARZA

ASESORA


DRA. MARIA VIRGINIA GONZÁLEZ SANTIAGO

Montecillo, Texcoco, Estado de México, México, agosto de 2022

**EL SISTEMA DE CULTIVO DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa*):
CARACTERIZACIÓN, FUNCIONAMIENTO Y ALTERNATIVAS, EN ESPAÑITA,
TLAXCALA**

**María de la Luz López Mendoza, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2022**

RESUMEN

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Hornem.) es un cultivo con un fuerte arraigo sociocultural y gastronómico en el centro del país. El estado de Tlaxcala ocupa el sexto lugar en condiciones de temporal, y su cultivo está poco documentado. El objetivo del trabajo fue caracterizar las modalidades de prácticas sociotécnicas y diagnosticar los tipos de estrategias para identificar oportunidades de indicadores agroecológicos hacia un manejo participativo y sustentable. La investigación fue mixta, integró entrevistas, recorridos de campo y observación no participante, aplicación de un cuestionario a 15 productores de tomate de cáscara Vicente Guerrero y aplicación de un instrumento para determinar indicadores agroecológicos en parcelas. El cultivo de tomate de cáscara forma parte de complejos sistemas agroforestales. Los productores disponen de 3.8 ha para su cultivo. El cultivo de tomate de cáscara tiene una importante contribución en la economía local, su cultivo se basa en prácticas campesinas, uso de variedades criollas, uso generalizado de insumos externos, su productividad es de baja a media. Se generó una línea base de las prácticas sociotécnicas del cultivo de tomate de cáscara en Vicente Guerrero y existen áreas de oportunidad para promover un manejo agroecológico.

Palabras clave: Prácticas sociotécnicas, sistema de cultivo, transición agroecológica.

**THE HUSK TOMATO (*Physalis ixocarpa*) CULTIVATION SYSTEM:
CHARACTERIZATION, OPERATION AND ALTERNATIVES, IN ESPAÑITA,
TLAXCALA**

**María de la Luz López Mendoza, M.C.
Colegio de Postgraduados, 2022**

ABSTRACT

The husk tomato (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Hornem.) is a crop with strong sociocultural and gastronomic roots in the center of the country. The state of Tlaxcala ranks sixth under rain-fed conditions, and its cultivation is poorly documented. This research was aimed to characterize the modalities of sociotechnical practices and diagnose the types of strategies to identify opportunities for agroecological indicators towards participatory and sustainable management. Research was mixed which integrated interviews, field trips and non-participant observation, application of a questionnaire to 15 husk tomato farmers from Vicente Guerrero and application of an instrument to determine agroecological indicators in plots. Tomato cropping systems is part of complex agroforestry systems. Farmers have 3.8 ha for cultivation. Husk tomato has an important contribution to the local economy, its cultivation is based on peasant practices, use of native varieties, widespread use of external inputs, its productivity is low to medium. A baseline of the sociotechnical practices of husk tomato cultivation in Vicente Guerrero was generated, and there are areas of opportunity to promote agroecological management.

Key words: Sociotechnical practices, cropping system, agroecological transition

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), por el apoyo económico otorgado para la realización de esta investigación.

Al Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, por las facilidades otorgadas para la realización de mis estudios, y de manera especial al Director de Campus Montecillo, el Dr. Javier Suarez Espinoza, por el apoyo brindado para culminar satisfactoriamente mi programa de posgrado.

Al Posgrado de Agroecología y Sustentabilidad por brindarle la confianza y ser mi guía en mi formación de maestría.

A la Procuradora Académica Ma. Alejandra Martínez Ramírez, del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, por creer en mí y por su gran sensibilidad al hacer su trabajo y sobre todo por el apoyo para poder culminar con mis estudios de posgrado.

Al Dr. Diego Flores Sánchez, de manera especial por aceptarme como su estudiante para dirigir esta tesis. Por su apoyo y confianza, nada de esto hubiera sido posible sin oportuna intervención en las diferentes fases de este proceso. Por su paciencia y comprensión. Gracias.

A mi consejo particular integrado por los académicos: Dr. Julio Sánchez Escudero, Dr. Hermilio Navarro Garza, Dra. Ma. Antonia Pérez Olvera, Dra. María Virginia González por su apoyo en la revisión de este trabajo.

A los productores de Vicente Guerrero del municipio de Españita, Tlaxcala, que me apoyaron con su conocimiento y experiencia, cruciales para esta investigación.

A la integrante del staff de apoyo del Área de Servicios Académicos; María de Rosario Torres Ramírez y a la señora Elizabeth Romero Onofre de apoyo académico del Posgrado en Agroecología y Sustentabilidad.

DEDICATORIA

A mi madre, la señora Ángela Mendoza Guzmán por darme la vida, la esperanza, las ganas de seguir superándome. Te amo mamá.

A mis hermanas

Isi, Quin, Teo, Ale, por ser mis hermanas, los momentos juntas siempre los llevo conmigo. Las quiero.

A mis sobrinos

Diego, Daniel, Isa, Yeila, Kendy, Aldo, Alan, sus ocurrencias dan la alegría de la que se ocupa en estos tiempos.

A mis amigas

Ayerim Pedraza Ramírez, Sarahí Texcotitla Dario, Mireya Sotelo Barrera, Mariela Morales Salazar, Elizabeth Sánchez Sánchez, Carmen Vázquez Martínez, Elsa Contreras Contreras. Blanca Araceli Rueda Cordero, Marisol Moreno, Sofía Fernanda Rivas Castro, Sheila Rubín Morales sin sus palabras de aliento esto no hubiera sido posible. Gracias.

CONTENIDO

| | |
|---|-----|
| RESUMEN | iii |
| ABSTRACT | iv |
| AGRADECIMIENTOS | v |
| DEDICATORIA | vi |
| LISTAS DE CUADROS | x |
| LISTA DE FIGURAS | xi |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS | 2 |
| 2.1 Objetivo general | 2 |
| 2.2 Objetivos específicos: | 2 |
| III. REVISIÓN DE LITERATURA | 3 |
| 3.1 Producción de tomate de cáscara en México | 3 |
| 3.2 Producción de tomate de cáscara en Tlaxcala | 3 |
| 3.3 Antecedentes, origen e historia de la especie | 5 |
| 3.4 Variedades de tomate de cáscara cultivadas en México | 6 |
| 3.4.1 Rendidora | 8 |
| 3.4.2 Salamanca | 8 |
| 3.4.3 Puebla | 8 |
| 3.4.4 Usos del tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa. Brot</i>) | 8 |
| 3.5 Distribución natural de especies del género <i>Physalis spp.</i> En México y el mundo | 9 |
| 3.6 Características de la planta de tomate y requerimientos del cultivo | 10 |
| 3.6.1 Clasificación taxonómica | 10 |
| 3.6.2 Fenología y desarrollo del cultivo | 10 |
| 3.6.3 Morfología de la planta de tomate de cáscara | 11 |
| 3.6.4 Fisiología del tomate de cáscara | 12 |
| 3.6.4.1 Floración | 12 |
| 3.6.4.2 Polinización | 13 |
| 3.6.4.3 Fructificación | 13 |
| 3.7 Requerimientos ambientales del tomate de cáscara | 13 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.7.1 | Labores culturales para la producción..... | 14 |
| 3.7.1.1 | Barbecho | 14 |
| 3.7.1.2 | Rastreo..... | 14 |
| 3.7.1.3 | Surcado | 14 |
| 3.7.1.4 | Siembra | 14 |
| 3.7.1.5 | Labores de cultivo | 15 |
| 3.7.2 | Principales plagas en el tomate de cáscara. | 17 |
| 3.7.3 | Enfermedades del tomate de cáscara..... | 17 |
| 3.8 | Elementos para la propuesta agroecológica | 18 |
| 3.8.1 | La agroecología y sus principios | 18 |
| 3.8.2 | La transición agroecológica..... | 21 |
| 3.8.3 | Etapas de la transición | 22 |
| | a) Etapa 1. Incrementar la eficiencia de prácticas convencionales para reducir el consumo y uso de insumos costosos, escasos, o ambientalmente nocivos (eficiencia). | 23 |
| | b) Etapa 2 Sustituir prácticas e insumos convencionales por prácticas alternativas sostenibles (Sustitución). | 23 |
| | c) Etapa 3. Rediseño del agroecosistema de forma tal que funcione sobre las bases de un nuevo conjunto de procesos ecológicos (Rediseñar). | 23 |
| | d) Etapa 4. Cambio de ética y de valores (articulación agroecológica) (Camino a la sustentabilidad). | 24 |
| | e) Etapa 5. Nuevo sistema alimentario global..... | 24 |
| 3.9 | Teoría general de sistemas..... | 24 |
| 3.9.1 | Sistemas de producción agrícola (agroecosistema, sistema de cultivo y prácticas sociotécnicas) | 25 |
| IV. | MATERIALES Y MÉTODOS..... | 28 |
| 4.1 | Descripción del área del estudio | 28 |
| 4.2 | Enfoque de la investigación | 28 |
| 4.3 | Etapas de la investigación..... | 29 |
| V. | RESULTADOS Y DISCUSIÓN GENERAL | 32 |
| 5.1 | Perfil de los productores | 32 |

| | | |
|---------|--|----|
| 5.1.1 | Escolaridad | 32 |
| 5.1.2 | Actividades económicas..... | 33 |
| 5.1.3 | Patrón de cultivos..... | 35 |
| 5.1.4 | Tenencia de la tierra..... | 38 |
| 5.1.5 | Programas sociales que apoyan la producción de cultivos | 39 |
| 5.2 | Características generales del sistema de cultivo de tomate de cáscara. | 40 |
| 5.3 | Prácticas socio técnicas del cultivo de tomate | 41 |
| 5.3.1 | Preparación del terreno, tipo de semilla y siembra..... | 42 |
| 5.3.2 | Aclareo | 43 |
| 5.3.3 | Limpieza de cajón o metepantle..... | 43 |
| 5.3.4 | Fertilización | 44 |
| 5.3.5 | Manejo de problemas fitosanitarios..... | 45 |
| 5.3.6 | Cosecha | 47 |
| 5.3.7 | Canales de comercialización..... | 50 |
| 5.3.8 | Selección de la semilla para la siguiente siembra | 51 |
| 5.3.9 | Características de los suelos..... | 52 |
| 5.4 | Indicadores agroecológicos del sistema de cultivo de tomate de cáscara | 55 |
| VI. | PROPUESTA AGROECOLÓGICA..... | 61 |
| 6.1 | Transición agroecológica | 63 |
| 6.1.1 | Componentes para la transición agroecológica | 63 |
| 6.1.1.1 | Manejo del suelo | 64 |
| 6.1.1.2 | Manejo de la biodiversidad..... | 66 |
| 6.1.1.3 | Plan de trabajo para el proceso de transición agroecológico | 69 |
| VII. | CONCLUSIONES..... | 72 |
| VIII. | LITERATURA CITADA | 73 |
| | ANEXOS | 79 |

LISTAS DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Variedades de tomate de cáscara sembradas en México (Peña-Lomelí y Santiaguillo, 2006)..... | 7 |
| Cuadro 2. Estrato de edades de los productores de tomate. Elaboración propia. | 32 |
| Cuadro 3. Nivel de escolaridad de los productores de tomate. Elaboración propia. | 33 |
| Cuadro 4. Pesticidas utilizados para el manejo fitosanitario del cultivo de tomate..... | 46 |
| Cuadro 5. Componentes, línea base y etapas del proceso de transición agroecológica del sistema de cultivo de tomate de cáscara en Vicente Guerrero, Tlaxcala..... | 62 |
| Cuadro 6. Estrategias para la transición agroecológica del sistema de cultivo de tomate de cáscara en Vicente Guerrero, Tlaxcala. | 63 |
| Cuadro 7. Plan de manejo agroecológico del sistema de cultivo tomate de cáscara en Vicente Guerrero, Tlaxcala..... | 70 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Estados productores de tomate de cáscara (A) y rendimiento estatal promedio (B). Fuente: SIAP,2022. | 4 |
| Figura 2. Municipios de Tlaxcala productores de tomate de cáscara (A) y rendimiento municipal promedio (B). Fuente: SIAP, 2022..... | 5 |
| Figura 3.Fenología del tomate de cáscara. Fuente: Elaboración propia, SAGARPA (2014)..... | 11 |
| Figura 4.Localización de Vicente Guerrero, Españita, Tlaxcala. Fuente: Elaboración propia. | 28 |
| Figura 5. Mapa de ubicación de Unidades de Producción. Fuente: elaboración propia. | 31 |
| Figura 6. Actividades económicas de los de los productores de tomate. Elaboración propia. | 34 |
| Figura 7.Cultivos asociados, parcelas contiguas. | 36 |
| Figura 8.Patrón de cultivos y proporción en que son utilizados por los productores de tomate de cáscara de Vicente Guerrero..... | 36 |
| Figura 9.Número de especies cultivadas por productor de tomate de cáscara de Vicente Guerrero. | 37 |
| Figura 10.Cultivo de calabaza, intercalado con forraje..... | 38 |
| Figura 11.Tipo de tenencia de la tierra de los productores de tomate de cáscara de Vicente Guerrero. | 38 |
| Figura 12.Programas sociales que benefician a los productores de tomate de cáscara de Vicente Guerrero..... | 39 |
| Figura 13.Maquinaria e implementos que disponen los productores de tomate de cáscara de Vicente Guerrero. Fuente: elaboración propia. | 40 |
| Figura 14.Prácticas de cultivo implementadas en el tomate de cáscara en Vicente Guerrero. Fuente: elaboración propia. | 41 |
| Figura 15.Prácticas socio técnicas del cultivo de tomate en Vicente Guerrero, Tlaxcala. El color de las celdas de las semanas de mayo a junio corresponde al tipo de plaguicida que se aplica. Fuente: elaboración propia. | 42 |

| | |
|--|----|
| Figura 16. Implemento para el control de hierbas, uso manual..... | 44 |
| Figura 17. Parcela de tomate de cáscara una semana antes de la cosecha. | 48 |
| Figura 18. Tipo de mano de obra empleada para la cosecha por los productores de tomate de cáscara en Vicente Guerrero. Fuente: elaboración propia. | 49 |
| Figura 19. Modalidades de comercialización de tomate de cáscara. Fuente: elaboración propia..... | 51 |
| Figura 20. Tomate para semilla en espera de la deshidratación de la pulpa, para la obtención de semilla..... | 52 |
| Figura 21. Semilla de tomate de la cosecha 2020. | 52 |
| Figura 22. Características de los suelos: (A) Capacidad de Intercambio Catiónico, (B) pH, (C) Materia Orgánica, (D) Nitratos, (E) Fósforo y (F) Potasio de los sistemas de cultivo de tomate en Vicente Guerrero, Tlaxcala. | 54 |
| Figura 23. Indicadores agroecológicos del sistema del cultivo de tomate de cáscara en Vicente Guerrero, Tlaxcala. Fuente: elaboración propia. | 56 |
| Figura 24. Indicadores agroecológicos de biodiversidad del sistema del cultivo de tomate de cáscara en Vicente Guerrero, Tlaxcala. Fuente: elaboración propia. | 57 |
| Figura 24. Indicadores agroecológicos de calidad de suelo del sistema del cultivo de tomate de cáscara en Vicente Guerrero, Tlaxcala. Fuente: elaboración propia. | 58 |
| Figura 25. Indicadores agroecológicos de salud del cultivo de tomate de cáscara en Vicente Guerrero, Tlaxcala. Fuente: elaboración propia. | 60 |
| Figura 27. Principios agroecológicos y etapas para la transición agroecológica..... | 62 |
| Figura 28. Aspectos del manejo agroecológico del suelo en el sistema de cultivo de tomate de cáscara. Fuente: elaboración propia. | 64 |
| Figura 29. Cronología de la propuesta agroecológica para el cultivo de tomate de cáscara. Fuente: elaboración propia. | 68 |

I. INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Hornem.) se cultiva ampliamente en México y tiene un fuerte arraigo sociocultural y gastronómico en el centro del país (Santiaguillo *et al.*, 2012). En los últimos 30 años se ha incrementado el consumo per cápita de tomate de cáscara a nivel nacional e internacional, debido a la versatilidad de los platillos en los que se utiliza (López, 2009). A nivel nacional, en el año 2021 se cultivó en 28 estados, en 42,673 ha. Los estados de Sinaloa, Jalisco, Puebla, Zacatecas y México concentraron cerca del 58% de la superficie cultivada; con un rendimiento que fluctuó entre 10.5 y 29.5 t ha⁻¹, y un promedio nacional de 18.23 t ha⁻¹ (SIAP, 2022). Esta amplia variación en el rendimiento está asociada a la diversidad de modalidades técnicas para su producción, que van desde sistemas tradicionales bajo condiciones de temporal hasta sistemas tecnificados con uso de insumos y fertirrigación; aunado al manejo de nutrición, problemas fitosanitarios, variedades de diverso potencial productivo, entre otros (Peña-Lomelí y Santiaguillo, 2006; Peña-Lomelí *et al.*, 2018). El estado de Tlaxcala ocupa el sexto lugar en la producción de tomate de cáscara en condiciones de temporal, en el 2021 se cultivaron 1060.5 ha, lo que contribuyó con el 2.5% de la superficie nacional. El municipio de Huamantla, concentró el 45% de la superficie, a nivel estatal existió una amplia variación en el rendimiento, el cual varió 7.7 y 21.1 t ha⁻¹, con un promedio de 15.6 t ha⁻¹, el cual fue 14% inferior a la media nacional (SIAP, 2022). En las estadísticas estatales no configura la superficie y producción de tomate del municipio de Españita, al cual pertenece la localidad de Vicente Guerrero. No obstante, este cultivo forma parte del patrón de cultivos con importancia alimenticia y socioeconómica de esta localidad (Magdaleno *et al.*, 2005). El proceso de producción de tomate de cáscara en Vicente Guerrero no ha sido documentado; no obstante, se tiene conocimiento que este se lleva a cabo mediante el uso de insumos externos, como plaguicidas, herbicidas y fertilizantes. Esta forma de producción se contrapone al uso sostenible de los recursos locales, fomentado a través del enfoque agroecológico por el Grupo Vicente Guerrero, ante este escenario y la demanda de productos inocuos, es necesario fomentar y apoyar un manejo alternativo, en donde la agroecología y sus principios son clave para generar una propuesta acorde a las determinantes socioeconómicas, tecnológicas y ambientales de la comunidad.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Caracterizar el sistema de cultivo de tomate de cáscara (*Physalis Ixocarpa. Brot*) en la comunidad de Vicente Guerrero, Españita, Tlaxcala, con la finalidad de de identificar oportunidades de indicadores agroecológicos hacia un manejo participativo y sustentable

2.2 Objetivos específicos:

- Describir el sistema de cultivo del tomate de cáscara, de acuerdo con sus estrategias de producción y prácticas socio técnicas.
- Proponer alternativas agroecológicas para el manejo sustentable del cultivo de tomate de cáscara.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Producción de tomate de cáscara en México

El tomate de cáscara durante el año 2021 se cultivó en 42, 643 ha, distribuidas en 28 estados del país (Figura 1 A), la producción ascendió a 824, 977 toneladas. Los estados de Sinaloa, Jalisco, Puebla, Zacatecas y México concentraron cerca del 58% de la superficie cultivada, es decir 24,592 ha. El rendimiento fluctuó entre 10.5 y 29.5 t ha⁻¹ (Figura 1 B) y un promedio nacional de 18.23 t ha⁻¹ (SIAP, 2022). El rendimiento del fruto superior a 20 t ha⁻¹ se obtuvo en estados del norte del país, en donde destacan Zacatecas, Baja California Sur y Sinaloa; mientras que los estados que presentaron un rendimiento entre 10 y 13 t ha⁻¹ fueron Oaxaca, Puebla e Hidalgo. Esta amplia variación en el rendimiento está asociada a la variación edafoclimática de las zonas productoras y a la diversidad de modalidades técnicas, que van desde sistemas tradicionales bajo condiciones de temporal, hasta sistemas tecnificados con uso de insumos e irrigación; aunado al manejo de nutrición, incidencia de problemas fitosanitarios, variedades de diverso potencial productivo, entre otros (Peña-Lomelí y Santiaguillo, 2006; Peña-Lomelí *et al.*, 2018).

3.2 Producción de tomate de cáscara en Tlaxcala

El estado de Tlaxcala ocupa el sexto lugar en la producción de tomate de cáscara en condiciones de temporal, en el año 2017 el número de productores paso de 480 a 670. En el 2021 se cultivaron 1060.5 ha, lo que contribuyó con el 2.5% de la superficie nacional (Figura 2 A). El municipio de Huamantla, concentró el 45% de la superficie, a nivel estatal existió una amplia variación en el rendimiento, el cual varió 7.7 y 21.1 t ha⁻¹, con un promedio de 15.6 t ha⁻¹ (Figura 2 B) el cual fue 14% inferior a la media nacional (SIAP, 2022).

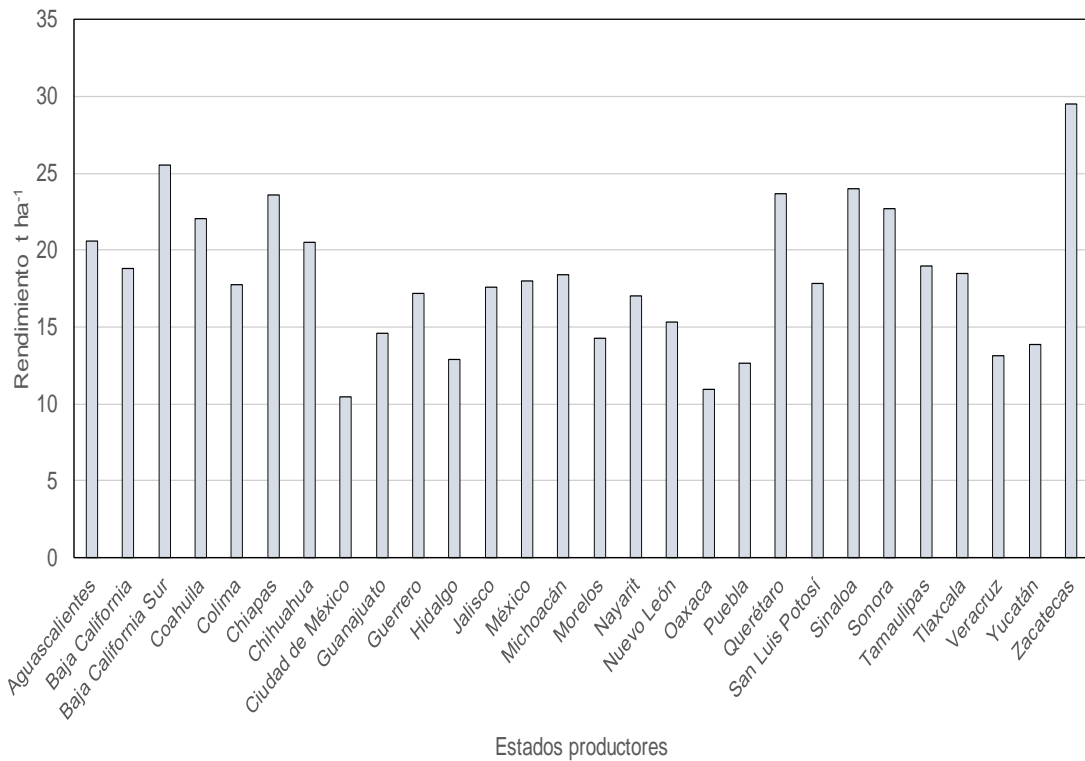
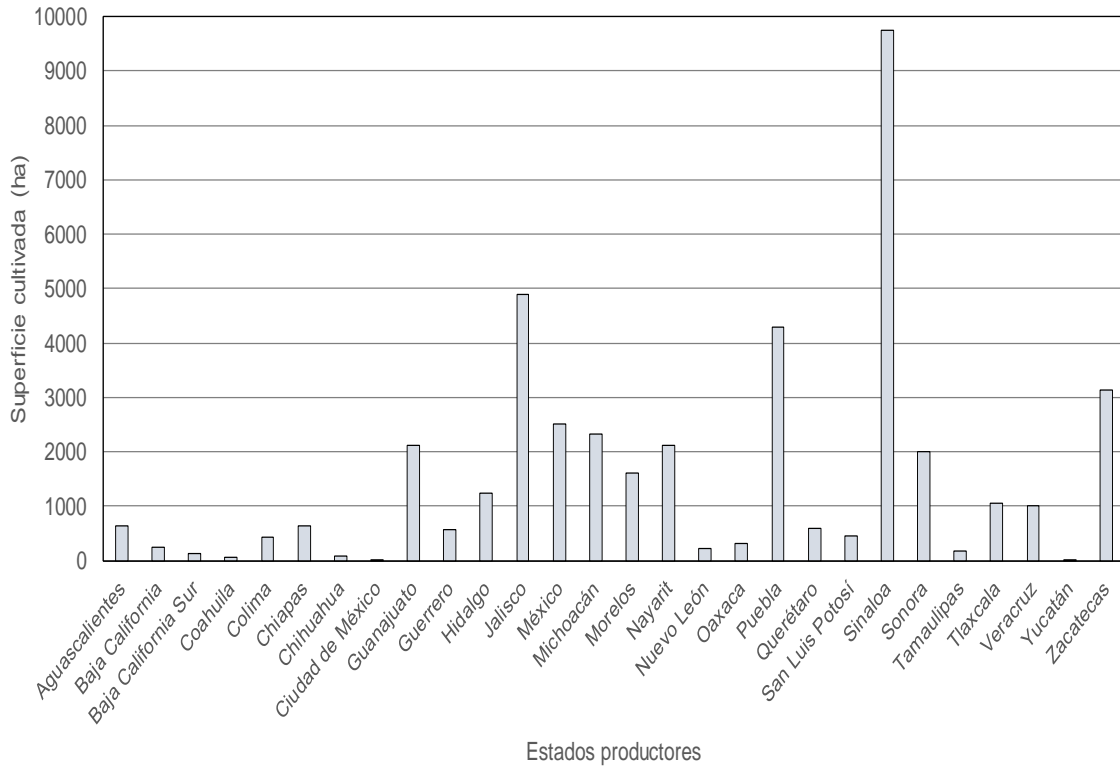


Figura 1. Estados productores de tomate de cáscara (A) y rendimiento estatal promedio (B). Fuente: SIAP,2022.

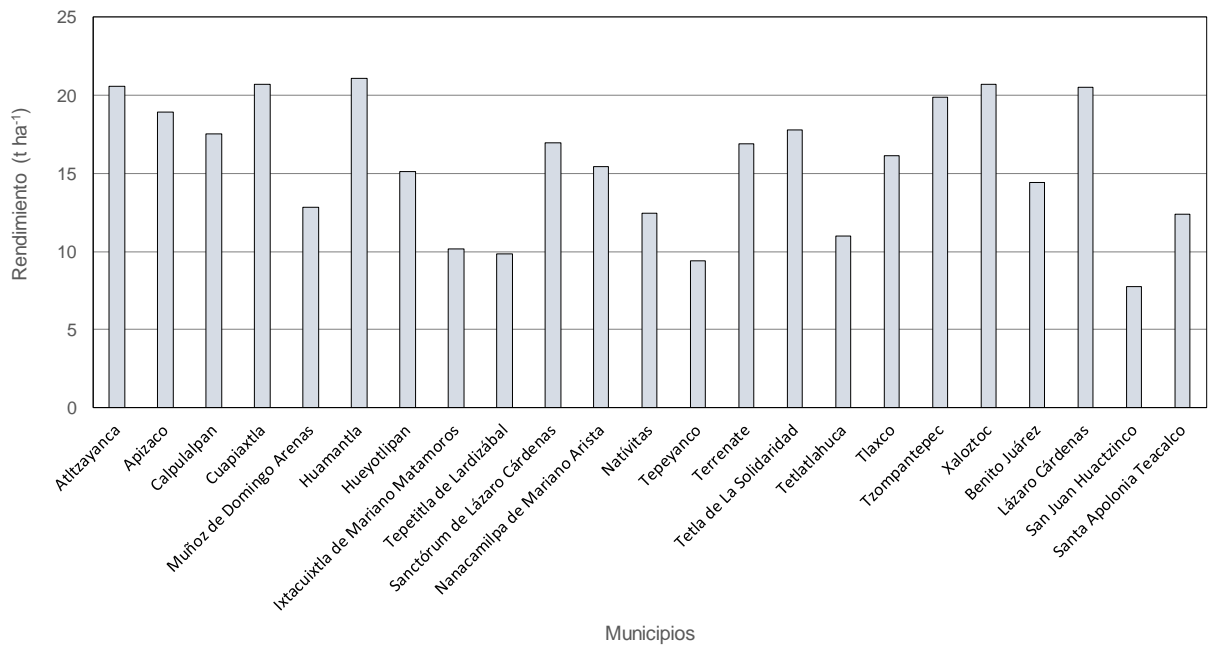
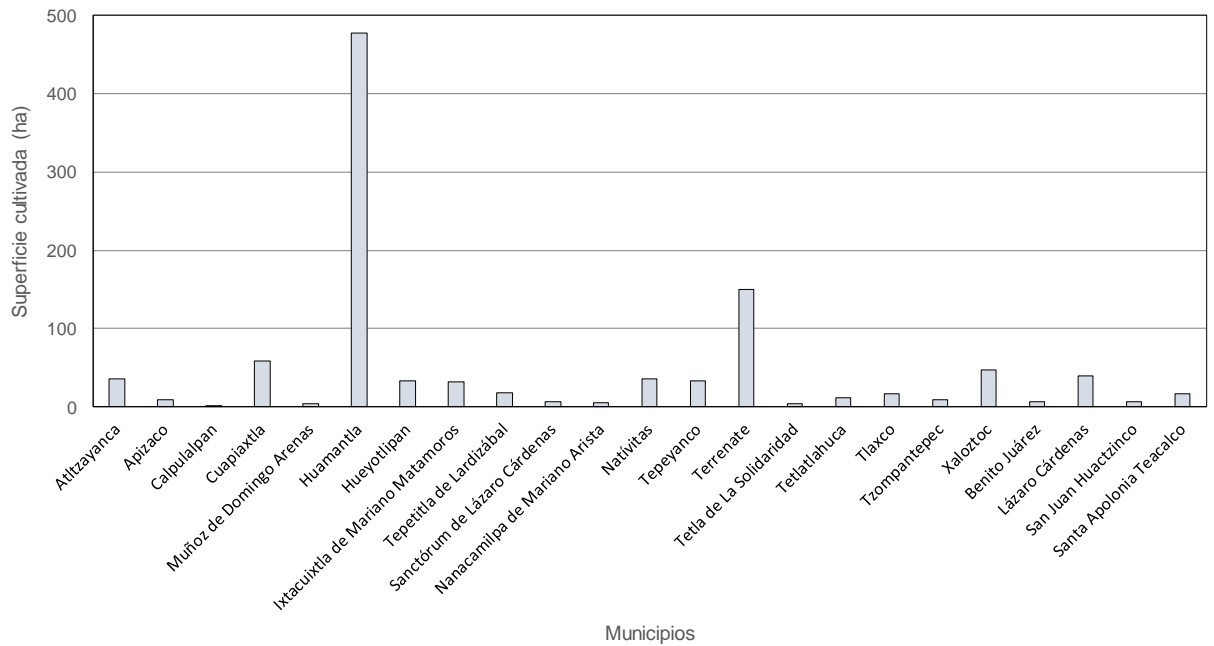


Figura 2. Municipios de Tlaxcala productores de tomate de cáscara (A) y rendimiento municipal promedio (B). Fuente: SIAP, 2022.

3.3 Antecedentes, origen e historia de la especie

La palabra tomate proviene del vocablo *natuatl* “ayacachtomatl” donde ayacan (*tli*)= sonaja, cascabel y *tomatl*=tomate. Término que se utiliza para nombrar plantas cuyos frutos son globosos o en bayas, con incontables semillas, la pulpa es acuosa y algunos están encerrados en una membrana (Montes y Aguirre, 1992). Los mayas llamaron al tomate “*Miltomatl*” que significa tomate cultivado entre milpa. Las culturas Aztecas y Maya, cultivaban el tomate de cáscara dentro de las milpas con fines alimenticios y además como planta medicinal (Santiaguillo *et al.*,2012). El tomate es una especie originaria de América, se le atribuye a México como centro de origen. Hay evidencias de la presencia de especies en el pacífico mexicano, también se produce tomate en Guatemala (Santiaguillo *et al.*,2012). Las especies mexicanas son clasificadas como hortalizas de fruto, los cuales tienen un sabor agridulce, mientras que las especies Sudamericanas tienen frutos aromáticos y dulces y son considerados como frutas. Se reporta producción de tomate de cáscara desde el año 1932 (Montes y Aguirre,1992).

3.4 Variedades de tomate de cáscara cultivadas en México

En México existe una amplia variabilidad genética de tomate, las diversas variantes se encuentran distribuidas en las distintas entidades federativas del país, esto implica variantes adaptadas a distintas condiciones climáticas. Se ha sistematizado la diversidad genética del tomate de cáscara, la cual se agrupa de acuerdo a sus características fisiológicas y morfológicas (Cuadro 1). Las variedades identificadas son Rendidora, Salamanca, Tamazula, Puebla, Manzano, Arandas, Milpero cultivado y Milpero no cultivado (Santiaguillo, 2012). No obstante, las variedades Rendidora, Salamanca y Puebla son las más importantes para la producción nacional.

Cuadro 1. Variedades de tomate de cáscara sembradas en México (Peña-Lomelí y Santiaguillo, 2006).

| Variedad | Características | | | | | | | |
|-------------------|------------------------|------------|-----------------------|--------------------------|---------------|----------------|--|--|
| | Hábito de crecimiento | de Ciclo | Potencial rendimiento | Tamaño de fruto | de | Color de fruto | Cáliz | |
| Rendidora | Rastrero | Precoz | Muy rendidora | Mediano firma | y | Verde limón | Verde | |
| Salamanca | Erecto | Tardío | Rendidora | Mediano firme | muy | Morado | Verde a morado | |
| Tamazula | Erecto | Precoz | Rendidora | Mediano firme | muy | Morado | Verde a morado | |
| Puebla verde | Rastrero a semi erecto | Precoz | Rendidora | Grande | | Morado | Verde con nervaduras moradas | |
| Manzano | Rastrero o semi erecto | Tardío | Rendidora | Grande | | Anaranjado | Verde | |
| Arandas | Erecto | Precoz | Poco rendidora | Mediano pequeño | a firme | Verde a morado | Morado a verde | |
| Milpero cultivado | Rastreo a erecto | Tardío | Muy rendidora | poco Pequeño mucho firme | muy | Verde a morado | Verde a morado más grande que el fruto | |
| SF1 Chapingo | Rastreo o semi erecto | Muy precoz | Mucho rendidora | muy | Mediano firme | Verde limón | Verde | |

3.4.1 Rendidora.

Según Cartujano (1984) esta variedad presenta diferentes hábitos de crecimiento, que van desde rastrero, hasta erecto. Es una planta con un excelente desarrollo, mostrando un mejor desarrollo en el tallo principal, alcanza una altura promedio de 80 cm, sus ramas se extienden hasta 1 m de longitud. La flor es de tamaño grande y de color amarillo, tiene una apertura de 2.5 cm.

3.4.2 Salamanca

Esta variedad alcanza un diámetro en tallo de 1.70 cm, puede tener hasta 124 botones florales, tiene un hábito de crecimiento erecto, el diámetro del fruto llega a medir hasta 33 mm y 27cm de longitud en plantas, algunas ocasiones se llegan a cosechar hasta 197. 3 frutos, (Peña-Lomelí *et al.*, 2014).

La variedad Salamanca es bastante tardía, cuando se siembra por trasplante, la producción comienza más o menos a los 22-30 días después del trasplante, de este modo la cosecha se obtiene a los 75 a 80 días. El fruto alcanza hasta 6 cm de diámetro, es de color verde, alargado, el cáliz es color verde con nervaduras de tonalidad morado, se puede observar un gran espacio entre la el cáliz y el fruto (Peña-Lomelí., 2014).

3.4.3 Puebla

Esta variedad tiene un hábito de crecimiento intermedio con respecto a las otras variedades; la altura de la planta varía entre 56 y 67 cm. El diámetro del tallo puede variar entre 1.6 a 1.9 cm, el número de hojas varía entre las 59 y 85 por planta, el fruto es color verde limón de tamaño grande, alcanza un diámetro entre 34 y 35 mm, la longitud alcanza un aproximado de 26 a 29 mm (Peña-Lomelí., 2014).

3.4.4 Usos del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*. Brot)

En México el tomate de cáscara se consume en fresco, el principal uso es para la elaboración de salsas y es parte esencial de la gastronomía nacional (Montes y Aguirre, 1992). A nivel industrial, también se utiliza para la elaboración de salsas, las cuales son envasadas y distribuidas en distintos mercados. La comercialización del fruto a la

industria es una alternativa que puede permitir el uso de excedentes de cosecha en épocas difíciles para los productores, y relativamente se podría tener un mercado asegurado (Montes y Aguirre, 1992).

El tomate verde es también usado con fines medicinales, por ejemplo, para dolores de cabeza, malestar estomacal, para curar las paperas, e inflamación de garganta, control de la diabetes, entre otros (Montes y Aguirre, 1992).

3.5 Distribución natural de especies del género *Physalis spp.* En México y el mundo

México es considerado el centro de origen del tomate de cáscara (*Physalis spp.*), se tiene una amplia diversidad genética y se cuenta con el banco de germoplasma más grande (Santiaguillo, 2009). En la actualidad se tienen registros de al menos 19 especies son recolectadas con fines alimenticios; sin embargo, solo seis son cultivadas: *Physalis alkekengi* L., *Physalis grisea*, *Physalis peruviana* L., *Physalis angulata* L., *Physalis pubescens* L. y *Physalis* Brot Ex Hornem (Sánchez-Martínez y Peña-Lomeli, 2015). Las especies de *Physalis*, tienen distinta fase evolutiva, lo que genera una amplia variabilidad de hábitos de crecimiento, de color, sabores y tamaño de fruto, así como resistencia a plagas y enfermedades y adopción a diversos ambientes (Santiaguillo, 2009).

El tomate de cáscara de cultiva tanto en zonas templadas como tropicales, existen alrededor de 80 especies. Su cultivo se extiende en América, algunas especies en África, así como en la India, Austria y Europa. En países de Europa y Asia se tienen resguardos de germoplasma lo que implica su posible expansión a otras regiones del mundo (Peña y Márquez, 1990).

3.6 Características de la planta de tomate y requerimientos del cultivo

3.6.1 Clasificación taxonómica

Clasificación taxonómica del tomate de cáscara

Reino: Vegetal

Subreino: *Plantae*

División: *Spermatophyta*

Clase: *Agiospermae*

Subclase: *Dicotyledonea*

Orden: *Polemoniales*

Familia: *Solanaceae*

Género: *Physalis*

Especie: *Ixocarpa. Brot*

3.6.2 Fenología y desarrollo del cultivo

De acuerdo con la SAGARPA (2014), en el tomate de cáscara se distinguen seis etapas fenológicas: 1) Nacencia. Esta corresponde a la emergencia de la planta, la cual ocurre en general una semana después de la siembra, cabe mencionar que la semana cero se considera cuando se siembran las semillas; 2) Prolongación del eje principal. Se considera desde la emergencia hasta tres semanas posterior a esta; 3) Crecimiento vegetativo. Se considera desde la emergencia hasta la semana catorce; 4) Producción de botones florales. Se presenta de la semana tres a la semana catorce; 5) Floración. Inicia de la semana cuatro a la semana catorce y 6) Senescencia. Se inicia de la semana doce a la semana catorce.

En la Figura 3 se presenta el proceso fenológico generalizado del tomate de cáscara, su crecimiento y desarrollo estará en función de las condiciones edafoclimáticas de cada región, de la variedad y de las intervenciones técnicas o prácticas socio técnicas.

| SEMANAS | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|-----------------------|-----------------|------------|---|------------|------------------------|---|---|---|---|----|-----------------|----|--|----|--------------------|----|----|----|-------------------|-------------|
| ETAPAS FENOLOGICAS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | GERMINACION | EMERGENCIA | DESARROLLO DE HOJAS Y BROTES LATERALES | | | | | | | | | | | | | | | | | SENESCENCIA |
| | | | APARICIÓN DEL ÓRGANO FLORAL Y FLORACIÓN | | | | | | | | | | FORMACION, DESARROLLO Y MADURACIÓN DE FRUTOS | | | | | | | |
| | LABORES | SIEMBRA | CUIDADO EN ALMACIGO | TRASPLANTE | APLICACION DE COMPOSTA | | | | | | | | | | | | | | COSECHA DE FRUTOS | |
| | | | | | DESHIERBES | | | | | | | | | | COSECHA DE SEMILLA | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PLAGAS Y ENFERMEDADES | | | | | | | | | | | MOSQUITA BLANCA | | | | | | | | | |
| | GUSANO TROZADOR | | | | | | | | | | | | | | GUSANO DEL FRUTO | | | | | |
| | DAMPING OFF | | | | | | | | | | | | | | MARCHITEZ | | | | | |

Figura 3. Fenología del tomate de cáscara. Fuente: Elaboración propia, SAGARPA (2014).

3.6.3 Morfología de la planta de tomate de cáscara

Las plantas de tomate son de ciclo anual y herbáceas (Peña y Márquez, 1990), sus características morfológicas generales son las siguientes:

- a) Raíz. La raíz es pivotante, cuya longitud varía de 30 a 60 cm. La longitud de la raíz está relacionada con el tipo de manejo, en sistemas de trasplante la raíz tiende a ser más corta, mientras que, en sistemas con siembra directa, la raíz tiende a ser más profunda.
- b) Tallo. El tallo por lo general es erecto, pero hay variedades con tallos rastreros. El tallo es pubescente, con longitudes que van de 25 cm a 1 m de altura. El diámetro es entre 1 y 1.3 cm. El tomate de cáscara presenta tres tipos de hábitos de crecimiento: rastrero, erecto y semi-erecto, estas características son frecuentes en variedades criollas. Las variedades con crecimiento rastrero en sus primeras fases de desarrollo crecen en forma erecta hasta alcanzar los 40 cm, posteriormente los tallos se extienden sobre la superficie del suelo (Santiaguillo, 2010).
- c) Hojas. Las hojas son simples y alternas, de forma ovada, con un tamaño que varía de 5 a 10 cm de largo y de 4 a 6 cm de ancho, con una base atenuada, con un

ápice agudo, presentan un margen dentado, con 6 dientes por cada lado de los peciolos de entre 4 a 6 cm de largo (Santiaguillo, 2010).

- d) Flor. Las flores son perfectas, dispuestas como flores solitarias y son pentámeras con los bordes color amarillo brillante, con 5 puntos de color café- negruzco, en la corola; tiene anteras de color azul o azul verdoso, con una corola que va de 1 cm a 2.6 cm de diámetro.
- e) Fruto. El fruto es una baya de forma globular, en estado maduro presenta un color amarillo, la pulpa es de color amarillo pálido, en muchas ocasiones es dulce y semiácido. El diámetro del fruto varía de 1.6 a 6 cm, el cáliz que cubre el fruto alcanza entre 1.8 y 4.3 cm de largo y de 2.5 a 6 cm de ancho; el cáliz de acuerdo la variedad del tomate, puede presentar nervaduras color morado, los pedicelos alcanzan de 0.6 a 1.0 cm de largo (Santiaguillo, 2010).
- f) Semillas. Las semillas del tomate son pequeñas con un diámetro promedio de 3 mm y un espesor menor a 0.5 mm, su color es crema pálida. El peso de 1000 semillas alcanza un promedio de 1.3 g, cada fruto contiene una cantidad aproximada de 300 semillas (Santiaguillo,2010).

3.6.4 Fisiología del tomate de cáscara

El ciclo del tomate de cáscara varía de 85 a 90 días (Figura 1), desde la siembra hasta la senescencia; el crecimiento inicial del cultivo es lento, el cual puede suceder durante el primer mes, posteriormente se acelera y hasta el segundo mes se estabiliza. En este periodo, la planta puede alcanzar 90 cm de altura, a partir de los 70 días la planta inicia la senescencia (Santiaguillo *et al.*, 2009).

3.6.4.1 Floración

La diferenciación floral se inicia dos semanas después de la emergencia y la aparición de las primeras flores dos semanas después. La floración es continua y se detiene hasta la senescencia de la planta. Se han reportado hasta 125 flores por planta, entre el 26 y 30% de las flores llegan a la madurez. La apertura de las anteras no es simultánea, una vez que inicia la primera flor, a partir del segundo o cuarto día abre la siguiente flor, y

este proceso es continuo. Las flores permanecen abiertas durante una semana y posteriormente se caen (Santiaguillo *et al.*, 2009).

3.6.4.2 Polinización.

La planta de tomate tiene autoincompatibilidad gametofílica, lo que implica que no haya autofecundación. Esta condición determina que sea una planta de polinización cruzada (alógama), lo que dificulta el mejoramiento por métodos tradicionales. La polinización es llevada a cabo por insectos, principalmente por abejas (Peña *et al.*, 1990).

3.6.4.3 Fructificación

El llenado del fruto se inicia cinco semanas después de la siembra, y dos semanas después da inicio la etapa denominada “cascabel”, en donde el fruto está bien definido. Este periodo normalmente comprende de 20 a 23 días, desde el cuajado hasta la maduración (Peña *et al.*, 1990).

3.7 Requerimientos ambientales del tomate de cáscara

El tomate de cáscara prospera en regiones con temperaturas que varían de 18 a 26 ° C, es susceptible a bajas temperaturas. En temperaturas superiores a 30°C se detiene el crecimiento y desarrollo y en condiciones extremas de 40°C se puede tener deshidratación y malformaciones del fruto (Santiaguillo *et al.*, 2012). Es un cultivo poco exigente a la luz, algunos cultivares requieren hasta 10 horas luz, es poco tolerante a humedad relativa superior a 27%. Respecto al suelo, se desarrolla favorablemente en aquellos con texturas arcillo-arenosos, es susceptible al exceso de humedad. Tiene preferencia en suelos con buena porosidad, esto permite un adecuado desarrollo radicular (Santiaguillo *et al.*, 2012). Prospera adecuadamente en suelos con valores de pH entre 5 y 7. En condiciones bajo riego, el agua debe tener baja salinidad, el exceso de sales limita el desarrollo de la planta (Santiaguillo *et al.*, 2012).

3.7.1 Labores culturales para la producción

3.7.1.1 Barbecho

La preparación del terreno inicia con el barbecho, el cual es recomendable hacerlo a una profundidad mínima de 25 cm y si es necesario hacer un arado de cruce o cruza, si el cultivo anterior fue una gramínea necesita más pasos de arado.

3.7.1.2 Rastreo

Se trata de hacer un rompimiento, hasta de 25 cm de profundidad para romper los terrones grandes que quedan después del barbecho, algunas ocasiones se acompañan de un picado de residuos de cosechas anteriores o bien de los abonos. Esta labor se hace con la rastra de discos con el fin de dejar el suelo mullido para lograr un adecuado desarrollo radicular.

3.7.1.3 Surcado

La distancia recomendable entre surcos para el cultivo de tomate es de 1 metro, en algunos casos se pueden considerar distancias menores, la literatura maneja distancias de hasta 80 cm, con el propósito de tener mayor densidad de población (Montes y Aguirre, 1992).

3.7.1.4 Siembra

La siembra se puede realizar bajo dos modalidades: siembra directa o trasplante, según la región y la disponibilidad de agua, además de otros factores como el uso de maquinaria y semilla mejorada.

a) Época de siembra

La época de siembra, depende de la región agrícola, en México se puede sembrar todo el año. En regiones cálidas, como el estado de Morelos, Guerrero y Jalisco, la siembra se realiza en los meses de septiembre a diciembre, bajo condiciones de riego; en los estados del centro como Hidalgo, Estado de México, Guanajuato, y el estado de Puebla,

la siembra se realiza entre los meses de junio y julio, y su cultivo es bajo condiciones de temporal (Peña, 1990).

b) Siembra de trasplante

La semilla se coloca a chorrillo en pequeños surcos a cada 10 cm de separación, con una cantidad de 100 a 150 semillas por metro lineal con una profundidad de 2 cm. Bajo esta modalidad se puede usar medio kilogramo de semilla para establecer una hectárea. Otra modalidad es el uso de charolas de poliestireno, en donde se colocan dos semillas por cavidad. El trasplante se realiza cuando la planta alcanza entre 8 y 10 cm, esto se logra dos semanas después de la siembra en verano y tres semanas después en siembra de invierno (Santiaguillo *et al.*, 2012). El sistema que prefiere el trasplante, permite hacer un uso intensivo del suelo, y tener un mayor control de la densidad de población.

c) Siembra directa

En el sistema de siembra directa, las plantas tienden a ser más vigorosas debido a que no son sometidas al estrés de trasplante. No obstante, se requiere una cantidad mayor de semilla y de mano de obra. Esto implica una mayor inversión económica. En este sistema de siembra se puede presentar la heterogeneidad en la germinación y madurez. Bajo este sistema de cultivo se requiere de 2 a 3 kg de semilla por hectárea, se recomienda de que se siembre a una distancia de 50 cm (Montes y Aguirre, 1992).

3.7.1.5 Labores de cultivo

a) Aclareo

En la siembra directa, la densidad de población tiende a ser alta, se recomienda eliminar plantas una semana después de la emergencia. El número de plantas por metro lineal no debe ser mayor de 10. Un segundo aclareo se puede hacer a los 20 o 30 días después de la siembra, se eliminan plantas enfermas, y dejando entre 3 y 4 plantas por metro lineal (López, 2009).

b) Control de malezas (Escarda)

La escarda es una práctica que se hace con la finalidad de remover la tierra y controlar hierba, esta intervención se hace a los 8 a 10 días después la emergencia, cuando es siembra directa y a los 15 días en sistema de trasplante (López, 2009).

c) Aporque

Con el uso de azadón o con arado de tracción animal se arrima tierra alrededor de la base de la planta para evitar el acame, ayuda a controlar hierbas malezas, además de favorecer la retención de humedad y la disponibilidad de nutrientes (López, 2009).

d) Riego

El cultivo de tomate de cáscara se cultiva en condiciones de temporal y bajo sistemas de riego por aspersión o por goteo, se recomienda una lámina de riego de 25 cm (Montes de Oca, 2014). Los estados del norte del país como Zacatecas, Sinaloa y Jalisco producen bajo riego, por lo que su producción es bastante significativa, posicionándose como los estados con mejor producción a nivel nacional (Santiaguillo *et al.*, 2012).

e) Fertilización

La fertilización del tomate es una de las prácticas de mayor importancia, toda vez que permitirá obtener producción acorde a la oferta nutrimental del suelo. Esto implica que en diversas regiones las cantidades a aplicar estén en función de la fertilidad del suelo, existen diversas recomendaciones que van desde 120-80-120 a 160-80-00 distribuida en dos aplicaciones (Santiaguillo *et al.*, 2012; Montes de Oca 2014).

f) Cosecha

El primer corte se realiza cuando maduran los primeros 3 y 4 frutos, lo cual ocurre los primeros 55 días después del trasplante, o 65 días después de la siembra directa. En general la producción se inicia a los 70 días después del establecimiento del cultivo en proceso de producción (Arroyo y García, 1993).

3.7.2 Principales plagas en el tomate de cáscara

Entre las plagas más comunes del tomate de cáscara se encuentran: Minador de la hoja (*Liriomyza trifolii*), el insecto en su etapa larval ataca las hojas, en las cuales hace minas en forma de espiral, en ataques severos las hojas se secan y caen. Paratrioza (*Bactericella cockerelli*), este insecto a través de su aparato picador-chupador succiona la savia de las plantas, al mismo tiempo inyecta una sustancia toxica, por lo que se vuelve vector de fitoplasmas o bacterias (Jiménez *et al.*,1992). Pulgón (*Myzus persicae* Suizer), este insecto se alimenta de hojas y brotes tiernos en su etapa adulta, ocasionando agujeros parecidos al tiro de munición (Jiménez *et al.*,1992). Polilla del tomate (*Tuta absoluta*), este lepidóptero ocasiona daños en las hojas, tallos o frutos provocando galerías que se vuelven necrosas con el tiempo (Jiménez *et al.*,1992). Trips de las flores (*Franklinella occidentales* Pergande), esta plaga se encuentra principalmente en las flores y aumenta considerablemente cuando el cultivo se encuentra en floración. Se alimenta de las flores y es transmisor de enfermedades. Pulga saltona (*Epitrix cucumenis* Harris) se alimenta de las hojas y brotes tiernos dejando agujeros típicos llamados tiros de munición, el daño es mayor si se presenta en almacigo (Jiménez *et al.*,1992). Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) es un insecto chupador presente durante todo el año y causa un importante daño al cultivo cuando la población de adultos pone huevecillos en las partes de jóvenes de la planta, esta plaga tiene la capacidad de transmitir virus. Gusano del fruto (*Heliothis sufflexa* Genee), el estado larval de este insecto ataca yemas terminales y posteriormente penetra a los frutos, es la principal causa de perdida de frutos y perdidas económicas en el tomate de cáscara (Apodaca-Sánchez *et al.*, 2008).

3.7.3 Enfermedades del tomate de cáscara

Las enfermedades que se presentan en el tomate de cáscara son una gran limitante en su producción. Este problema se ve incrementado bajo condiciones de un manejo intensivo. Las enfermedades causadas por virus y hongos han incrementado su importancia en los últimos años (Piña y Ponce, 1990), pueden ocasionar perdidas en la producción hasta del 70%. La enfermedad causada por hongos más frecuente es la cenicilla, causada por *Oidium* sp. Esta enfermedad se presenta después de la floración, ataca tallos, hojas y frutos. La presencia de humedad en el ambiente favorece el

desarrollo de hongos (*Oidium* sp). La presencia de esta enfermedad puede generar mermas en el rendimiento de hasta el 50% (Apodaca-Sánchez *et al.*, 2008). Otras enfermedades que se presentan son el chino o chahixtle, la cual es causada por virus, y se presenta después de iniciada la floración, los síntomas de la enfermedad son la deformación de frutos, amarillamiento y arrugamiento de las hojas. La secadera, marchitamiento o marchitez, es causada por *Fusarium oxysporum* Schelecht. Se presenta en cualquier etapa del desarrollo del cultivo, con pérdidas hasta del 50 %. Otras enfermedades comunes son el tizón foliar (*Alternaria Solani*), moho gris (*Botrytis cinérea* Pers.), moho blanco o pudrición blanca (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib) Sacc), mancha de la hoja (*Cercospora physalidis* Ellis), carbón del tomate (*Entyloma australe* Speg.) y marchitez del tomate (*Fusarium oxysporum* Schelecht) (Apodaca-Sánchez *et al.*, 2008).

3.8 Elementos para la propuesta agroecológica

3.8.1 La agroecología y sus principios

La conceptualización de la agroecología se ha ido transformado a través del tiempo, en la década de los treinta, era considerada una disciplina científica que aplicaba métodos ecológicos para el manejo de los sistemas agrícolas o agroecosistemas (Wezel *et al.*, 2009). En la década de los años noventa, se amplió el concepto a la aplicación de la ecología en el estudio, diseño y manejo de agroecosistemas (Altieri, 1989; Gliessman, 1997). En la década de los setenta, además de su concepción científica, la agroecología fue considerada como un conjunto de prácticas agrícolas enfocadas a la promoción de agroecosistemas sustentables y movimientos colectivos que promueven diversos grupos sociales para su seguridad, soberanía y autonomía en los sistemas alimentarios. Estas prácticas y movimientos sociales surgen en respuesta a los impactos socio económicos y ambientales generados por el modelo de producción industrial dominante. De esta forma se reconoció la necesidad del diseño y la implementación de prácticas agrícolas que integren procesos ecológicos y servicios eco sistémicos para contribuir en la transición de sistemas agrícolas sustentables (Wezel *et al.*, 2014). En la actualidad, la conceptualización de la agroecología tiene un carácter tridimensional: disciplina científica, práctica y movimiento, cuyo objetivo común es el diseño, exploración y disseminación de tecnologías alternativas para el mejoramiento y conservación de los

agroecosistemas, mantener su capacidad productiva y autosuficiencia. De esta forma se sentaron las bases de la agroecología para delinear los principios básicos para estudiar, diseñar, manejar y evaluar agroecosistemas desde una perspectiva holística, sistémica, integrando en su análisis diversas disciplinas (agronomía, ecología, sociología, economía, antropología, entre otras).

La agroecología se basa en principios que delinear las pautas para la transformación e innovación sustentable de los agroecosistemas. Los principios son directrices que orientan las acciones (técnicas y estrategias) para el diseño, exploración y diseminación de sistemas de producción con base agroecológica alternativos. Históricamente, se han considerado cinco principios agroecológicos: 1) provisión de condiciones edáficas adecuadas para el crecimiento y desarrollo de los sistemas de cultivo; 2) diversificación espacio-temporal de plantas y animales; 3) reciclaje de nutrientes y materia orgánica; 4) reducción de pérdidas de suelo y agua a través de un manejo sustentable; 5) explotación de interacciones positivas (sinergias) entre los componentes biológicos (plantas-animales-microorganismos) (Knight, 1980; Reijntjes *et al.*, 1992; Gliessman, 1997; Altieri, 1999; Altieri, 2002). A través del tiempo se han integrado más principios agroecológicos, que incluyen además componentes sociales y económicos (Parmentier, 2014), considerando los indicadores agroecológicos iniciales y los aportes de diversos autores (González de Molina y Caporal, 2013; Flores-Sánchez *et al.*, 2014; CIDSE, 2018; FAO, 2018; Wezel *et al.*, 2020), se sintetizan las diferentes propuestas para la definición de los principios agroecológicos y sus objetivos de la siguiente manera:

1. Uso eficiente de recursos renovables. Promover el uso razonado —óptimo— de los recursos suelo-agua-plantas acorde a sus potencialidades y limitantes edafoclimáticas.
2. Conservación de recursos. Fomentar la conservación y, en su caso, rehabilitación de los recursos locales (suelo-agua-flora-fauna), enfocado a un uso sostenido y durable, ya que son la base para la promoción de los servicios agroecosistémicos y permite incrementar su resiliencia.

3. Fomento de relaciones ecológicas sinérgicas. Promover, incrementar e intensificar las interacciones biológicas y sinergismos entre los componentes del sistema (regulación de poblaciones, reciclaje de nutrientes y materia orgánica).
4. Fomento de la biodiversidad. Promover y mantener la diversidad específica, genética y ecosistémica, en el espacio y en el tiempo, a través de sistemas de cultivo múltiple. Explotar la complementariedad y el sinergismo en el uso de recursos genéticos, lo que incluye su combinación en sistemas agrícolas integrados con un alto grado de diversidad funcional.
5. Mejoramiento de las propiedades del suelo. Proveer condiciones favorables para el crecimiento de los cultivos y el reciclaje de nutrientes.
6. Potenciación-adaptación a condiciones locales. Establecer patrones de cultivo y ganaderos de bajo impacto ambiental, acordes a las condiciones edafo-climáticas, socioeconómicas y territoriales. Promover la reducción de la entrada de energía externa (insumos) y de alto costo.
7. Valoración de conocimiento y tecnologías tradicionales y promoción de investigación participativa. Rescatar, documentar y promover el conocimiento tradicional e integrarlo con las innovaciones tecnológicas.
8. Promoción de procesos organizativos y autogestivos. Fortalecer la autonomía y autogestión de los agricultores para que sean el eje central en las propuestas agroecológicas. Activar el potencial endógeno, generando procesos que den lugar a nuevas respuestas a los desafíos actuales de los sistemas agroalimentarios. Promover bienestar y la autosuficiencia alimentaria, satisfacción de necesidades básicas.
9. Seguridad alimentaria. Producir alimentos en cantidad y calidad que permitan cubrir las necesidades básicas de los agricultores y sus familias, y obtener ingresos justos.
10. Valoración de la salud ambiental y humana. Reducir el uso de insumos externos potencialmente dañinos al ambiente y a la salud de productores y consumidores. Establecer planes de manejo enfocados a la producción de alimentos sanos e inócuos.

11. Promoción de mercados y economías locales. Fortalecer y promover mercados - redes locales de comercialización. Fortalecer el vínculo, confianza y solidaridad entre productor–consumidor. Ofertar alimentos nutritivos, saludables. Producir alimentos en cantidad y calidad que permita cubrir las necesidades básicas familiares y obtener ingresos justos.
12. Independencia financiera y técnica. Minimizar la dependencia de insumos y financiamiento externos. Capacidad interna para suministrar insumos durante el proceso de producción de alimentos.
13. Política agroecológica. Diseñar estrategias institucionales (modelos normativos) de manera conjunta con los movimientos agroecológicos para fomentar la sustentabilidad de los sistemas agroalimentarios. Reforzar vínculos producción – consumo en pro de una alimentación sana y responsable con el ambiente. Promover la contribución de la agroecología a la salud pública y la equidad social. Construir sistemas agroalimentarios sustentables para satisfacer necesidades alimenticias y promover servicios eco sistémicos.

Los principios son de aplicación “universal” y se adecuarán al contexto ambiental y socioeconómico y su aplicación será de manera progresiva (CIDSE, 2018) y son los que darán pauta para el proceso de transición agroecológica.

3.8.2 La transición agroecológica

La transición agroecológica es el proceso de transformación de los sistemas convencionales de producción hacia sistemas con principios o bases agroecológicas (Sarandón, 2014). Este proceso implica cambios graduales a través del tiempo en la gestión de los agroecosistemas y se articulan varias escalas (unidad de producción, comunidad, territorio), y se promueve un amplio rango de diferentes procesos ecológicos y socioeconómicos (Duru *et al.*, 2015; Marasas *et al.*, 2015). Requiere nuevas estructuras sociales e interacciones que implican cambios en valores y comportamientos (OECD, 2010). Cada solución es única, el sistema de producción debe ser adaptado a su contexto de producción (conocimiento, recursos, aspiraciones, etc.). El objetivo, la trayectoria y resultado de la transición agroecológica de una finca se determinan localmente y deberán ajustarse sobre la marcha (Caquet *et al.*, 2020).

De acuerdo a IPES FOOD (2018), en concordancia con los principios agroecológicos, son cuatro las dimensiones clave para la promoción de la transición agroecológica:

- 1) Cambios en las prácticas de producción. Los principios de la agroecología promueven, entre otros elementos, el uso eficiente de recursos renovables, conservación de recursos, fomento de la biodiversidad, mejoramiento de las propiedades del suelo y la potenciación - adaptación a condiciones locales, son directrices que permiten promover cambios de las prácticas convencionales a aquellas de base agroecológica. Como bien se mencionó anteriormente, estos cambios son progresivos y se definen acorde al contexto socioeconómico, cultural y son de aplicabilidad local.
- 2) Cambios en la producción y divulgación del conocimiento. La valoración de los conocimientos campesinos es determinante para la transición agroecológica. Los procesos de innovación en donde se integren los conocimientos campesinos y científicos son esenciales para diseñar estrategias agroecológicas acorde a las necesidades y demandas locales.
- 3) Cambios en las relaciones sociales y económicas. En la búsqueda de alternativas con base agroecológica es primordial la participación de diversos actores en la cadena alimentaria: productores(as) comunidades, colectivos, organizaciones y movimientos sociales, industria, consumidores(as). En donde se busca establecer relaciones de solidaridad, de ética, confianza, nuevas formas de producción, intercambio y consumo.
- 4) Cambios en el marco institucional. Son necesarios cambios en los marcos institucionales y normativos para fomentar los procesos de transición.

3.8.3 Etapas de la transición

La transición agroecológica está integrada por diversas etapas o niveles, Gliessman (2015, 2016) propone cinco niveles: 1) Incrementar la eficiencia de prácticas convencionales para reducir el consumo y uso de insumos costosos, escasos, o ambientalmente nocivos, 2) Sustituir prácticas e insumos convencionales por prácticas alternativas sostenibles, 3) Rediseño del agroecosistema de forma tal que funcione sobre las bases de un nuevo conjunto de procesos ecológicos, 4) Cambio de ética y de valores

(cambio de valores, orientación del mercado), 5) Nuevo sistema alimentario global. Los tres primeros niveles consideran acciones, estrategias que se implementan a nivel unidad familiar o finca, y los dos niveles restantes implican cambios a escalas mayores.

- a) Etapa 1.** Incrementar la eficiencia de prácticas convencionales para reducir el consumo y uso de insumos costosos, escasos, o ambientalmente nocivos (eficiencia).

En esta etapa el objetivo es promover la racionalidad (uso más eficientemente) en el uso de insumos, maquinarias y prácticas agrícolas. Paulatinamente, se busca una reducción en el uso de insumos y que se reduzcan los impactos negativos derivados de su uso. Entre las prácticas a utilizar son: el arreglo topológico de los cultivos, aplicación focalizada de agroquímicos, uso reducido de maquinaria, sistemas de riego más eficientes, entre otras.

- b) Etapa 2** Sustituir prácticas e insumos convencionales por prácticas alternativas sostenibles (Sustitución).

En esta etapa se tiene como objetivo se propone la sustitución de prácticas e insumos externos por prácticas e insumos alternativas con menor impacto al ambiente. Las alternativas son el uso de abonos orgánicos, compostas, biopreparados, especies fijadoras de nitrógeno, micorrizas, agentes vivos de control biológico, el uso de insectos benéficos para el control de plagas y enfermedades. De esta forma se trata de restituir procesos ecológicos como son las interacciones entre especies y el reciclaje de nutrientes. suelo y la fertilidad.

- c) Etapa 3.** Rediseño del agroecosistema de forma tal que funcione sobre las bases de un nuevo conjunto de procesos ecológicos (Rediseñar).

Esta etapa propone consolidar la estructura del agroecosistema, con una integración ordenada dentro de una matriz predial de un amplio conjunto de elementos y prácticas que responden a los principios agroecológicos y permiten restituir las funciones ecológicas necesarias. Conseguir un diseño complejo del espacio y un sistema de gestión que disminuye la aplicación de insumos externos excluyendo el uso de productos

agroquímicos. Esta etapa incluye una gradual recuperación de los componentes claves del agroecosistema y establecer una distribución espacial y temporal de los mismos que potencie las interrelaciones y sus sinergias positivas. Se propone la diversificación espacio temporal, integración de cultivos-animales-arboles, entre otras.

d) Etapa 4. Cambio de ética y de valores (articulación agroecológica) (Camino a la sustentabilidad).

Esta etapa propone reestablecer una relación o conexión directa entre productores y consumidores de alimentos. Se busca el cambio de ética y valores relacionados a la transición donde los consumidores valoren la producción de alimentos, se de una construcción de una nueva cultura y economía de sostenibilidad y que la agroecología sea parte de un fenómeno territorial, donde numerosos actores están relacionados en la profundización de esta alternativa. Las acciones en esta etapa son la promoción de productos agroecológicos, desarrollo de mercados locales, espacios de intercambio, certificación participativa y establecer y consolidar redes de confianza.

e) Etapa 5. Nuevo sistema alimentario global.

En esta etapa se busca construir un nuevo sistema alimentario global basado en la igualdad, la participación, la democracia y la justicia, que ayude a restaurar y proteger los sistemas de soporte vital de la tierra de los cuales la humanidad depende. Este proceso integra relaciones sociales y medioambientales que van más allá de la alimentación, impulsando un cambio de paradigma que busque y promueva sistemas alimentarios participativos, equitativos, justicia y seguridad alimentaria y con bajo impacto ambiental.

3.9 Teoría general de sistemas

La teoría general de sistemas (TGS) fue propuesta por el alemán Ludwig von Bertalanffy, en 1925, y se refiere a la integración de diversos conocimientos para estudiar y explicar de manera global o integral los fenómenos (Ossa, 2017). El análisis de los componentes y sus interacciones internas y externas permite explicar los fenómenos y hacer predicciones (Johansen, 1982). Los fenómenos son considerados sistemas, los cuales

son un conjunto de elementos relacionados estrechamente, que interactúan entre sí de tal manera que forman y actúan como una unidad y con un objetivo determinado.

La TGS se base en los siguientes principios (Ramírez, 1999; Johansen, 1982):

- a) Equifinalidad. El estado final de un sistema está determinado por las condiciones iniciales.
- b) Retroalimentación. Existe un proceso de autorregulación que garantiza la estabilidad o la dinámica de un sistema.
- c) Teleología. Busca el origen de las causas totales en lugar de causas parciales.
- d) Organización. Los fenómenos tienen jerarquías, y relaciones de competencia.
- e) Sinergia. Se refiere a que la suma de las partes es diferente del todo.
- f) Recursividad. Cada sistema forma parte de otro nivel superior.

Retomado las ideas de Bertalanffy y la complejidad que presentan los sistemas, Duval (1999) propone la utilización del concepto de sistema complejo:

- a) El sistema complejo es una propuesta de organización de una parte de la realidad.
- b) El sistema es abierto, se tienen relaciones con factores externos y el sistema recibe influencias de estos factores y en esta interacción se dan las condiciones de contorno (condiciones en el límite) del sistema particular construido.
- c) El sistema se concibe como una totalidad organizada en la cual confluyen procesos heterogéneos y diversas disciplinas.

Estos postulados son pertinentes para el estudio de los sistemas agrícolas, ya que a través de este enfoque se analizan sus componentes y sus relaciones para comprender, intervenir, y valorar los efectos en los posibles cambios deseables en los sistemas (Conway, 1983).

3.9.1 Sistemas de producción agrícola (agroecosistema, sistema de cultivo y prácticas sociotécnicas)

Un sistema de producción agrícola es una entidad social y económica que integra cultivos y/o animales y factores de producción como tierra, bienes, capital, trabajo y tecnología, cuya producción está determinada por sus objetivos, necesidades, organización interna

y por el contexto ambiental y socioeconómico (Turrent, 1985; Rosales, 1988). El abordaje de los sistemas de producción a través del enfoque de sistemas permite generar un modelo simplificado y poder identificar los componentes, límites, funcionamiento o relaciones entre componentes, sus objetivos y determinantes contextuales (Villaret, 1994). Esto permite proponer algún tipo de intervención para atender algún elemento que afecte su funcionamiento.

El sistema de cultivo, es un subsistema del sistema de producción agrícola y es referido a una parcela, que está integrada por la distribución espacio-temporal de los cultivos, los niveles de producción alcanzados, el destino de los productos y el conjunto de técnicas o itinerario técnico que se implementan (Sébillotte, 1974). El itinerario técnico se refiere a la secuencia lógica y ordenada de las prácticas culturales-cultivo, variedad, fecha y dosis de siembra, labores del suelo, control de malezas, control de enfermedades y plagas, modalidades de cosecha-aplicadas a un cultivo. Los sistemas de cultivo integran los componentes necesarios para la producción como son: insumos, maquinaria, implementos, tecnología, mano de obra y sus relaciones con el entorno ambiental (Zandstra *et al.*, 1986). El abordaje del itinerario técnico se puede llevar a cabo desde dos perspectivas: previsoría y descriptiva. El itinerario técnico previsorio se basa en las determinantes edafoclimáticas, recursos disponibles, mano de obra, etc. El itinerario técnico descriptivo indica la secuencia, oportunidad de las intervenciones técnicas y los procesos acumulativos. El análisis del itinerario técnico bajo estas dos perspectivas permite entender las desviaciones que se presentan entre los resultados previstos y los observados (Sébillotte, 1974). El estudio de los sistemas de cultivo permite identificar y analizar la secuencia de las intervenciones técnicas, así como entender las decisiones de los productores y las determinantes edafoclimáticas y socioeconómicas. El análisis del sistema de cultivo se razona en función de los medios disponibles - superficie, equipos, mano de obra, insumos-, de objetivos de producción y de riesgos aceptados. Se integra en un espacio más amplio de manejo, que corresponde a la unidad de producción (Germain, 1993).

Un sistema sociotécnico es la relación entre la tecnología, la estructura y la interacción social de un sistema de producción.

Desde un contexto sistema sociotécnico, y considerando los planteamientos de Kingdon (1973), un sistema de producción agrícola está integrado por tres elementos:

- 1) Sistema técnico o de manejo. Integra las intervenciones técnicas y la tecnología empleada.
- 2) Sistema gerencial o administrativo. Considera la toma de decisiones de las familias para el uso y manejo de los recursos dentro de su sistema de producción
- 3) Sistema Social. Involucra los objetivos, necesidades personales y actitudes individuales.

Su correcto funcionamiento depende de la relación entre los factores técnicos y factores sociales. El enfoque de sistemas sociotécnicos permite llevar a cabo el análisis de manera conjunta, los factores sociales y técnicos y su relación, considerando que su funcionamiento depende de su interacción y no de su desempeño individual y poder lograr una mayor comprensión de sus relaciones e interacciones (Sánchez y Argumedo, 2015).

La agricultura es una apropiación de los ecosistemas, a través de prácticas sociotécnicas de domesticación de procesos biológicos, desde sistemas de cultivo, de producción hasta los agrarios. De esta forma las prácticas sociotécnicas hacen referencia a la diversidad de creencias, saberes, medios y prácticas bajo las cuales se rigen las relaciones del sujeto social con la naturaleza para la construcción social de los recursos, domesticación de especies biológicas, gestión y ordenamiento de los agro ecosistemas para la transformación de los recursos y la generación de bienes y satisfactores (Navarro y Linck, 2014).

El enfoque del sistema de cultivo y prácticas sociotécnicas aplicado al estudio del tomate de cáscara permitirá identificar sus componentes, comprender las decisiones técnicas e identificar posibles deficiencias técnicas y proponer alternativas, mismas que deben ser adecuadas con los objetivos de los productores y el contexto socio-económico.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Descripción del área del estudio

El estudio se llevó a cabo en la comunidad Vicente Guerrero (19° 25' 41'' N y 98° 2' 23'' O), perteneciente al municipio de Españita, Tlaxcala (Figura 4). La altitud promedio es de 2691 msnm (INEGI, 2012). El relieve es accidentado integrado por mesetas, llanuras (60%) y altiplanicies (40%) (Sánchez, 2008). El clima es templado sub húmedo con lluvias en verano, con una precipitación que varía entre 700 y 1000 mm y temperatura media de 12 a 18°C. (Álvarez y Galán 2022). La población de Españita es de 8399 habitantes, distribuidos en 14 comunidades (INEGI, 2012). Dentro de las actividades económicas destacan el sector primario y el terciario (Carrillo y Ramírez 2017). Respecto a la agricultura, en el año 2021 se reportaron 5350 ha cultivadas, el cultivo de cebada ocupa el 49% de la superficie y el maíz para grano el 25% (SIAP, 2022).

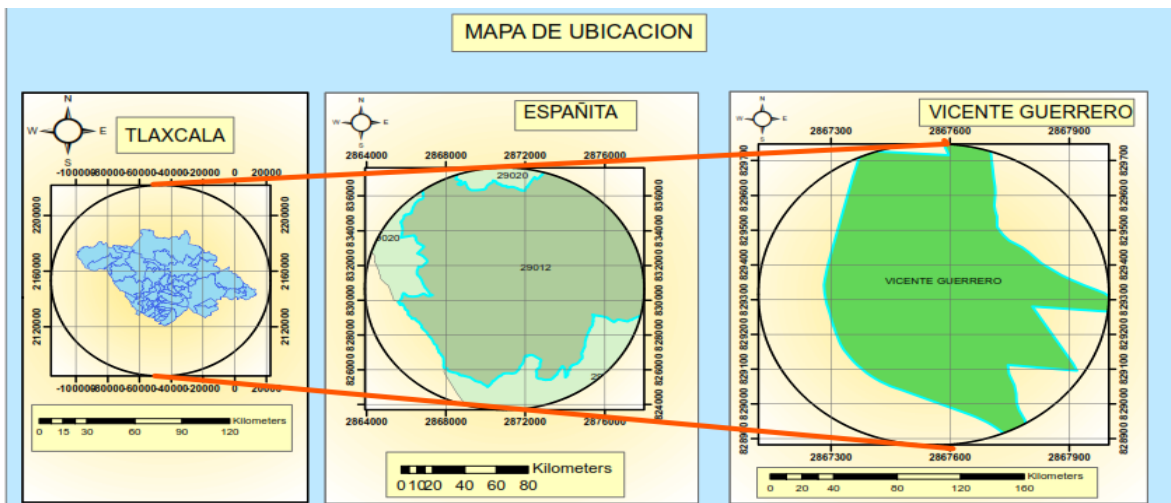


Figura 4. Localización de Vicente Guerrero, Españita, Tlaxcala. Fuente: Elaboración propia.

4.2 Enfoque de la investigación

La investigación fue de carácter mixto, en donde se combinaron métodos cualitativos y cuantitativos, además descriptivo, transversal y exploratorio (Sautu, *et al.*, 2005). El estudio se realizó a una población de productores tomate de cáscara (*Physalis Ixocarpa*.

Brot ex Hornem.), de Vicente Guerrero, donde se describieron las características del Sistema de cultivo de tomate de cáscara (SCTc). La investigación fue de tipo transversal realizada durante el 2021, sin continuar con ningún tipo de seguimiento, el análisis fue de tipo exploratorio, al no existir estudios previos sobre la temática de investigación.

4.3 Etapas de la investigación

La investigación se dividió en tres etapas, durante la primera se hicieron recorridos de campo exploratorios, en la segunda etapa se aplicó la encuesta, y para la tercera se realizó la toma de datos sobre indicadores agroecológicos y se tomaron muestras de suelo para su análisis posterior.

4.3.1. Recorridos de campo

Esta actividad se llevó a cabo durante la época de lluvias (ciclo primavera – verano, 2021). En primer lugar, se realizaron visitas de tipo exploratorio para definir el número de productores de tomate a encuestar, se visitó a las autoridades de la localidad para solicitar autorización y así poder realizar la prueba piloto del cuestionario. En esta etapa se realizaron recorridos de campo en la comunidad para conocer el patrón de cultivos, las variaciones en topografía y tipos de suelo, además observar las prácticas de cultivo llevadas a cabo por los productores de tomate.

4.3.2. Aplicación de encuesta

Con base en los recorridos de campo y las sugerencias de integrantes del Grupo Vicente Guerrero, se trabajó con 15 productores, quienes aceptaron colaborar en la investigación. A este grupo se aplicó una encuesta y a través de un cuestionario se recolectaron datos, relacionados a las características del SCTc. El cuestionario abarcó las siguientes temáticas:

- a) Características socioeconómicas de los productores de tomate de cáscara: edad, escolaridad, actividades económicas y principal actividad, tipo de tenencia de la Tierra, superficie promedio de tierra; superficie propia y superficie rentada, principal régimen de riego de la tierra en posesión, sistemas de cultivos y

ganaderos, apoyos gubernamentales, acceso a crédito, capacitación, organización y destino de la producción.

- b) Características del sistema de cultivo de tomate de cáscara: número de años de dedicarse al cultivo de tomate, superficie, superficie destinada a otros cultivos y que otros cultivos, mano de obra predominante para la producción de tomate de cáscara, ingresos provenientes del tomate, apoyos gubernamentales, acceso a crédito, capacitación, organización, destino de la producción y comercialización, costos de establecimiento y costos de mantenimiento.
- c) Características técnicas (prácticas socio técnicas) y problemática del sistema de cultivo de tomate de cáscara (SCTc): variedades, densidad, rendimiento, número de cortes, bitácoras, registros de producción, fertilización orgánica, fertilización química, insecticidas, fungicidas, herbicidas, foliares, principales plagas y enfermedades, problemática principal, temática de interés para capacitación.

La sistematización de datos obtenidos en campo se realizó mediante una plantilla de captura en Excel, definida por el tipo de instrumento de recolección de información, la plantilla en Excel apoyó en el establecimiento de pautas para las respuestas. Los datos se analizaron con estadística descriptiva y los resultados se presentaron en tablas y figuras.

4.3.3. Aplicación de indicadores agroecológicos y muestreo de suelo.

En los sistemas de cultivo de tomate o parcelas de cada uno de los productores (Figura 5) se aplicó un instrumento para determinar indicadores agroecológicos propuestos por Venegas *et al.* (2018). Los indicadores seleccionados y adaptados a las condiciones locales consideraron tres componentes: 1) biodiversidad (sistemas de cultivo, barreras vivas, presencia de hierbas y polinizadores, cultivares y diversidad circundante), 2) calidad del suelo (estructura, compactación e infiltración, profundidad, residuos, color, humedad, cobertura, erosión y presencia de lombrices y artrópodos), y 3) salud del cultivo (apariencia, crecimiento, incidencia de plagas, enfermedades y malezas). En cada indicador se tuvieron tres niveles de ocurrencia: 1 corresponde al nivel bajo del atributo, 2 valor intermedio y 3 es el valor deseable del atributo desde el enfoque agroecológico.

Los resultados se presentaron en una gráfica de radar y en gráficas para cada indicador en donde se ilustró el comportamiento de cada uno de los tres niveles.

De manera adicional, en cada parcela se realizó un muestreo de suelo. Este se llevó a cabo en los meses de octubre a diciembre, por parcela se tomaron 15 muestras a una profundidad de 20 cm, posteriormente se hizo una muestra compuesta de 1 kg y se envió al laboratorio del Grupo Integral de Servicios Fitosanitarios (GISENA S.A. de C.V). Los parámetros determinados fueron Materia Orgánica (MO), pH, N, Fósforo (P), Potasio (K), CIC, micro elementos y metales pesados. Los resultados se presentan en gráfica de radar, se emplearon tres clases 1: bajo, 2: medio y 3: alto de acuerdo a la referencia para interpretación de la NOM-021-RECNAT-2000.

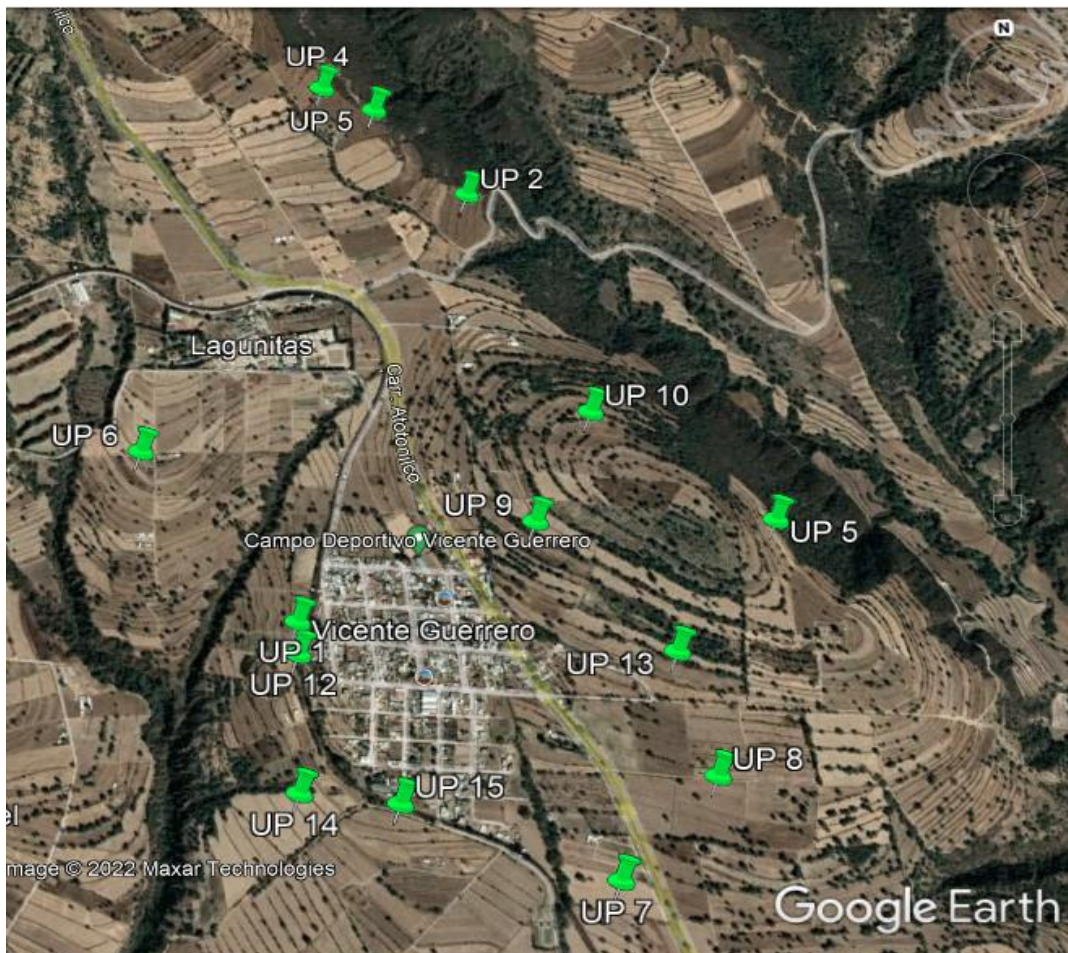


Figura 5. Mapa de ubicación de Unidades de Producción. Fuente: elaboración propia.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN GENERAL

5.1 Perfil de los productores

Los resultados obtenidos mediante el trabajo de campo indican que en “Vicente Guerrero”, los productores de tomate de cáscara son personas que en general están en un rango de edades de entre 30 a 60 años con una media de 49.2 años (Cuadro 2). En el Cuadro 2, se presentan los rangos de edades y sus proporciones, se puede apreciar que el cultivo de tomate es practicado por población adulta, en una mínima proporción se tiene la población joven.

Cuadro 2. Estrato de edades de los productores de tomate. Elaboración propia.

| Rango de edad (años) de productores | Porcentaje de productores |
|-------------------------------------|---------------------------|
| Hasta 30 | 6 |
| 31-40 | 27 |
| 41-50 | 20 |
| 51-60 | 27 |
| Más de 60 | 20 |

5.1.1 Escolaridad

El nivel de escolaridad de los productores de tomate de cáscara, en su mayoría, es decir más del 70%, es educación básica (Cuadro 3), el cual corresponde al promedio de la población mexicana. Una quinta parte cuenta con la educación media básica (secundaria) y con el 7% cuentan con educación media superior, algunos de ellos con carrera técnica, cabe mencionar que todos los encuestados cuentan con un oficio aprendido en sus familias.

Cuadro 3. Nivel de escolaridad de los productores de tomate. Elaboración propia.

| Nivel escolar | Porcentaje de productores |
|---------------|---------------------------|
| Primaria | 73 |
| Secundaria | 20 |
| Preparatoria | 7 |

5.1.2 Actividades económicas

En la Figura 6 se presentan las diversas actividades que practican los productores de tomate. En esta se aprecia que las actividades preponderantes son las agropecuarias con un 53.3%, pueden hacer converger a la agricultura con la ganadería extensiva. Esta se lleva a cabo en espacios contiguos o por lo menos relacionan la producción agrícola con la alimentación de ganado menor, pues la cría de borregos es una actividad que se lleva a cabo durante todo el año, mediante pastoreo o en época de seca, semi-estabulado. Otros productores practican agricultura (25%) y ganadería (7%) de manera separada. Los sistemas agropecuarios conforman sistemas agroforestales, integrados por especies forestales y/o frutales (cultivados en los bordos) asociados con cultivos como maíz, calabaza, frijol, haba, sorgo, trigo, en parcelas o cajones como se denominan localmente. Los productores de Vicente Guerrero en su mayoría siembran maguey pulquero (*Agave Salmiana Haw*) como cerco vivo en los cajones o metepantle, este cultivo es también de importancia económica pues se realiza la extracción de agua miel y producción de pulque durante todo el año, las personas que realizan esta actividad, son los llamados tlachiqueros, otra parte de la población aprovecha el agave, pero ellos le retiran la epidermis a la penca del maguey, los llamados desmixioteros, este producto se vende a las personas que se dedican a la preparación de mixiotes, comida típica del centro del país.

Las actividades relacionadas con la ganadería, son complementarias con la agricultura, los productores cuentan con ganado menor, específicamente ovejas. La región es considerada como zona de producción y venta de barbacoa. La ganadería es importante

porque complementa y cierra ciclos, aunque en menor porcentaje ya que en algunos casos se usa el estiércol como abono para los distintos cultivos. Generalmente el ganado que cobra importancia es el de tracción ya que los terrenos se deshieren con yunta, por lo que la cría de ganado equino juega un papel importante dentro del sistema. En general la ganadería en Vicente Guerrero, al igual que en otros estados de la República Mexicana, está limitada por la producción y disponibilidad de forraje, lo que está sujeto a los periodos de lluvia, por ello el tomate es un cultivo que brinda la facilidad por su corto periodo de cultivo.

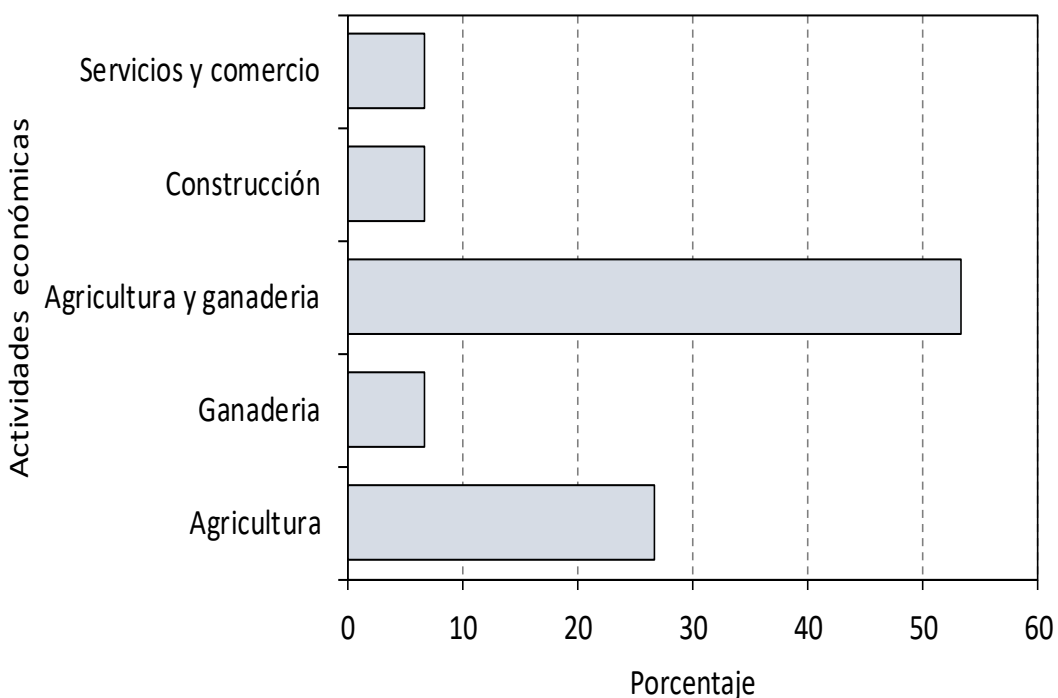


Figura 6. Actividades económicas de los de los productores de tomate. Elaboración propia.

La producción de tomate es una actividad de segundo nivel de importancia, ya que los productores tienen otros oficios como el de tlachiquero, mecánico y albañil. Debido a que el cultivo de tomate verde es de tipo anual, cuando alcanza buen precio de venta, se le saca el triple de la inversión, el recurso económico es bueno pues aporta a las familias un medio de sustento, además al ser un cultivo de ciclo corto, da oportunidad de sembrar

algún otro en el mismo ciclo, el cual generalmente es un grano como avena, centeno o trigo, destinado para la alimentación del ganado equino y ovino según la necesidad.

Los agricultores que se dedican a sembrar tomate y otros cultivos de subsistencia, opinan que los sistemas de producción no están siendo una garantía de alimentación de sus familias, por ello las nuevas generaciones se dedican a otras actividades mejor remuneradas, dejando la actividad agrícola como una segunda opción, considerando el factor determinado por la estacionalidad de las lluvias y la disponibilidad de terreno para realizar esta actividad.

De este modo, la agricultura y ganadería se complementan con actividades productivas como los servicios, comercio y construcción. En este contexto, el oficio de mecánico ha tenido éxito sobre todo porque la comunidad es paso de transeúntes que viajan hacia el Estado de Puebla y Tlaxcala. Así mismo, el comercio es una actividad por demás importante pues se ve favorecida por la ubicación de la localidad, relacionado con esta actividad tenemos que la gente acostumbra a vender todos los productos que cosechan, algunos procesados y algunos otros recién cosechados, además es importante también la venta de comida, principalmente de barbacoa de borrego y pulque que es representativo de la región. Por otra parte, en términos generales el Estado de Tlaxcala, tiene un número importante de migración del año 2020, según INEGI (2022), para el año 2020, 77 de cada 100 personas que se fueron a vivir a otro lugar, lo hicieron a los Estados Unidos de América, este fenómeno da pie al fortalecimiento de las actividades de construcción, pues generalmente los migrantes son generadores de remesas que usan en un porcentaje importante para hacerse de un patrimonio, dando trabajo a los albañiles locales.

5.1.3 Patrón de cultivos

En Vicente Guerrero, se ha desarrollado desde décadas atrás, un sistema de conservación de suelo, bajo este sistema se abrió paso la formación de espacios que en la actualidad denominan cajones o metepantles, en estos sitios, los productores siembran cultivos temporales y conservan un arreglo característico de sistemas agroforestales, integrados por especies forestales y/o frutales (Figura 7). En estos

sistemas hay diversas variantes de arreglo espacial, se portan 12 especies vegetales, las cuales son cultivadas en diversas proporciones por los productores (Figura 8). Los principales cultivos temporales y perennes que son trigo (*Triticum vulgare*), cebada (*Hordeum vulgare*), alfalfa (*Medicago Sativa*), maguey (*Agave spp.*), nopal (*Opuntia ficus-indica*), árboles frutales como manzana (*Malus domestica*) y durazno (*Prunus pérsica*), calabaza (*Cucurbita pepo*), chícharo (*Pysum Sativum*), haba (*Vicia faba*), maíz (*Zea mays L.*), avena (*Avena Sativa*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*). Además del tomate de cáscara, el maíz es el más cultivado, el cual es utilizado principalmente para el autoconsumo de las familias. También destacan el cultivo de calabaza y árboles frutales.



Figura 7. Cultivos asociados, parcelas contiguas.

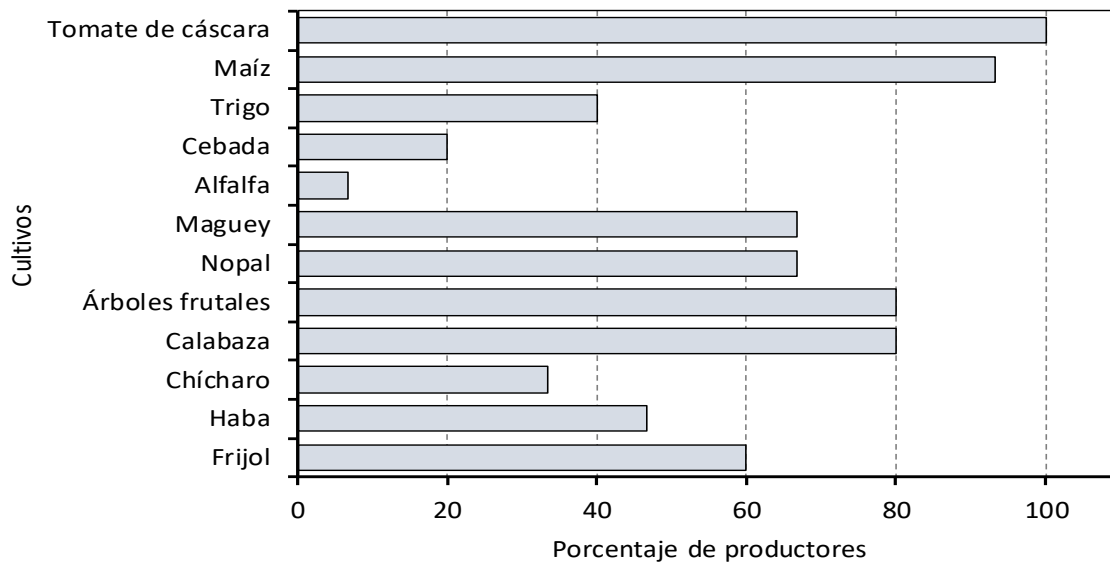


Figura 8. Patrón de cultivos y proporción en que son utilizados por los productores de tomate de cáscara de Vicente Guerrero.

El sistema diversificado es una estrategia de manejo del espacio y los recursos vegetales para la producción de alimentos y la conservación del suelo. En la Figura 8, se presentan tres clases del número de cultivos, tanto especies perennes y anuales que tiene cada productor. Se aprecia que más del 50% tiene entre 4 y 7 cultivos, no obstante, el número promedio de cultivos anuales que siembran es de 5, los cuales se establecen en dos modalidades espaciales; como son los policultivos (milpa) y unicultivos (maíz, cebada, tomate de cáscara) (Figura 9).

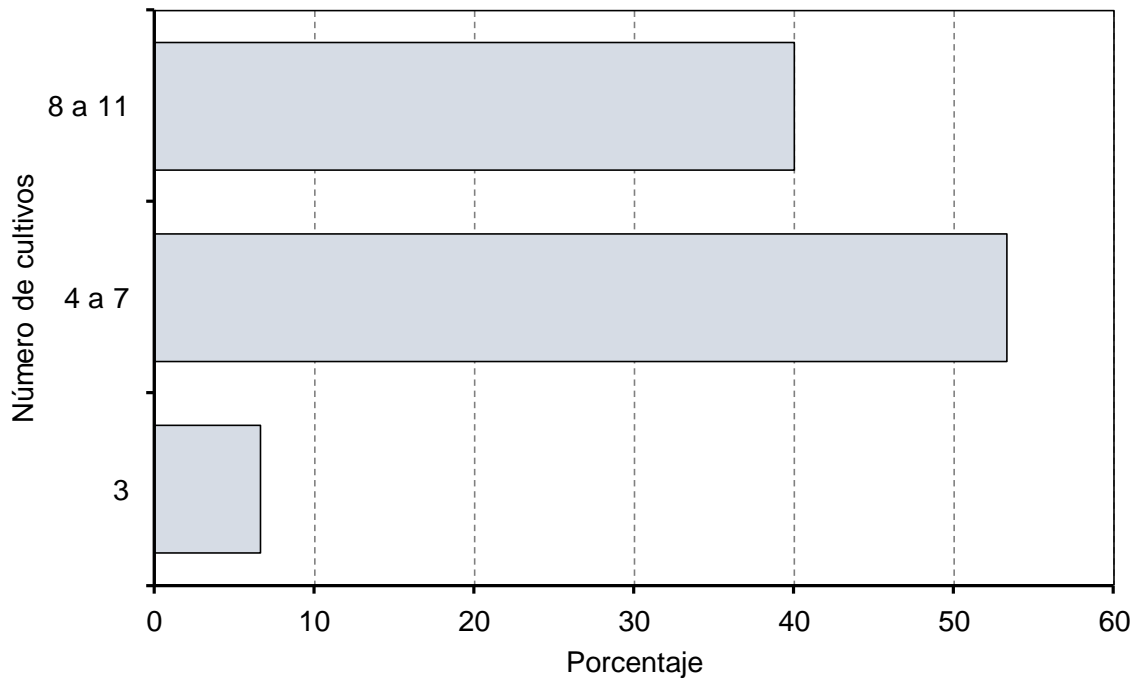


Figura 9. Número de especies cultivadas por productor de tomate de cáscara de Vicente Guerrero.



Figura 10. Cultivo de calabaza, intercalado con forraje.

5.1.4 Tenencia de la tierra

La tenencia de la tierra es ejidal y privada. En la Figura 11 se presentan las modalidades de la tenencia de la tierra entre los productores de tomate. Más del 50% de los productores poseen tierras ejidales y una pequeña proporción son tierras privadas. No obstante, una tercera parte, además de tener sus tierras optan por el arrendamiento de predios. El rango de superficie cultivada varía de 2 a 15 ha, el valor promedio es de 6.5 ha.

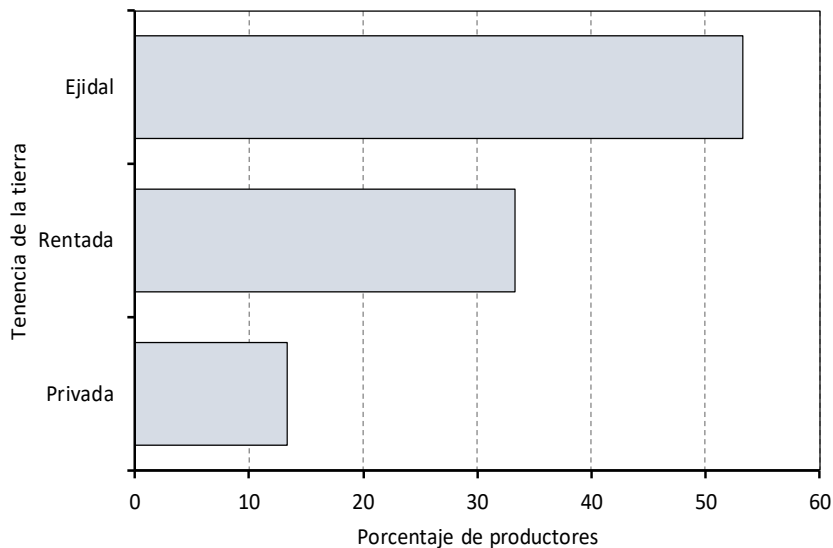


Figura 11. Tipo de tenencia de la tierra de los productores de tomate de cáscara de Vicente Guerrero.

5.1.5 Programas sociales que apoyan la producción de cultivos

Los beneficios relacionados a los apoyos gubernamentales, en años anteriores se basaban únicamente en PROCAMPO, para el año de 2021 los productores de tomate de cáscara recibieron los beneficios del programa de Producción para el Bienestar, que es coordinado por SADER, además de ser beneficiarios del programa Sembrando Vida, dependiente de la Secretaría del Bienestar. Más del 90% de los productores es beneficiado del programa Sembrando Vida, y en una mínima proporción se tiene el apoyo del programa Producción para el Bienestar (Figura 12). El programa Sembrando Vida, proporciona, en voz de los encuestados, recursos como semilla, insumos, bolsa para la producción de plantas forestales y frutales para establecimiento en sus parcelas. Esto dio auge a la producción de bio- insumos para la nutrición de sus cultivos y también para el manejo de plagas y enfermedades, sin embargo, solo el 20% de los productores trabaja activamente en la producción de bio-insumos.

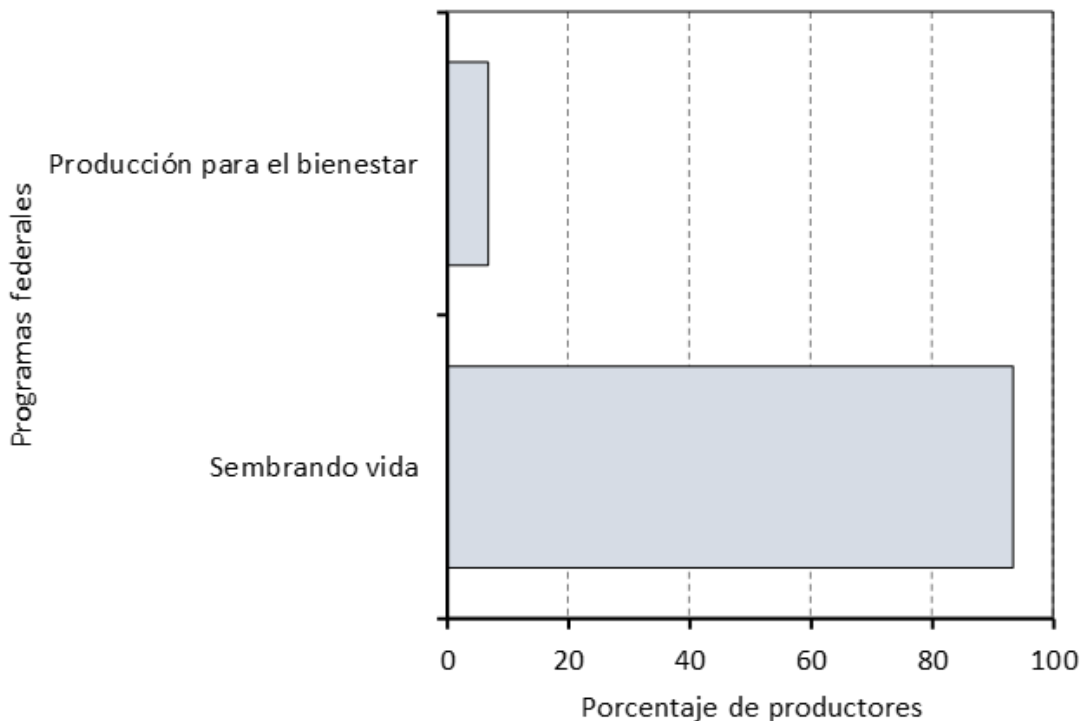


Figura 12. Programas sociales que benefician a los productores de tomate de cáscara de Vicente Guerrero.

5.2 Características generales del sistema de cultivo de tomate de cáscara

El cultivo de tomate está inmerso dentro de un sistema agroecológico, donde predominan las terrazas y cajones de cultivo o metepantle, estos son complejos sistemas agroforestales. La superficie promedio destinada al cultivo de tomate es de 3.8 ha en promedio, la cual representa el 59% de la superficie total disponible por los productores y tienen en promedio 11 años dedicado a este cultivo. La mano de obra que se emplea durante el ciclo de cultivo de tomate es propia, además de familiar y en el último periodo donde se realiza la cosecha se contrata mano de obra local y también de otras comunidades. Los productores disponen de maquinaria e implementos para la producción de tomate y otros cultivos (Figura 13). Una alta proporción cuentan con su propia sembradora manual, y más del 30% tienen tractor propio, ambos instrumentos de trabajo son para labores de preparación del suelo y siembra. El control de problemas fitosanitarios requiere del uso de bombas aspersoras, cerca del 90% tienen este implemento de tipo manual, y más del 10% cuenta con bomba aspersora de motor.

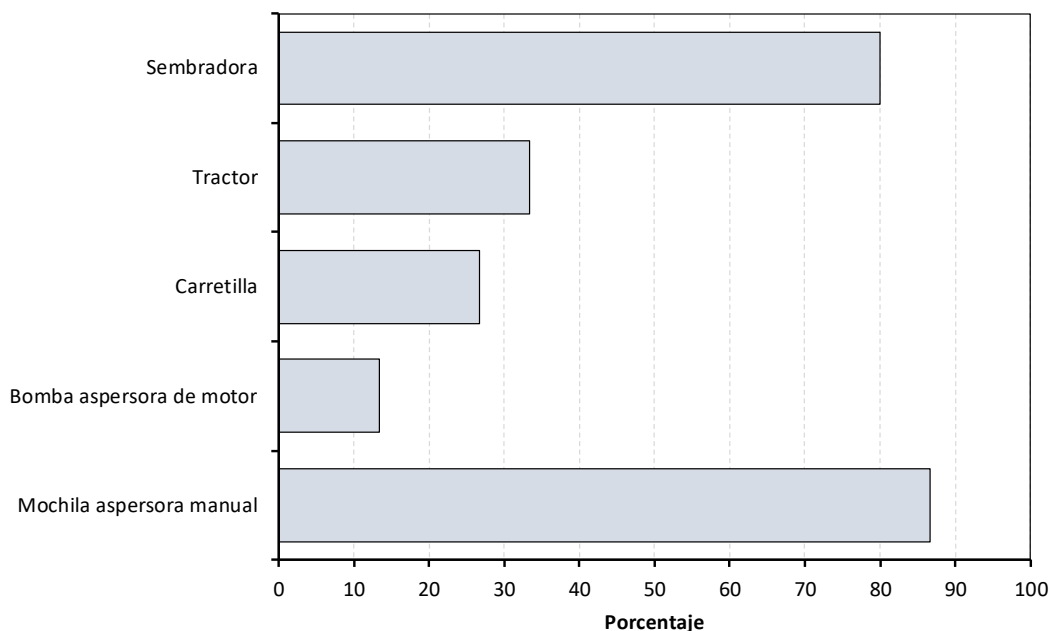


Figura 13. Maquinaria e implementos que disponen los productores de tomate de cáscara de Vicente Guerrero. Fuente: elaboración propia.

Entre los productores se identificaron, en términos generales, dos tipos de productores, aquellos que disponen de superficies menores a 3 ha, que corresponde al 60% de los productores, este grupo tiene en promedio 10 años de experiencia cultivando tomate, y la variedad que siembran es la criolla. El otro grupo corresponde a productores con superficies mayores a 3 ha, esto corresponde al 40%; estos productores tienen en promedio 12 años de experiencia en el cultivo de tomate y tienen preferencia por la variedad Guadalajara. En ambos grupos se indicó que los principales problemas son la incidencia de pulgón, la presencia de intermediarios en la comercialización y tienen interés en alternativas para dar un valor agregado al tomate a través de su procesamiento como salsa y envasado.

5.3 Prácticas sociotécnicas del cultivo de tomate

Las prácticas sociotécnicas se definieron de acuerdo con el conjunto de actividades más frecuentes que implementan los productores para el funcionamiento del cultivo de tomate. Se reportaron diez prácticas, de las cuales al menos siete, son llevadas a cabo por el 80% de los productores (Figura 14). En proporciones menores se tienen las prácticas de tutorado, poda y aclareo. La secuencia de prácticas, se presenta en la Figura 15.

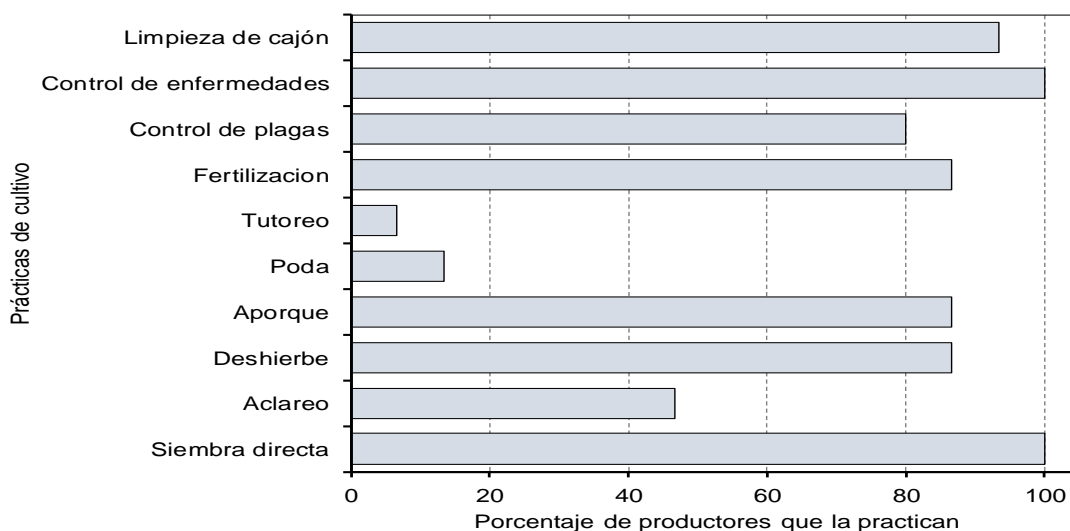


Figura 14. Prácticas de cultivo implementadas en el tomate de cáscara en Vicente Guerrero. Fuente: elaboración propia.

| Mes /semana | ENERO | | | | MAYO | | | | JUNIO | | | | JULIO | | | | AGOSTO | | | | SEPTIEMBRE | | | | OCTUBRE | | | |
|------------------------------------|--|---|---|---|----------------------------|---|---|---|--------------------------|---|---|---|----------------------------|---|---|--|-----------------------------|---|---|---|------------|---|---|---|---------|-------------|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Étapas de crecimiento y desarrollo | | | | | | | | | Germinación | | | | | | | | | Desarrollo de tallos y hojas | | | | | | | | Senescencia | | |
| | | | | | | | | | Emergencia | Aparición de organos florales y floración | | | | | | | | Formación, desarrollo y madurez de frutos | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | Madurez fisiológica | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Prácticas de manejo | I. PREPARACIÓN DEL SUELO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Primer barbecho | | | | Segundo barbecho | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | II. SIEMBRA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Siembra | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | III. PRACTICAS CULTURALES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Aclareo | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Limpieza de cajón | | | | Aporque | | | | | | | | | | | | | | | |
| | IV. FERTILIZACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | Aplicación de DAP | | | | Aplicación de urea | | | | | | | | | | | | | | | |
| | V. MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Gusano trozador | | | | Pulgón | | | | Chapulín | | | | Mosquita blanca y cenicilla | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Aplicación de Larvax | | | | Aplicación de Arrivo | | | | Aplicación de Terrazan PHD | | | | | | | | | | | | | | | |
| | VI. MANEJO DE HIERBAS (APLICACIÓN DE HERBICIDAS) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | Aplicación de Select Ultra | | | | Aplicación de hierbamina | | | | Deshierbe con yunta | | | | Aplicación de Esterón | | | | | | | | | | | |
| | VII. COSECHA | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | Cosecha, embalaje y transporte a mercado mayorista | | | | | | | | | | | | |
| Cosecha de semilla | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Figura 15. Prácticas socio técnicas del cultivo de tomate en Vicente Guerrero, Tlaxcala. El color de las celdas de las semanas de mayo a junio corresponde al tipo de plaguicida que se aplica. Fuente: elaboración propia.

5.3.1 Preparación del terreno, tipo de semilla y siembra.

Las prácticas de cultivo inician enero y concluyen en octubre. La primera actividad es la preparación del suelo, la cual consiste en el barbecho en donde se incorporan los residuos de cosecha, este primer barbecho se realiza en la segunda semana del mes de enero. Terminada esta labor se deja descansar la parcela hasta el mes de mayo. El segundo barbecho es una actividad que realizan el 80% de los productores, esta labor se realiza en la segunda semana de mayo, posteriormente se realiza un rastreo, antes de la siembra. La preparación del terreno además de utilizar maquinaria se apoya también de animales de tiro, que son propiedad del 10 % de los productores, el resto de las personas arrendan la yunta dirigida por una mula. Posteriormente, se hacen los surcos, los cuales tienen un ancho entre 80 y 90 cm. La siembra se realiza en la segunda

semana de mayo, en este periodo el 90% de los productores la lleva a cabo, el porcentaje restante lo hace en el mes de julio, esta decisión la toman para poder obtener mayores ganancias a pesar de los riesgos que implica realizar la siembra tardía. Se utiliza una sembradora manual o se siembra de manera directa con la técnica de chorrillo. La cantidad de semilla que utiliza el 90% de los productores es 1 kg ha^{-1} , el resto emplea hasta 1.5 kg ha^{-1} . Estas cantidades suelen ser bajas, considerando que en los sistemas de siembra directa se llegan a emplear hasta 2 kg ha^{-1} . El número promedio de plantas por metro lineal es de 8.

La variedad de mayor uso es la criolla (89%), que es el resultado de la combinación de las razas Tamazula, Puebla y Milpero, variedades que se cultivan en el centro del país. En mínima proporción se cultivan Guadalajara (8%) y milpero (3%). El uso de variedades criollas es una práctica generalizada en la localidad, así como en otras regiones de México. Estos recursos genéticos están plenamente adaptadas a las variaciones edafoclimáticas locales, con capacidad para soportar eventualidades climáticas (Santiaguillo *et al.*, 2010). Este tipo de materiales tienden a presentar una alta variabilidad y en términos agronómicos tienen bajo potencial productivo (Peña-Lomelí *et al.*, 2006).

5.3.2 Aclareo

El aclareo lo practican cerca del 47% de los productores, se realiza en la post emergencia de las plántulas. Esta práctica consiste en eliminar plantas y evitar competencia entre ellas y promover un buen crecimiento de las plantas.

5.3.3 Limpieza de cajón o metepantle

La limpieza de cajón se realiza tres semanas después de la emergencia del tomate. Se utiliza una yunta constituida por una mula y un arado. El aporque se lleva a cabo con la ayuda de la yunta, se acumula suelo en la base del tallo del tomate para evitar su acame. Las prácticas de limpieza del cajón y aporque, permiten tener un manejo oportuno de las hierbas cuyo objetivo es evitar competencia, toda vez que se realizan durante el periodo crítico de competencia, que corresponde a los primeros 60 días del ciclo del cultivo (Pérez-Moreno *et al.*, 2014. Magaña-Lira *et al.*, 2019). Algunos productores realizan el

control de arvenses con la máquina de empuje manual, una deshierbadora que se utiliza en la región (Figura 16).



Figura 16. Implemento para el control de hierbas, uso manual.

5.3.4 Fertilización

La fertilización es una práctica que realizan el 95% de los productores, esta actividad se efectúa a partir de la primera semana de junio. La nutrición del tomate de cáscara se gestiona a través de la aplicación exclusiva de fertilizantes minerales. Los fertilizantes aplicados son Fosfato Diamónico (DAP) y urea. La cantidad promedio de nutrientes aplicada por hectárea es de 50-69-0 (NPK), solo un 5% de los productores aplica estiércol. Estas dosis difieren ampliamente de los referentes nacionales: 180-80-00, 120-40-00, 120-00-00, 120-80-120 (Mulato, 1984; Montalvo, 1996; Ramos-Lara *et al.*, 2002; Montes de Oca 2014). Es notorio la amplia diferencia del nitrógeno aplicado en la localidad y los referentes. El nitrógeno necesario para producir una tonelada de fruto seco es de 3.7 kg (Castro-Brindis *et al* 2004). Considerando esa necesidad de nitrógeno y la cantidad aplicada por los productores de Vicente Guerrero, el rendimiento alcanzable sería de 13 t ha⁻¹, no obstante, si se considera la eficiencia del uso del nitrógeno, su disponibilidad en términos generales tiende a ser 50% o inferior, lo que implica un menor rendimiento. Este escenario demanda la necesidad de generar referentes locales sobre el manejo de la nutrición del cultivo, que permita hacer un uso más eficiente de los fertilizantes y que potencialmente pueda expresar mayores rendimientos (Castro-Brindis *et al.*, 2000).

5.3.5 Manejo de problemas fitosanitarios

El manejo de problemas fitosanitarios lo realizan más del 80% de los productores, mediante el uso de agroquímicos. Las mayores afectaciones se dan por gusano del fruto (*Heliothis subflexa* Genee), el cual se presenta en un 80% de las parcelas, además del gusano trozador (*Heliothis subflexa*), pulgón (*Myzus persicae* Sulzer) y el chapulín (*Sphenarium purpurascens*). El 95% de los productores usan insecticidas, los de mayor uso son Arrivo 200 CE© (Cipermetrina) y Larvax© (Piretroide). La cenicilla (*Oidium* sp) es la enfermedad de mayor incidencia y se presenta durante la época de lluvias. Esta enfermedad se controla de manera preventiva con Terrazan© PHD (Quintozeno), a dosis de 1 l ha⁻¹ y se hace únicamente una aplicación durante el ciclo.

Para mantener los cultivos sanos, adicionalmente, se deben eliminar hierbas y residuos para evitar crear condiciones de humedad que promuevan la aparición de esta enfermedad. Las hierbas más comunes, identificadas por los productores son: el coquito o coquillo (*Cyperus esculentus* L), malva (*Malva parviflora*), nabo (*Brassica rapa* L), verdolaga (*Portulaca oleracea*), estas arvenses en su mayoría son de hoja ancha, únicamente el coquillo es gramínea, por lo que se dificulta el control de ambos con un solo método y producto químico. De esta forma, la presencia de hierbas de hoja ancha y coquillo son los principales problemas sanitarios. Para su control además de los medios mecánicos mencionados, se utilizan herbicidas como Esteron©, Herbidex ©, Hierbamina© (los tres pertenecen al grupo 2,4-D) y Select© ultra (Clethodim), a dosis de 1 l ha⁻¹. Un 10% de los productores realizan una combinación de estos herbicidas, para combatir ambos tipos de arvenses, realizando una aplicación por ciclo.

Cuadro 4. Pesticidas utilizados para el manejo fitosanitario del cultivo de tomate.

| Pesticida | Nombre comercial | Ingrediente activo | Grupo toxicológico | Utilidad | Clasificación PAN* |
|-------------|-------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|---|
| Insecticida | Larvax (I) | Fenvalerato | Piretroide | Gusano trozador y gusano del fruto | Grupo 3 toxicidad ambiental |
| | Arrivo 200 CE (I) | Cipermetrina | Piretroide | Pulgón, pulga saltona | Grupo 3 toxicidad ambiental, altamente tóxico para las abejas |
| Fungicida | Terrazan PHD (F) | Pentacloronitrobenceno | Organoclorado | <i>Rhizoctonia solani</i> | No está clasificado como altamente peligroso |
| Herbicida | Esterón (H) | 2,4- D | Clorado | Control de hierbas de hoja ancha | Efecto a largo plazo, potencialmente cancerígeno. |
| | Hierba mina (H) | 2,4-D | Clorado | Control de gramíneas | Efecto a largo plazo, potencialmente cancerígeno |
| | Select ultra (H) | Cleothodim | Oximas de ciclohexano dion | Control de coquillo | No está clasificado como altamente peligroso |
| | Herbidex | 2,4-D | Clorado | Controla maleza de hoja ancha | Efecto a largo plazo, potencialmente cancerígeno. |

* Pesticide Action Network International (2021)

La mayoría de los agroquímicos empleados en la comunidad son clasificados como moderadamente tóxicos (2,4-D y Cipermetrina, Quintozeno), en menor proporción ligeramente tóxico (Clethodim) y altamente tóxico (Piretroide) (WHO, 2020). El uso generalizado de agroquímicos, representa riesgos ambientales, afectando a los polinizadores y principalmente a las abejas, así como a la salud humana. Un reciente estudio en Vicente Guerrero, demostró que los trabajadores agrícolas que han sido expuestos a plaguicidas (2,4-D, Cipermetrina, Lambda cyhalotrina y Tebuconazole) al menos durante seis años, en general sin equipo de protección, presentaron daño en su material genético, lo que potencialmente puede desencadenar problemas de cáncer (Ruiz-Tecayehuatl *et al* 2021).

5.3.6 Cosecha

La cosecha se inicia en el mes de agosto, se realiza manualmente (Figura 17). Para esta labor los productores buscan gente de la región, siendo esta la actividad económica importante de la temporada, se reparten las jornadas en las distintas parcelas de producción, ya que como la comunidad es relativamente pequeña, los jornaleros y jornaleras son familias completas que buscan el sustento yendo de parcela en parcela durante el periodo de producción. En la Figura no. 18 se observa que el corte de tomate se hace con mano de obra contratada temporalmente lo cual corresponde a un (80%), los cortadores de tomate son personas de la localidad que son contratados para las cosechas anuales de tomate, generalmente son habitantes de Vicente Guerrero, además de ellos los familiares de los productores también se involucran en esta actividad, pero en mucho menor porcentaje llegando a un 13.3 %, es común que la participación de la familia sea para la preparación de los alimentos que se les proporciona a los cortadores, en muy raros casos el productor se involucra directamente en el corte, ya que al tiempo que se está cortando se va empacando, labor que realiza directamente el propietario de la parcela, generalmente ayudado por sus familiares cercanos.



Figura 17. Parcela de tomate de cáscara una semana antes de la cosecha.

Los frutos que tienen tamaño adecuado y que han llenado el cáliz, son recolectados en cubetas de 20 litros, se colocan en una arpilla con capacidad de 40 kg; este se sella con papel periódico y mecate, posteriormente se embarcan para su comercialización. El corte de tomate se hace con mano de obra contratada temporalmente lo cual corresponde a un 80%. El rendimiento del tomate varía entre 8 y 12 t ha⁻¹, el cual es en promedio 36% inferior al rendimiento estatal (SIAP, 2022). A nivel nacional, la baja productividad del tomate está asociada al uso de variedades nativas con bajo potencial productivo, ineficiente uso de insumos y prácticas de manejo (Santiaguillo *et al* 2012; Peña-Lomelí *et al* 2018).

En la Figura 18 se observa que el corte de tomate se hace con mano de obra contratada temporalmente lo cual corresponde a un (80%), los cortadores de tomate son personas de la localidad que son contratados para las cosechas anuales de tomate, generalmente son habitantes de Vicente Guerrero, además de ellos los familiares de los productores también se involucran en esta actividad, pero en mucho menor porcentaje llegando a un 13.3 %, es común que la participación de la familia sea para la preparación de los alimentos que se les proporciona a los cortadores, en muy raros casos el productor se involucra directamente en el corte, ya que al tiempo que se está cortando se va empacando, labor que realiza directamente el propietario de la parcela, generalmente ayudado por sus familiares cercanos.

Las mujeres juegan un papel preponderante ya que el corte es realizado por mano de obra femenina en un 95%, ya que son elegidas por ser más minuciosas en la selección, acomodo y trato de las plantas.

El periodo de cosecha de tomate, se realiza del mes de agosto al mes de septiembre. Los predios donde se establece el cultivo de tomate, se rotan en el mismo ciclo, pero de igual manera no se vuelve a sembrar el mismo cultivo el ciclo siguiente con la finalidad de dejar descansar la tierra, es importante señalar que desde hace décadas se realiza la práctica de rotación de cultivos, cada ciclo de cultivo siembra una hortaliza o cereal distinto para no cansar el suelo, el único problema que se presenta es el uso de maquinaria para las labores de preparación del suelo, práctica que realiza el 100% de los encuestados.

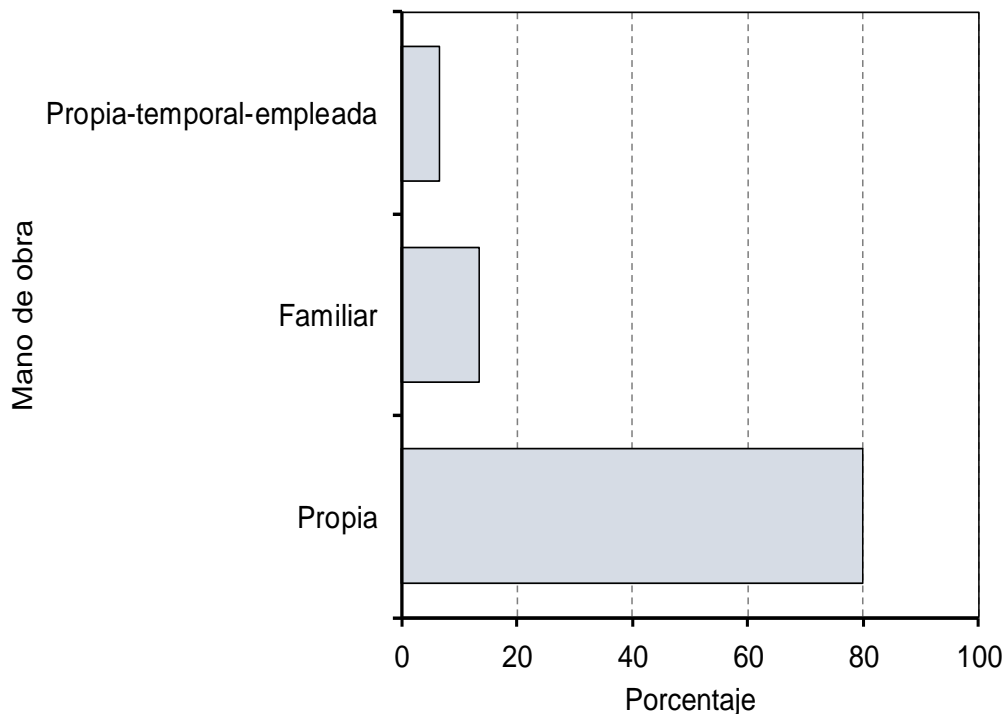


Figura 18. Tipo de mano de obra empleada para la cosecha por los productores de tomate de cáscara en Vicente Guerrero. Fuente: elaboración propia.

5.3.7 Canales de comercialización

La comercialización de tomate se realiza con intermediarios que llegan a Tlálloc (Figura 19), comunidad que colinda al sur con Vicente Guerrero, ellos establecen los precios de acuerdo con la oferta diaria. Existe una marcada estacionalidad, lo que genera una sobreoferta y que el precio del producto tienda a ser bajo. No obstante, el cultivo de tomate tiene una importante contribución en fuentes de trabajo temporales dentro de la localidad. Los productores de tomate, tienen como objetivo central la venta de su producción, uno de los problemas más importantes a los que se enfrentan es el intermediario, ya que año tras año, personas que se dedican al comercio acuden a los predios o a los pueblos cercanos para ofertar por el producto tomate y establecen el precio de acuerdo a la oferta, siendo ellos los más beneficiados. De esta forma la producción se destina principalmente para venta al intermediario, también tiene importancia mercado es el local, ya que algunos sembradores que producen tomate a pequeña escala, ofertan sus excedentes en la localidad. El procedimiento para la venta se inicia cuando al terminar el corte del día, el cual se establece de acuerdo a las condiciones climáticas, se trasladan el total de arpillas al sitio donde ya los intermediarios llegados desde varios lugares como: Pachuca y Tulancingo pertenecientes al estado de Hidalgo, de San Martín Texmelucan Puebla y de la capital del mismo estado y algunos de la Ciudad de México, los vendedores toman su lugar con su transporte y esperan turno para pasar con el comprador, el cual examina el producto y posteriormente hace la oferta. En este punto es donde se hace la venta más importante, ya que en este sitio concurren los productores de las localidades cercanas a Vicente Guerrero, que pertenecen también al municipio de Españita.

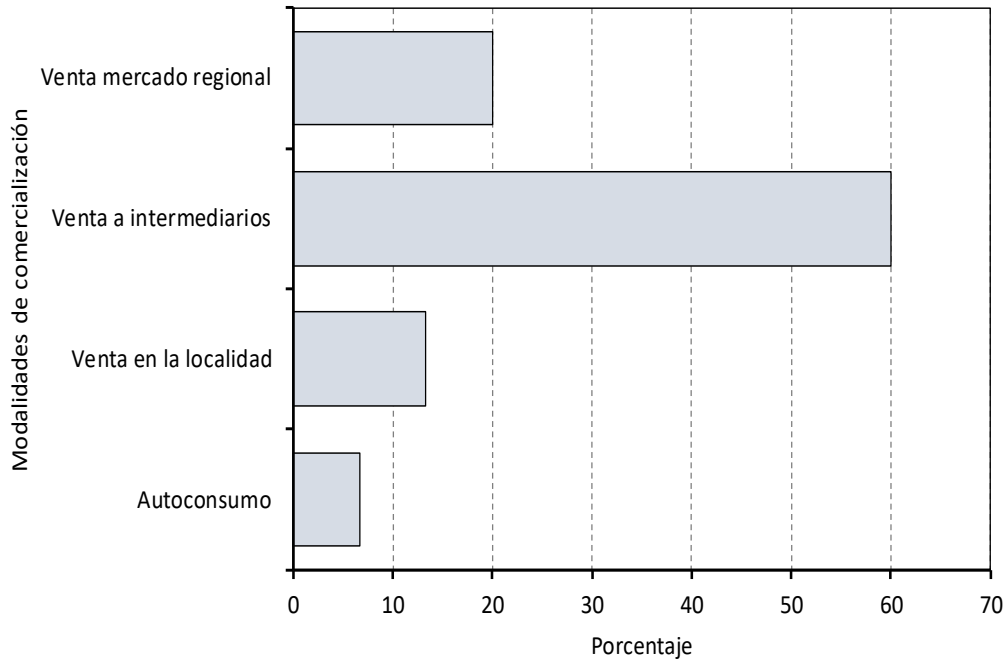


Figura 19. Modalidades de comercialización de tomate de cáscara. Fuente: elaboración propia.

5.3.8 Selección de la semilla para la siguiente siembra

La selección de semilla de tomate para el siguiente ciclo de cultivo inicia en campo, se eligen las plantas que tienen características sobresalientes como altura, vigor y llenado de frutos (Figuras 20-21). A la madurez fisiológica se recolectan los frutos para después deshidratarlos y extraer la semilla. El proceso mediante el cual se extrae la semilla por el 98% de los productores no siempre genera semilla libre de impurezas y con el porcentaje de humedad adecuado, sin embargo, esta práctica les genera menos gasto en la producción de tomate.



Figura 20. Tomate para semilla en espera de la deshidratación de la pulpa, para la obtención de semilla.



Figura 21. Semilla de tomate de la cosecha 2020.

La principal problemática que se presenta, es la incidencia de plagas y enfermedades, en relación a las plagas, la más importante es el pulgón, además de presentar problemas en los canales de comercialización, pues entregan su producto a los intermediarios quienes establecen precios de acuerdo a la oferta.

5.3.9 Características de los suelos

Las características de los suelos de los 15 sistemas de cultivo de tomate de cáscara se presentan en la Figura 22. En la figura se presentan tres clases en cada parámetro evaluado (1: bajo, 2: medio y 3: alto) de acuerdo con la NOM-021-RECNAT-2000. La capacidad de intercambio catiónico (CIC) (22 A), en todas las parcelas se clasificó en un nivel bajo, cuyos valores fluctuaron entre 7 y 18 cmol+/kg. Esto indica que los suelos son deficientes para retener nutrientes, lo que está asociado a los bajos niveles de materia

orgánica encontrados (Figura 22 C). El 67% de las parcelas o sistemas de cultivo presentó un contenido bajo, el cual varió de 0.6 a 1.37%, mientras que el porcentaje restante presentó un nivel medio, cuya variación fue de 1.65 a 2.03%. Los bajos contenidos de materia orgánica en las 15 parcelas se pueden asociar al historial de manejo de los suelos, debido a la dominancia de cereales (trigo, cebada, maíz) en el patrón de rotación de cultivos (Ortiz, 2010). El incremento de los niveles de materia orgánica puede aumentar la retención de nutrientes lo que implicaría una mejora en la capacidad de intercambio catiónico. El valor de pH en su mayoría se clasificó como moderadamente ácido, con valores de 5.48 a 6.38, solo un caso presentó pH neutro (7.16). El valor del pH en términos generales es el recomendado para el desarrollo del cultivo de tomate (Santiaguillo *et al.*, 2012). El valor del pH está relacionado con la naturaleza de la roca madre la calidad y cantidad de lluvia y el tiempo que lleva el terreno cultivado (Meléndez, 2003).

El contenido de nitratos (Figura 22 D) fue clasificado como bajo en el 46% de los sistemas de cultivo, cuya variación fue de 11.6 a 19.5 mg/kg. En un nivel medio se encontró el 40% de las parcelas cuyo rango fue de 25.4 a 33.4 mg/kg, el 13% restante de los sistemas de cultivo se clasificó con un contenido alto, que fluctuó de 33.5 a 52.6 mg/kg. En términos generales se puede estimar que la cantidad de nitrógeno inorgánico del suelo varía entre 28 y 56 kg ha⁻¹, el cual puede ser marginal si se busca una alta productividad de tomate de cáscara.

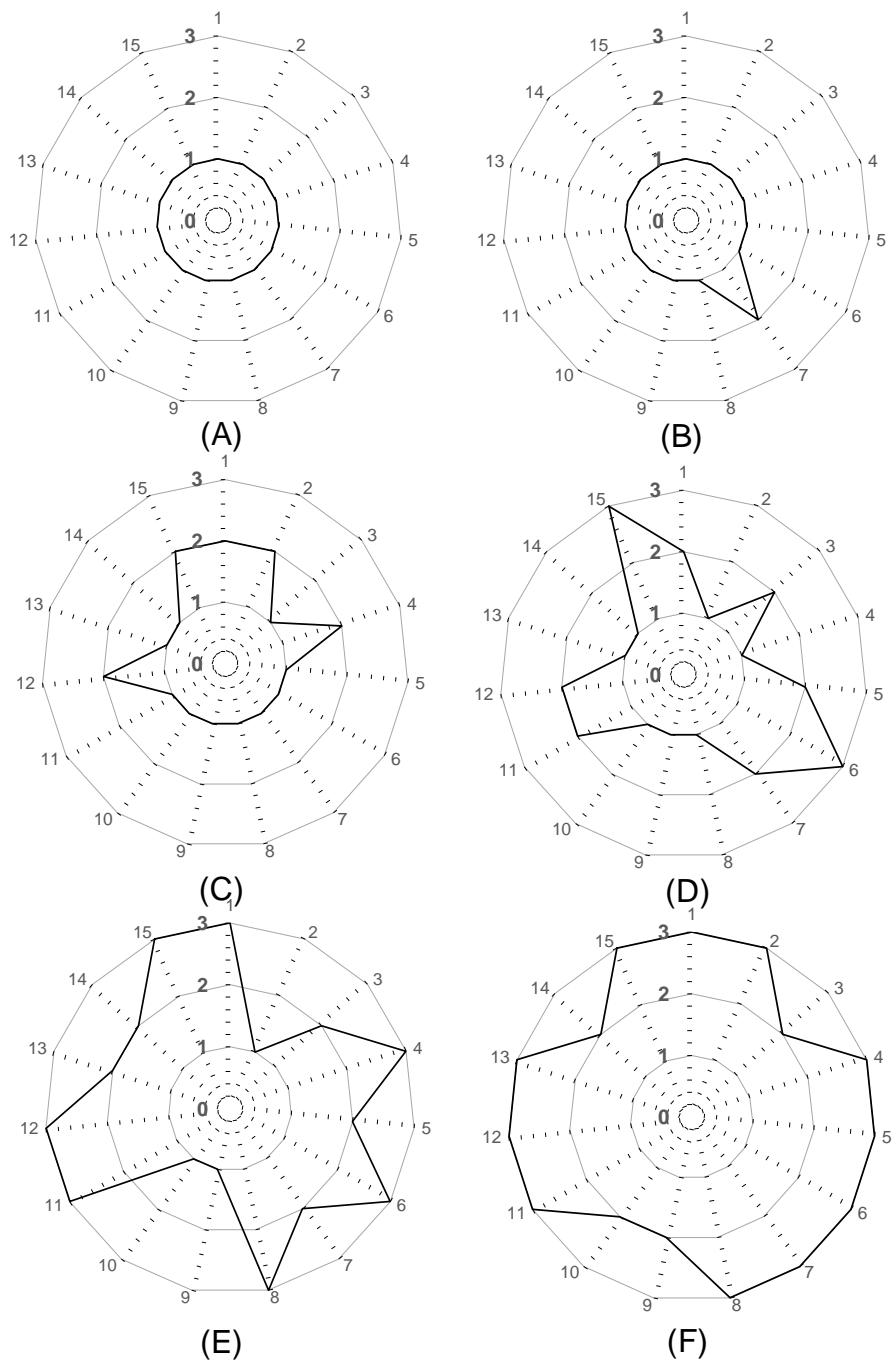


Figura 22. Características de los suelos: (A) Capacidad de Intercambio Catiónico, (B) pH, (C) Materia Orgánica, (D) Nitratos, (E) Fósforo y (F) Potasio de los sistemas de cultivo de tomate en Vicente Guerrero, Tlaxcala.

En el caso del fósforo (Figura 22 E), la mayoría de las parcelas presentaron contenidos de medio a alto, 33 y 47%, respectivamente, con una amplia fluctuación de 15 a 78 mg/kg. El 13% restante presentó un contenido bajo con contenidos que variaron de 8.6 a 12.5 mg/kg. El potasio fue un nutriente que presentó un contenido alto en el 73% de las parcelas, cuyo rango fue de 0.72 a 2.22 cmol+/kg; el 27% restante de las parcelas presentó un contenido medio, en donde los valores fluctuaron de 0.37 a 0.44 cmol+/kg. En términos generales se puede notar que el fósforo y potasio son nutrientes que se encuentran en contenidos altos, lo que sugiere que podrían no ser factores limitantes, no obstante, sería conveniente hacer evaluaciones para determinar posibles respuestas positivas de estos nutrientes en el rendimiento de tomate.

5.4 Indicadores agroecológicos del sistema de cultivo de tomate de cáscara

Los indicadores agroecológicos evaluados se presentan de manera sintetizada en la Figura 23. En términos generales se aprecia que los indicadores cercanos al valor 1 representan el 55% del total. Los indicadores cercanos al valor intermedio (2) constituyen el 30%. El 15% restante corresponde a indicadores que presentan características agroecológicas deseables, los cuales se asocian a propiedades del suelo. En las Figuras 4, 5 y 6 se presentan la proporción en que se presentó cada uno de los niveles de los indicadores.

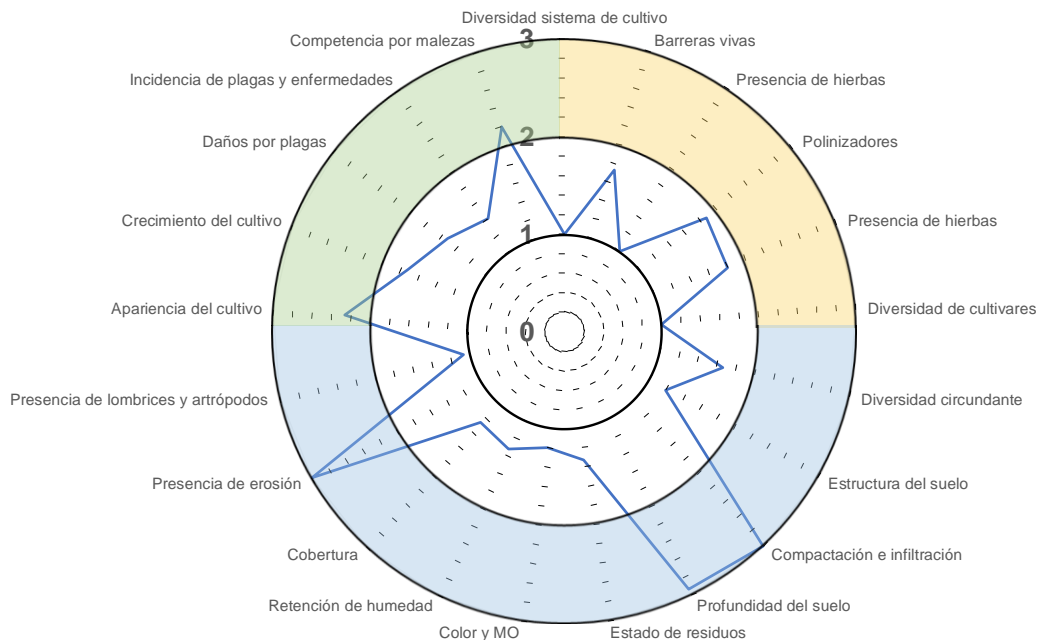


Figura 23. Indicadores agroecológicos del sistema del cultivo de tomate de cáscara en Vicente Guerrero, Tlaxcala. Fuente: elaboración propia.

Los indicadores relacionados a la biodiversidad (Figura 24), el arreglo espacial generalizado es el unicultivo, de acuerdo con los agricultores, esta simplificación biológica o modalidad permite tener un mejor manejo de los problemas fitosanitarios, además de la facilidad de gestionar un solo cultivo. En otras regiones de México, el tomate se cultiva en sistemas de policultivos, lo que eventualmente puede ser una opción para promover procesos ecológicos y reducir el uso de agroquímicos (Santiaguillo *et al.*, 2009), los cuales son ampliamente utilizados en Vicente Guerrero.

Los agricultores emplean una sola variedad en sus sistemas de cultivo. Las barreras vivas están ausentes en cerca del 50% de las parcelas, el porcentaje restante indica que existe algún tipo de barrera viva. Las hierbas están en niveles de nula y poca presencia, esto se atribuye al control mecánico y químico que es implementado.

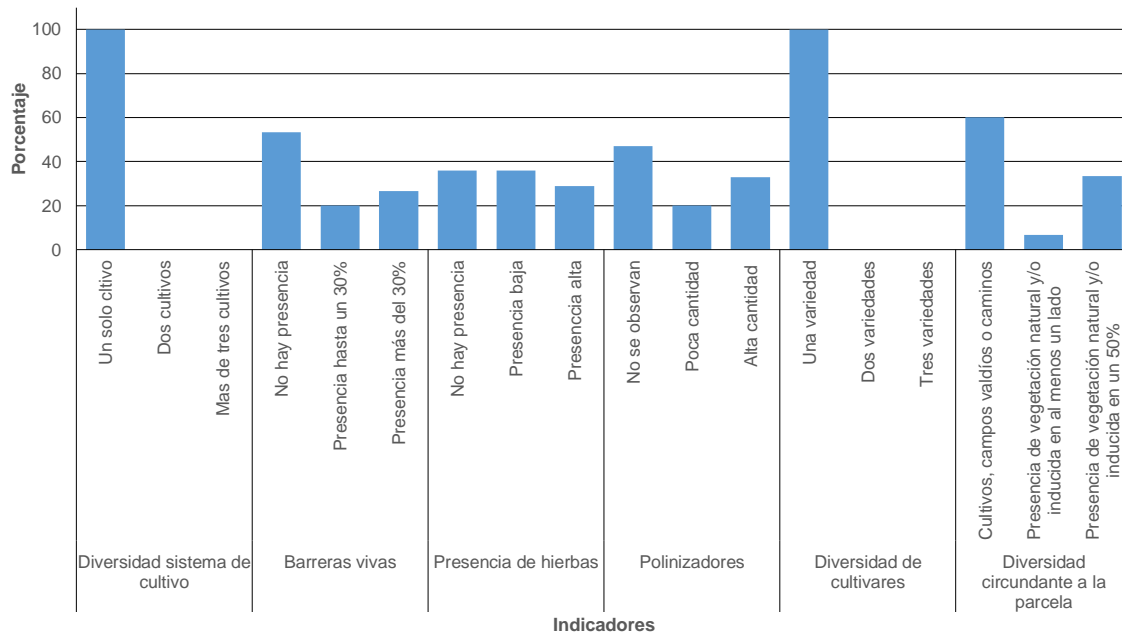


Figura 24. Indicadores agroecológicos de biodiversidad del sistema del cultivo de tomate de cáscara en Vicente Guerrero, Tlaxcala. Fuente: elaboración propia.

La presencia de polinizadores es escasa, en el 50% de las parcelas no se observaron; no obstante, es recomendable hacer monitoreos periódicos para tener una mejor aproximación, toda vez que el tomate requiere de este tipo de insectos para su polinización. Es importante destacar que el tipo de insecticidas empleados como los piretroides de amplio espectro, tiene efectos negativos en los polinizadores, principalmente abejas. Sin embargo, es de destacar que el Grupo Vicente Guerrero ha promovido la incorporación de prácticas agroecológicas, mediante las cuales se ha reducido el uso de agroquímicos hasta un 80% en los cultivos de granos como frijol, maíz y haba (Carrillo y Ramírez 2017). La diversidad circundante, está representada en un 60% por cultivos, cerca de la tercera parte presenta parcelas con la vegetación natural circundante. Esta comunidad se caracteriza por el fomento de la biodiversidad con especies perennes en las parcelas con cultivos de ciclo anual, se ha reportado la presencia de hasta 50 árboles frutales y forestales por hectárea (Sánchez, 2008).

Los indicadores relacionados a la salud del suelo (Figura 25) muestran características deficientes desde una perspectiva agroecológica, en donde destacan suelos sueltos sin

gránulos, escasa presencia de residuos en descomposición, con coloración clara que indica la falta de materia orgánica lo que puede estar asociado a la falta de coberturas y poca presencia de lombrices y artrópodos. El análisis de suelo corroboró el bajo contenido de materia orgánica. La poca o nula aplicación de fuentes orgánicas y la nutrición basada en fertilizantes, ha promovido sin duda estas condiciones, esto demanda la necesidad de promover estrategias que integren la aplicación de fertilizaciones órgano-minerales, las cuales han demostrado efectos positivos en el cultivo de tomate (Aguñaga-Bravo *et al* 2020). No obstante, se tienen propiedades deseables como es la no compactación, suelos con al menos 10 cm de capa arable y sin presencia de erosión.

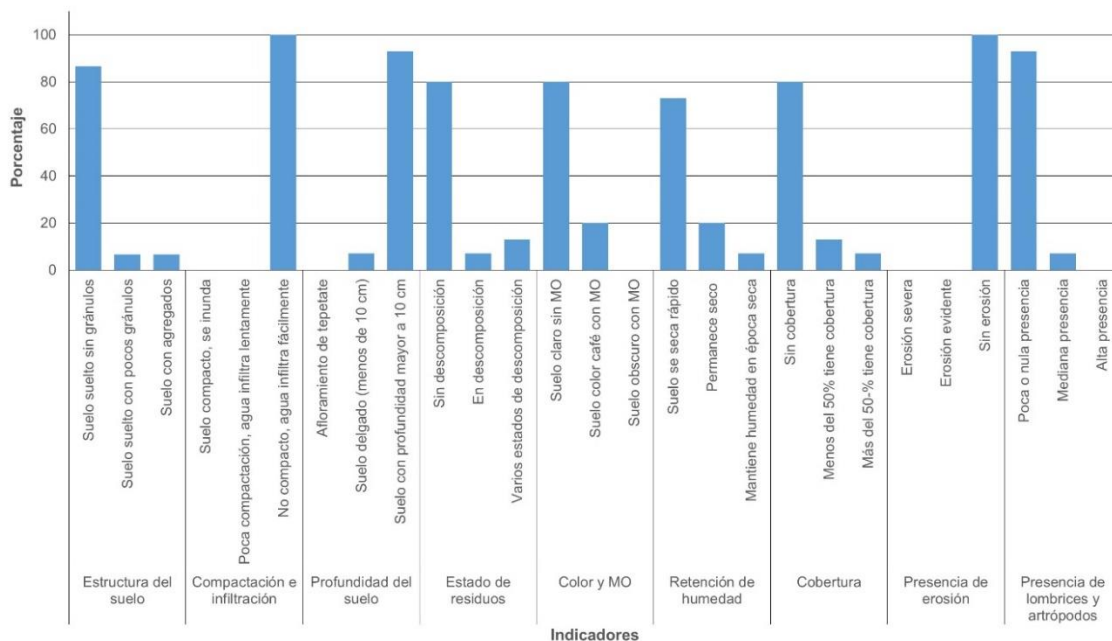


Figura 25. Indicadores agroecológicos de calidad de suelo del sistema del cultivo de tomate de cáscara en Vicente Guerrero, Tlaxcala. Fuente: elaboración propia.

La presencia del Grupo Vicente Guerrero ha contribuido a la implementación de prácticas agroecológicas, entre las que destacan intervenciones para la conservación de suelo y agua, lo que de alguna forma implica la nula presencia de erosión en las parcelas (Sánchez, 2008; Carrillo y Ramírez 2017).

La apariencia del cultivo (Figura 26) La apariencia y crecimiento del cultivo presentó ciertas variaciones, en donde destaca la coloración verde claro, y cerca del 30% presentó coloración verde oscuro. Cerca del 40% de las parcelas mostró un crecimiento poco denso, con tallos y hojas delgadas, lo que podría estar asociado a la nutrición y a problemas fitosanitarios, en donde destaca la incidencia y daño por plagas y enfermedades. Esto puede estar relacionado al manejo de las poblaciones de insectos y patógenos y la oportunidad de la aplicación de los insumos; el uso ineficiente de insumos y prácticas de manejo son parte de las principales limitantes de la producción de tomate (Peña-Lomelí *et al* 2018). Por otro lado, la competencia por malezas indico que su mediana presencia y sin indicios de estrés. Esto puede ser explicado por la integración de métodos mecánicos y químicos para su control.

La forma de cultivar desde décadas atrás ha traído graves consecuencias en la naturaleza de los suelos, así como en las interacciones de las distintas especies, generalmente no se consideran aspectos que denoten otras características.

Las parcelas con tomate de cáscara no presentan diversidad permanente, únicamente están acompañadas por plantas herbáceas durante un periodo corto, ya que, cuando el cultivo tiene un mes de la emergencia, cuando se realiza la limpieza el cultivo queda expuesto a las plagas y enfermedades.

En el 30% de los casos no existen barreras vivas que ayuden a amortiguar los efectos del viento, la incidencia de plagas, el arrastre de las partículas, las barreras que si se observan son nuevas, lo que significa que las parcelas están en constante cambio, generalmente el productor que arrenda el predio no se preocupa por colocar barreras vivas, quienes si cuentan con barreras vivas son demasiado jóvenes, principalmente colocan maguey pulquero (*Agave salmiana Haw*).

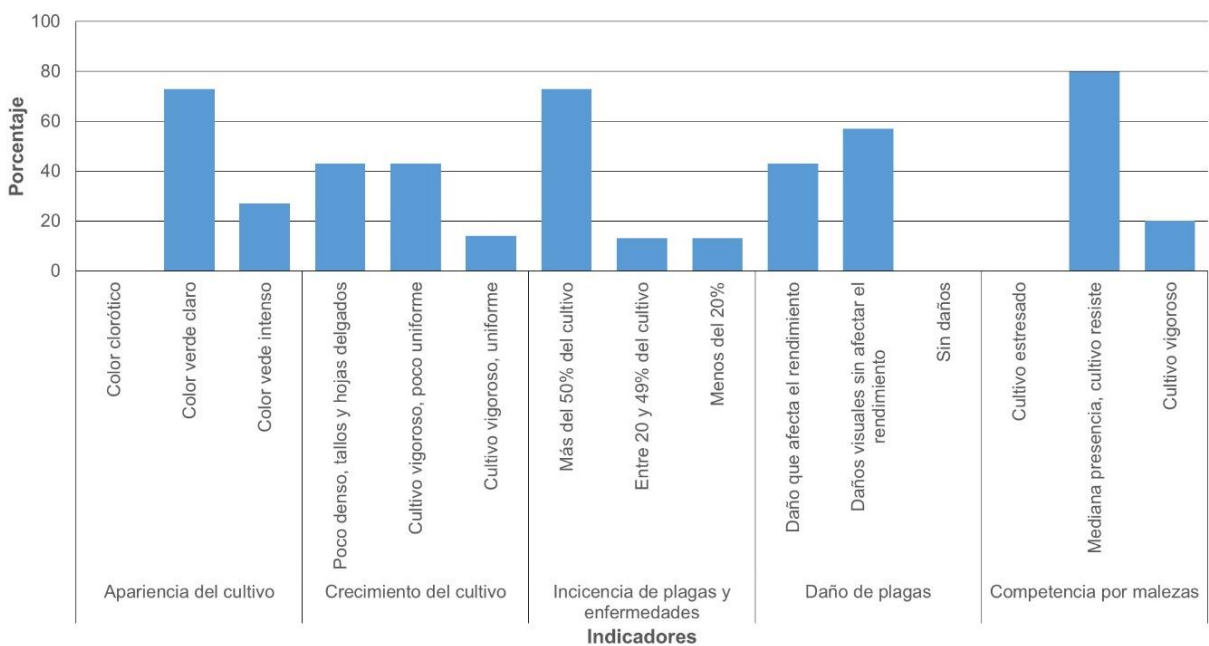


Figura 26. Indicadores agroecológicos de salud del cultivo de tomate de cáscara en Vicente Guerrero, Tlaxcala. Fuente: elaboración propia.

La cobertura viva es importante ya que ayuda a los cultivos a resistir sequia o falta de humedad, sin embargo, en tomate de cáscara cultivado en Vicente Guerrero, no es una práctica que esté presente, el cultivo de tomate se observa sin cultivo de cobertura asociado. La superficie elegida para tomate es exclusiva para esta hortaliza.

Los polinizadores tienen un papel primordial en la formación de frutos del tomate de cáscara, pero resultan amenazados por la aplicación de pesticidas sin restricciones, en el 90% de las parcelas estudiadas se observaron abejas polinizadoras, el 10 % de los productores manifiestan preocupación por las abejas, debido a que tiene a la apicultura como una actividad alterna de ingresos.

VI. PROPUESTA AGROECOLÓGICA

De acuerdo a los resultados encontrados sobre las prácticas sociotécnicas del cultivo de tomate de cáscara de Vicente Guerrero, se determinó que existen áreas de oportunidad o mejora relacionadas en términos generales al suelo y biodiversidad. Desde un punto de vista agroecológico, el manejo del suelo y la biodiversidad son pilares fundamentales para la implementación de prácticas agroecológicas dado que valoran los procesos ecológicos y los servicios ecosistémicos, lo que permitirá un manejo sustentable o durable del sistema de cultivo de tomate de cáscara. En el Cuadro 11 se presenta Los componentes del sistema de cultivo de tomate, la línea base y las etapas del proceso de transición agroecológica donde se pueden establecer acciones para su mejora.

En el manejo del suelo se ha privilegiado el uso de fuentes inorgánicas para la nutrición del cultivo de tomate, en general las dosis de fertilización no se basan en necesidades nutricionales del cultivo, hay escaso uso de fuentes orgánicas y no hay presencia de coberturas (residuos de cultivos), esto ha generado importantes efectos en las propiedades del suelo (Figura 22, 25). Para promover un manejo agroecológico, se requiere la implementación de estrategias en las etapas de eficiencia y sustitución de insumos.

La biodiversidad espacial del cultivo de tomate es limitada al ser manejada como monocultivo, esta simplificación permite facilitar las prácticas de cultivo. El manejo de problemas fitosanitarios se hace a través del uso de plaguicidas, los cuales son clasificados de moderada toxicidad, con toxicidad ambiental y efecto cancerígeno a largo plazo (Cuadro 9). Ante este escenario es necesario implementar acciones en las tres etapas de la transición agroecológica. Por otra parte, es común el uso de variedades criollas, lo cual constituye un patrimonio importante dentro de la comunidad. En la comunidad es común el arreglo espacial de múltiple (agroforestal), sin embargo, en algunas parcelas se encontraron acciones de mejora para promover la biodiversidad circundante (Figura 24). Con base en estos elementos la propuesta de transición se enfoca en 1) eficiencia en el uso de insumos, 2) la sustitución de insumos, 3) la mejora del suelo y 3) la diversificación principalmente en los linderos de los metepantles (Figura 27).

Cuadro 5. Componentes, línea base y etapas del proceso de transición agroecológica del sistema de cultivo de tomate de cáscara en Vicente Guerrero, Tlaxcala.

| Componente | Línea base | Etapa del proceso de transición | | |
|------------------------------------|---|---------------------------------|------------------------|----------|
| | | Eficiencia | Sustitución de insumos | Rediseño |
| Suelo | <ul style="list-style-type: none"> Bajo contenido de materia orgánica Suelo suelto sin agregación Escasa cobertura Escasa presencia de residuos de cultivos y macrofuna | X | X | |
| | | X | X | |
| | | X | | |
| | | X | X | |
| | | X | | |
| Fertilización | <ul style="list-style-type: none"> Uso exclusivo de fuentes inorgánicas | X | X | |
| Biodiversidad | <ul style="list-style-type: none"> Persistencia de monocultivo Uso de variedades criollas Pocas barreras vivas | X | | X |
| Manejo de problemas fitosanitarios | <ul style="list-style-type: none"> Uso continuo de plaguicidas con moderada toxicidad | X | X | |

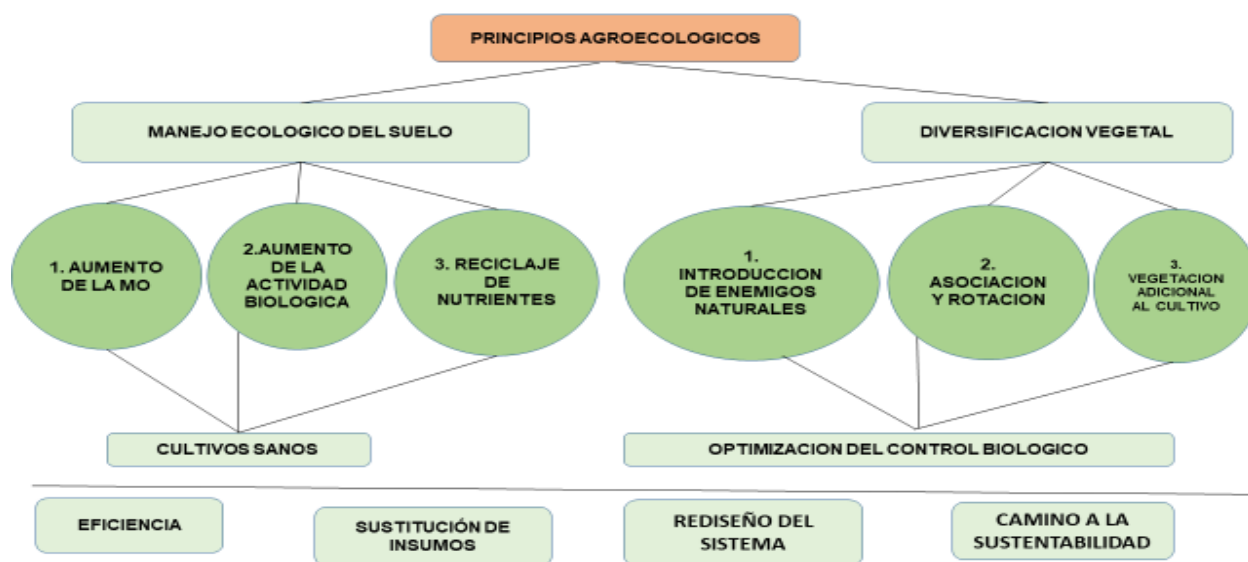


Figura 27. Principios agroecológicos y etapas para la transición agroecológica.

6.1 Transición agroecológica

6.1.1 Componentes para la transición agroecológica

De acuerdo a la línea base, se definieron estrategias para implementar un proceso de transición agroecológica (Cuadro 6).

Cuadro 6. Estrategias para la transición agroecológica del sistema de cultivo de tomate de cáscara en Vicente Guerrero, Tlaxcala.

| Componente | Línea base | Prácticas pro transición | Meta: Escenario agroecológico |
|---|--|--|--|
| Suelo | <ul style="list-style-type: none"> Bajo contenido de materia orgánica Escasa presencia de residuos de cultivos y macrofuna | <ul style="list-style-type: none"> Incorporación de fuentes orgánicas Incorporación y manejo de residuos | <ul style="list-style-type: none"> Incremento de materia orgánica del suelo |
| Fertilización | <ul style="list-style-type: none"> Uso exclusivo de fuentes inorgánicas | <ul style="list-style-type: none"> Fertilización órgano mineral | <ul style="list-style-type: none"> Reciclaje de nutrientes Uso de fuentes orgánicas |
| Biodiversidad | <ul style="list-style-type: none"> Persistencia de monocultivo Uso de variedades criollas Pocas barreras vivas | <ul style="list-style-type: none"> Barreras vivas con especies nativas y con características melíferas Mejoramiento participativo de variedades criollas | <ul style="list-style-type: none"> Sistemas con barreras vivas Variedades criollas mejoradas |
| Manejo de problemas fitosanitarios | <ul style="list-style-type: none"> Uso continuo de plaguicidas con moderada toxicidad | <ul style="list-style-type: none"> Manejo integrado de plagas y enfermedades, hierbas | <ul style="list-style-type: none"> Cero aplicación de plaguicidas |

6.1.1.1 Manejo del suelo

Las prácticas agroecológicas encaminadas al mejoramiento y conservación del suelo tienen como principio el incremento del contenido de materia orgánica del suelo, aumentar la actividad biológica y promover el reciclaje de nutrientes. El objetivo es transitar de un escenario de extracción de nutrientes a uno de reciclaje de nutrientes. En la Figura 28, se presentan la diversidad de opciones para el manejo agroecológico del suelo. De acuerdo a las prácticas sociotécnicas del tomate de cáscara, la nutrición del cultivo se basa en el uso de fertilizantes; si bien es un insumo que no se puede sustituir de manera inmediata, desde un contexto de la transición agroecológica, se debe promover el manejo eficiente de los fertilizantes (Gliessman, 2015). La estrategia considera, aplicarlos de acuerdo a las necesidades del cultivo y las etapas fenológicas de mayor demanda. Se recomienda establecer protocolos experimentales con los productores para determinar las dosis más adecuadas de acuerdo a las propiedades del suelo, expectativas de rendimiento y potencial de las variedades, de esta forma generar referentes locales de fertilización. En el mediano plazo se debe promover una fertilización órgano-mineral e ir transitando hacia un manejo orgánico de la nutrición.

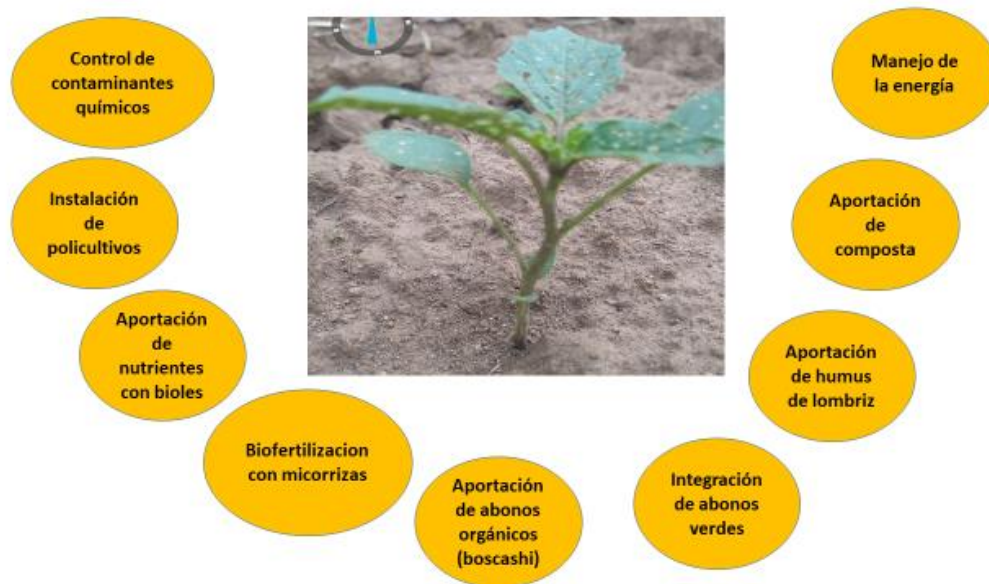


Figura 28. Aspectos del manejo agroecológico del suelo en el sistema de cultivo de tomate de cáscara. Fuente: elaboración propia.

El contenido promedio de materia orgánica de los en las parcelas estudiadas es 1.28%, el cual está en una condición marginal de fertilidad, lo que implica la necesidad de mejorarla. Existen diversas opciones para el manejo del suelo y nutrición del cultivo a través de fuentes orgánicas. Una primera estrategia es la incorporación de los residuos de los cultivos, es recomendable la retención de al menos el 30% de los residuos producidos, de esta forma se pueden hacer incrementos de materia orgánica (Simón, 2004). A través de la descomposición y mineralización de los residuos se reciclan nutrientes, los cuales contribuyen a la nutrición del tomate y en un mediano-largo plazo se puede reducir el uso de fertilizantes minerales y son elemento clave para restaurar y mejorar los suelos (Turmel *et al.*, 2015).

La aplicación de materia orgánica a través de distintas fuentes es una alternativa que se puede implementar, esto permitirá mejorar la agregación del suelo, la retención de humedad, incrementar la CIC, la actividad microbiana, entre otras. La primera opción es el uso de estiércol, considerando que los productores en su mayoría cuentan con animales en sus sistemas de producción. Si se dispone de estiércol, este se debe aplicar seco y de preferencia compostado, para tener mayores ventajas de su uso y evitar posibles efectos negativos si se utiliza fresco. El estiércol se puede incorporar al suelo previo a la siembra y con el apoyo de la yunta o rastra. En la etapa de transición de sustitución de insumos, se tienen alternativas como la elaboración de abonos orgánicos sólidos como el bocashi, composta y vermicomposta. Un principio básico para su elaboración es el uso de materiales disponibles o producidos localmente. En términos generales, para el cultivo de tomate se recomienda su aplicación antes de la siembra, en dosis de al menos 700 g por metro cuadrado (Restrepo, 2020; Arroyo y García, 1993; Núñez, 2000). Otras opciones son el uso de abonos líquidos como el supermagro, lixiviados de compostas y vermicompostas, bioles, entre otros. Estas fuentes de nutrientes se aplican de manera foliar o bien al suelo, tienden a tener un efecto más rápido que las fuentes sólidas. El uso de estos abonos se puede utilizar desde la emergencia de las plántulas de tomate hasta la floración, en aplicaciones periódicas (semanales). Esta opción la están aplicando algunos productores de tomate, debido a que han recibido capacitación a través del programa Producción para el Bienestar.

6.1.1.2 Manejo de la biodiversidad

En el componente de diversificación, las opciones para su fomento son: 1) diversificación espacio-temporal, 2) introducción de enemigos naturales de las plagas del tomate, 3) vegetación adicional al cultivo). Estas son herramientas que además permitirán el manejo agroecológico de los problemas fitosanitarios. Si bien, el cultivo de tomate se establece como un cultivo, la rotación de cultivos es una práctica que se realiza desde hace ya varias décadas, los agricultores de la localidad se han preocupado por no sembrar el mismo cultivo en ciclos continuos en un predio determinado, por lo que aproximadamente de 2 o 5 años los cultivos se vuelven a sembrar en el mismo predio. Es importante señalar que el 40 % de los productores de tomate realizan rotación de cultivos en las parcelas, generalmente es con cebada. La configuración del espacio de los sistemas de cultivo es complejo, considerados agroforestales, no obstante, en algunas parcelas hubo ausencia de barreras naturales, lo que puede favorecer erosión y reducir el refugio de enemigos naturales y polinizadores. En la etapa de transición agroecológica de diseño se propone integrar vegetación natural (local) y que sean espacios de colonización de especies benéficas (polinizadores).

El uso de semillas criollas es común y es de gran importancia dentro de los sistemas de cultivo locales y su continuidad ha sido parte de las estrategias campesinas de su reproducción. Bajo este contexto, y en aras de mejorar la productividad es recomendable la promoción de un sistema de mejoramiento participativo, una estrategia que permitiría en un mediano y largo plazo mejorar sus características agronómicas. Se valora los conocimientos y experiencias de los agricultores, así como las preferencias del mercado (Magaña *et al.*, 2011; Vernooy, 2013).

El uso de plaguicidas es generalizado, y son insumos que los productores consideran necesarios en el proceso de producción del tomate. La estrategia inicial es su uso razonado, en donde se considere su aplicación focalizada en dosis recomendadas y considerando umbrales económicos, y utilizar el equipo y la protección adecuada durante su aplicación. Para ello es necesario llevar a cabo investigaciones, para promover un uso más eficiente y buscar alternativas. Dados los riesgos potenciales de los plaguicidas utilizados (Ruiz-Tecayehuatl *et al.* 2021), es necesario implementar estrategias de manejo

integrado del cultivo y la sustitución de insumos por aquellos con menor impacto en la salud y en el ambiente. La semilla debe tener un tratamiento previo a la siembra, se propone la aplicación de microorganismos promotores de raíces en la semilla como micorrizas, es de vital importancia que al momento de la siembra se acompañe con bocashi, la aplicación de caldo bordelés antes de la germinación aplicado directamente al suelo, así como aportación de rastrojo después de la germinación, puede naturalmente sugerirse caldo sulfocálcico. El manejo fitosanitario, puede incluir el uso de caldo bordelés, caldo sulfocálcico, incluyendo también jabón potásico y preparados a base de plantas como el chicalote (*Argemone munita*), la sábila (*Aloe vera*), el cempasúchil (*Tagetes erecta*), ruda (*Ruta graveolens L*), higuera (*Ricinus communis L*) esta serie de prácticas siempre van acompañadas de la diversificación en sus diversas vertientes. El uso de hongos entomopatógenos (*Metarrizium*, *Trichoderma* y *Bauveria Bassiana*) es un método que se ha implementado en Vicente Guerrero, para el control de plagas en el cultivo de maíz, sería oportuno utilizar esta alternativa en el cultivo de tomate. Hasta hace un par de décadas, el chapulín (*Sphenarium purpurascens*) era un fuerte problema fitosanitario, se implementaron estrategias de control biológico con entomopatógenos, lo cual potencialmente es una medida de manejo alternativo y con poco o nulo efecto ambiental; no obstante, este insecto se vio como un recurso, al ser colectado manualmente y vendido, de esta forma se cumple un doble propósito se controla el insecto y se obtienen ingresos económicos. El uso de estos métodos alternativos requiere de estudios más detallados sobre la dinámica de los insectos y patógenos y su impacto en el rendimiento de tomate, para determinar las mejores estrategias para su manejo.

Retomando la idea de que el manejo del suelo y la biodiversidad son pilares fundamentales de las prácticas agroecológicas, en la Figura 29 se integran las opciones antes abordadas, lo que permite visualizar la forma en que se podían integrar como prácticas sociotécnicas en el sistema de cultivo de tomate de cáscara.

| PROPUESTA AGROECOLÓGICA PARA TOMATE DE CÁSCARA CICLO PRIMAVERA-VERANO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------|---|---|---|----------|---|---|---|--|----|----|----|-------------------------|----|----|----|--|----|----|----|----------------------------------|--|--|--|---|--|--|--|------------------------------------|--|--|--|
| SEMANAS | ENERO | | | | MAYO | | | | JUNIO | | | | JULIO | | | | AGOSTO | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | | | | | | | | | | | | |
| ETAPAS FENOLOGICAS | | | | | | | | | GERMINACIÓN | | | | FLORACIÓN | | | | FRUCTIFICACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| PREPARACION DEL SUELO | RASTREO Y BARBECHO | | | | | | | | BARBECHO Y RASTREO | | | | DESHIERBE | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ETAPAS DE DESARROLLO | | | | | | | | | DESARROLLO DE HOJAS Y BROTES LATERALES | | | | | | | | | | | | SENESCENCIA | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | APARICIÓN DEL ÓRGANO FLORAL Y FLORACIÓN | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | FORMACION, DESARROLLO Y MADURACIÓN DE FRUTOS | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | MADUREZ DE COSECHA | | | | | | | | | | | | | | | |
| MANEJO NUTRICIONAL DEL TOMATE | APLICACIÓN DE ESTIERCOL | | | | ENCALADO | | | | SIEMBRA DIRECTA, APLICACIÓN DE BOCASHI | | | | APLICACIÓN DE COMPOSTA | | | | APLICACIÓN DE CALDO BORDELES | | | | APLICACIÓN DE CALDO SULFOCALCICO | | | | APLICACIÓN DE SUPER MAGRO | | | | APLICACIÓN DE LIXIVIADO DE LOMBRIZ | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PLAGAS Y ENFERMEDADES | | | | | | | | | GUSANO TROZADOR | | | | | | | | CHAPULIN | | | | CENICILLA | | | | | | | | | | | |
| CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES | | | | | | | | | CALDO BORDELES | | | | CALDO MINERAL PARA TODO | | | | APLICACIÓN DE JABÓN POTÁSICO | | | | APLICACIÓN DE CALDO SULFOCALCICO | | | | APLICACIÓN DE PREPARADOS A BASE DE HIGUERILLA | | | | | | | |

Figura 29. Cronología de la propuesta agroecológica para el cultivo de tomate de cáscara. Fuente: elaboración propia.

6.1.1.3 Plan de trabajo para el proceso de transición agroecológico

El manejo agroecológico del cultivo de tomate debe integrar los conocimientos y experiencias locales como aporte fundamental para su transición, además de partir del dialogo de saberes a través de metodologías participativas. En los Cuadros 7, se presenta una propuesta para implementar el manejo agroecológico del tomate de cáscara, la primera sección abarca el manejo ecológico de plagas y enfermedades, la fertilización y el incremento de la biodiversidad, la segunda sección se centra en el mejoramiento de semillas criollas, el manejo del suelo, la organización de los productores para el diseño-ejecución-evaluación del sistema. Las actividades propuestas son concretas y necesarias, los plazos para su cumplimiento van del corto plazo, el cual considera un periodo de seis meses, el mediano plazo entre uno y dos años y el largo plazo a partir del tercer año. Este plan debe considerar procesos participativos para promover un aprendizaje colectivo, para generar referentes locales que permitan validar su pertinencia y los procesos necesarios para la transición agroecológica. Este proceso es complejo e implica cambios graduales y una continua retroalimentación para hacer los ajustes necesarios (Duru *et al.*, 2015; Marasas *et al.*, 2015; Caquet *et al.*, 2020). La transición agroecológica es un cambio necesario de los sistemas de cultivo.

Cuadro 7. Plan de manejo agroecológico del sistema de cultivo tomate de cáscara en Vicente Guerrero, Tlaxcala.

| Componente | Actividades | Plazo |
|--|--|-----------------------|
| Manejo ecológico de plagas y enfermedades | Capacitación sobre las características de los insectos y patógenos y las condiciones ambientales y de manejo que favorecen su incidencia | Corto |
| | Capacitación sobre aplicación eficiente y focalizada de plaguicidas | |
| | Capacitación para la elaboración de productos a base de plantas y/o minerales para el control de plagas y enfermedades. | |
| | Generar un manual de dosis y aplicaciones de productos alternativos para el control fitosanitario del cultivo de tomate de cáscara Establecer trampas y plantas atrayentes para el manejo de insectos | |
| Fertilización | Capacitación sobre el uso eficiente de fertilizantes minerales | Corto plazo |
| | Analizar y regular de manera racional las dosis de fertilizantes químicos aplicadas al cultivo | |
| | Pruebas de fertilización fraccionada órgano-mineral y generar referentes locales | |
| | Capacitación sobre la elaboración de abonos orgánicos sólidos y líquidos | |
| Biodiversidad | Realizar un inventario de flora local y analizar la factibilidad de su incorporación como barreras vivas. | Mediano y largo plazo |
| | Establecer barreras vivas alrededor de las parcelas (árboles nativos, frutales, arbustos melíferos) | |

| Componente | Actividades | Plazo |
|---------------------------------------|---|-----------------------|
| Semillas de tomate | <p>Establecer un sistema de mejoramiento de semillas criollas de tomate a través de la selección en campo y bajo un esquema participativo.</p> <p>Promover talleres de saberes sobre el mejoramiento de semillas criollas</p> | Mediano y largo plazo |
| Manejo del suelo | <p>Promover la retención de residuos de cultivos para incrementar materia orgánica en el suelo</p> <p>Establecer un plan de manejo de la aplicación de otras fuentes orgánicas al suelo</p> | Corto y mediano plazo |
| Organización | <p>Integración de los productores de tomate de cáscara para implementar de manera conjunta acciones en pro de la transición agroecológica.</p> <p>Establecer un programa de capacitación sobre prácticas agroecológicas.</p> <p>Delimitar un área para realizar experimentación con prácticas agroecológicas.</p> | Corto plazo |
| Diseño, ejecución y evaluación | <p>Establecer un plan de trabajo</p> <p>Diseñar un calendario de las prácticas sociotécnicas del cultivo de tomate (intervenciones técnicas, dosis y aplicaciones insumos).</p> <p>Establecer alianzas con productores locales para la búsqueda de alternativas de comercialización.</p> <p>Evaluación del plan de trabajo con respecto a la línea base</p> | Permanente |
| Evaluación | Impactos del plan de trabajo con respecto a la línea base inicial | Anual |

VII. CONCLUSIONES

El cultivo de tomate de cáscara tiene una importante contribución en la economía local de Vicente Guerrero. Se identificaron diez prácticas sociotécnicas para la producción del tomate, de las cuales siete (limpieza de cajón, control de plagas y enfermedades, fertilización, aporque, deshierbe, siembra directa) son llevadas a cabo por el 80% de los productores. Es generalizado el uso de variedades criollas, insumos externos como fertilizantes minerales y plaguicidas, la productividad es de baja a media. Los indicadores agroecológicos de las parcelas mostraron que el 15% presentó características agroecológicas deseables. Existen áreas de oportunidad que permitirían promover un manejo agroecológico: a) uso razonado de insumos (pesticidas, fertilizantes); b) transitar hacia un manejo integrado de plagas y enfermedades, a través de métodos alternativos (biopesticidas); c) integración de nutrición que contemple el uso de fuentes orgánicas (biofertilizantes), y promover fertilización órgano-mineral, d) integración de residuos para promover el incremento de materia orgánica para mejorar las propiedades del suelo; e) implementar un sistema de mejoramiento de las variedades criollas a través de métodos participativos.

VIII. LITERATURA CITADA

- Aguiñaga-Bravo, A., Medina-Dzul, K., Garruña-Hernández, R., Latournerie-Moreno, L., Ruíz-Sánchez, E. 2020. Efecto de abonos orgánicos sobre el rendimiento, valor nutritivo y capacidad antioxidante de tomate verde (*Physalis ixocarpa*). Acta Universitaria, 30, 1-14 doi. <http://doi.org/10.15174.au.2020.2475>.
- Altieri, M.A. 1989. Agroecology: A new research and development paradigm for world agriculture. Agriculture. Ecosystems and Environment 27: 37-46.
- Altieri, M.A. 1999. Naturaleza y función de la biodiversidad en la agricultura. En: biodiversidad y desarrollo sostenible. Boletín agroecológico. Centro de Investigación, Educación y Desarrollo. Lima, Perú. Pp. 2-7.
- Álvarez, H.R., Galán, R.M. 2022. Indicadores de calidad del suelo y salud del agroecosistema milpa, en Vicente Guerrero, España Tlaxcala. En Factores de la producción agrícola, Pérez S.F.; Figueroa, H.E.; Escamilla, G.P.E; García, N.R.M.; Godínez, M.L. (comp.) Asociación Mexicana de Investigación Interdisciplinaria A.C. (ASMIIA, A.C.), México, 2022, 47-60 p
- Apodaca-Sánchez, M.A Barreras-Soto, M. A., Cortez-Mondaca, E.& Quintero-Benitez, J. A. 2008. Enfermedades del tomate de cáscara en Sinaloa. Los Mochis, Sinaloa, México.
- Arroyo, ZL., García, D.D. 1993. Evaluación de fertilizantes foliares y fechas de aplicación en tomate de cascara. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México. 72 pp.
- Caquet T., Gascuel C., Tixier-Boichard M. (Eds), 2020. Agroecology: research for the transition of agri-food systems and territories. Versailles, Quæ, 96 p. DOI: 10.35690/978-2-7592-3294-9.
- Carrillo, G., Ramírez, A. (2017). Agroecología y sustentabilidad. Hacia una economía verde. Administración y Organizaciones, 19(37), 35-54.
- Cartujano E., F. 1984. Desarrollo y fenología del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) var. Rendidora. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 79 p.
- Castro-Brindis, R, Galvis, S. A., Sánchez, G. P., Peña, L. A., Sandoval, V. M. y Alcántar, G. G. 2004. Demanda de nitrógeno en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo Serie Horticultura, 10(2) 147-152.
- Castro-Brindis, R., P. Sánchez-García, A. Peñ-Lomeli, G. Alcantar- González, G. Baca-Castillo, R. M. López- Romero. 2000. Niveles críticos de suficiencia y toxicidad de N-NO₃ en el extracto celular de peciolos de tomate de cáscara. Revista Terra 18: 141-146.

- CIDSE. 2018. Los principios de la agroecología hacia sistemas alimentarios justos, resilientes y sostenibles. CIDSE, Bruselas, 12 p.
- Conway, G. R. 1983. Agroecosystem analysis. University of London. U.K. 105 p.
- Duru M., Therond O., Martin G., Martin-Clouaire R., Magne M.A., Justes E., Journet E.P., Aubertot J.N., Savary S., Bergez J.-E., Sarthou J.-P., 2015. How to implement biodiversity-based agriculture to enhance ecosystem services: a review. *Agron. Sustain. Dev.*, 35, 1259-1281.
- Duval, G. 1999. Teoría de sistemas, una perspectiva constructivista. En: Ramírez, S. (coord). *Perspectivas en las teorías de sistemas*. Siglo XXI Editores, UNAM, CICYH. México. 55 p.
- FAO, 2018. Los 10 elementos de la agroecología guía para la transición hacia sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles. FAO, Roma. Italia, 15 p.
- Flores-Sánchez, D., Navarro-Garza, H., Pérez-Olvera, M. 2014. Agroecología y la aplicación de sus principios: experiencias en valles altos y trópico seco. In: Pérez-Olvera, M., Navarro-Garza, H., Flores-Sánchez, D., Pérez-Hernández, L. *Sociedad, sistemas y agroecología*. Colegio de Postgraduados, México, 173 p.
- Germain, N. 1993. Agronomía y sistemas de producción. *Sistemas de Producción y Desarrollo Agrícola*. ORSTON. Bolivia. pp 43-44
- Gliessman, S.R. 1997. *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*, CRC Press, EUA, 384 p.
- Gliessman, S.R., 2015. *Agroecology: The Ecology of Sustainable Food Systems*, 3rd edition. ed. CRC Press, Boca Raton.
- Gliessman, S., 2016. Transforming food systems with agroecology. *Agroecology and Sustainable Food Systems*. 40, 187–189. <https://doi.org/10.1080/21683565.2015.1130765>
- González de Molina, M., Caporal, F.R., 2013. Agroecología y política. ¿Cómo conseguir la sustentabilidad? Sobre la necesidad de una agroecología política. *Agroecología* 8, 35–43.
- INEGI, 2012. *Síntesis estadísticas municipales 2012*. Española, Tlaxcala, INEGI, México.
- IPES-Food, 2018. *Romper con los sistemas agrarios y alimentarios industriales: siete experiencias de transición agroecológica*.
- Johansen B., O. 1982. *Introducción a la teoría general de sistemas*. Limusa. México. 167 p.

- Jiménez G., R., R. Domínguez R. y A Peña L. 1992. Plagas insectiles del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*) en Chapingo, México. Revista Chapingo, 77:75-79.
- Kingdon, J. W. 1973. Agendas, Alternatives and Public Policies. New York: Harper Collins. Pag. 95.
- Knight, C. 1980. Ethnoscience and the African farmer: rationale and strategy. En: Indigenous Knowledge Systems and Development. Brokensha, D.W., Warren, D.M., Werner, O. (eds.) Maryland, Univ. Press of America USA. Pp. 205-231.
- López, R. 2009. Producción de tomate de cáscara (*Physalis Ixocarpa Brot.*) basado en láminas de riego y acolchado plástico. Revista Chapingo Serie Horticultura 15(1): 82-88.
- Magaña, L.N.; Santiaguillo, H.J.; Grimaldo, J. O. 2011. El Mejoramiento Participativo de Tomate de Cáscara como Estrategia de Conservación In Situ. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, México, 29 p.
- Magaña-Lira, N., Peña-Lomelí, A., Urzúa-Soria, F.; Hernández-Antonio, R. 2019. Weed control in husk tomato (*Physalis ixocarpa Brot. ex Horm.*). Revista Chapingo Serie Horticultura, 25(2), 129-139. doi: 10.5154/r.rchsh.2018.06.011.
- Montalvo, H. L. Manejo de cubiertas, sustratos e intervalos de riego en la producción de plántula de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*). 1996. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México. 127 p.
- Montes de Oca, C. M. 2014. Manejo del cultivo de tomate de cáscara a cielo abierto en el Estado de México. Gobierno del Estado de México. Secretaria de Desarrollo Agropecuario Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal, México, 23 p.
- Montes H: Aguirre R, J. R. 1992. Etnobotánica del tomate (*Physalis Phyladelphica Lam.*). In: Hernández, B.J y León J (Eds). Cultivos marginados, otra perspectiva de 1942. Colección FAO. Producción y protección vegetal No.26. Roma, Italia pp. 71-75.
- Mulato, B. J. Desarrollo y fenología del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*) variedad rendidora en la región de Zacatepec, Morelos. 1984. 11 Dinámica del desarrollo en base a los muestreos en pie e investigación del sistema radical. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México. 116 p.
- Navarro G., H. & Linck. T. 2014. Practicas sociotécnicas concepto clave en la gestión patrimonial agroecosistémica. Notas del Taller de Sistemas y desarrollo patrimonial. México. 25 p.
- Norma Oficial Mexicana, Especificaciones de Fertilidad, Salinidad y Clasificación de Suelos, Estudio, Muestreo y Análisis (NOM-021-SEMARNAT). 2000. Disponible en:

<http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/Normas%20Oficiales%20Mexicanas%20vigentes/NOM-021-RECNAT-2000.pdf>

- OECD, 2010. Eco-Innovation in Industry: Enabling Green Growth, OECD Publishing, 276 p.
- Ossa O. C. A. 2017. Teoría General de Sistemas: Conceptos y aplicaciones / Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia, 586 p.
- Parmentier, S. 2014. Scaling-up agroecological approaches: what, why and how? Oxfam-Solidarity, Belgium. 92 p.
- Peña-Lomelí, A.; Magaña-Lira, N.; Gámez-Torres, A.; Mendoza-Celino, F. A.; Pérez-Grajales, M. 2018. Manual pollination in two tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) varieties under greenhouse conditions. Revista Chapingo Serie Horticultura, 24(1), 41-52. doi: 10.5154/r.rchsh.2017.02.011.
- Peña L., A. y Márquez S., F. 1990. Mejoramiento genético de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en México. Revista Chapingo Serie Horticultura 15 (71-75): 84-88.
- Peña-Lomelí, A.; Santiaguillo, H.; Magaña, L. 2006. Situación actual y perspectivas de los recursos genéticos y la producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Solanaceae) en México. En avances de investigación de la red de hortalizas del SINAREFI, López L. P.; Montes H. (Eds.). 2006. A Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío, México, pág. 268-306.
- Peña-Lomeli, A., Ponce-Valerio, J.J., Sánchez-del-Castillo, F., & Magaña-Lira, N. 2014. Desempeño agronómico de variedades de tomate de cáscara en invernadero y campo abierto. Revista Fitotecnia Mexicana, 37(4), 381-391.
- Piña, A.C., & Ponce, G.F. 1990. Etiología y control del carbón del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*) en Luvianos y Villa Guerrero, México. Revista Chapingo, 15 (67-70), 21-23.
- Pérez-Moreno, L.; Castañeda-Cabrera, C.; Ramos-Tapia, M.; Tafoya-Razo, J.A. 2014. Control químico preemergente de la maleza en tomate de cáscara. Interciencia, 39, 422-427.
- Pesticide Action Network (PAN). 2021. International List of Highly Hazardous Pesticides. PAN International, Germany, 46 p.
- Ramírez, S. 1999. Teoría general de sistemas de Ludwig Von Bertalanffy. En: Ramírez, S. (coord.). Perspectivas en las teorías de sistemas. Siglo XXI Editores, UNAM, CICYH. México D. F. p. 77.
- Ramos-Lara, C.; Alcántar, G.; Galvis, A.; Peña, A.M.; Martínez, A.C. 2002. Eficiencia de uso del nitrógeno en tomate de cáscara en fertirriego. Terra Latinoamericana, 20(4), 465-469.

- Reijntjes, C., B. Haverkort y A. Waters-Bayer. 1992. Farming for the future. An introduction to low-external input and sustainable agriculture. MacMillan, Londres. 334 p.
- Restrepo R, Jairo. 2020. Un nuevo ABC de la agricultura orgánica. Mierda a la carta. Santiago de Cali, Colombia. 482 pp.
- Ruiz-Tecayehuatl, N., Hernández-Aldana, F., Sánchez-Morales, P., Chávez-Bravo, E., Cedillo-Ramírez, L.; Rivera, A. 2021. Genotoxic damage evaluation in agricultural workers by exposure to pesticides in Vicente Guerrero-Tlaxcala, Mexico. GSC Advanced Research and Reviews, 06, 030-036. doi: 10.30574/gscarr.2021.6.1.0004.
- SAGARPA, 2014. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Carta tecnológica para el cultivo de tomate de cáscara.
- Sánchez, O. A., y Argumedo, M.A. 2015: El sistema sociotécnico, hacia un enfoque para la comprensión de los sistemas de cultivo agrícola. El caso del amaranto de Tochimilco, Puebla, Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible, n. 22 (febrero 2015). En línea: <http://www.eumed.net/rev/delos/22/amaranto.html>
- Sánchez-Martínez, J., & Peña-Lomelí, A. 2015. Variedades de uso común; un breve mirar a la riqueza mexicana. México: SNICS-SAGARPA.
- Sánchez, M.P., Ocampo, F.I., Sánchez, H.M., Martínez, S.T. 2008. Proceso autogestivo para la conservación de suelos y agua en sistemas campesinos sustentables. Ra Ximhai. revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible, 4(2), 165-182.
- Santiaguillo, H.J.; Sánchez, M. J.; Magaña L.N.; Vargas, P. O.; Grimaldo, J.O. 2009. Aprovechamiento tradicional y moderno de tomate (*Physalis*) en México. Universidad Autónoma Chapingo, México, 32 p.
- Santiaguillo, H. J. F.; Vargas-Ponce, O.; Grimaldo-Juárez, O.; Magaña-Lira, N.; Caro-Velarde, F.; Peña-Lomelí, A.; Sánchez-Martínez, S. 2012. Perfil del diagnóstico de la red tomate de cáscara. Universidad Autónoma Chapingo, México, 48 p.
- Sarandon S, J, Flores C.C (2014). Bases Teóricas para el diseño y manejo de agro ecosistemas sustentables. Universidad Nacional de La Plata E- Book: 67 p.
- Sautu *et al.* 2005. Manual de metodología. Construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodología. Clacso. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. 173 pp.
- Sistema de Información Agrícola y Pesquera (SIAP). 2022. Avance de siembras y cosechas 2021. México, <http://www.siap.gob.mx> (consultado en julio de 2022).
- Sébillotte, M. 1974. Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des taches de l'agronome. Cahiers ORSTOM, Sér. Biol., 24: 3-25.

- Turmel, M.-S., Speratti, A., Baudron, F., Verhulst, N., Govaerts, B. 2015. Crop residue management and soil health: A systems analysis. *Agr. Syst.* 134, 6–16.
- Turrent, A. 1985. El agrosistema, un concepto útil dentro de la disciplina de productividad. Chapingo, Colegio de Postgraduados. México. 315 p.
- Zandstra, H.G. Price, E.C. Litsinger, J.A. Morris, R.A. 1986. Metodología de investigación en sistemas de cultivo en finca. Ottawa, Ont., CIID (Centro Internacional de Investigaciones para et Desarrollo), 156 p.
- Venegas, C., Gómez, B., Infante, A. 2018. Manual de transición agroecológica para la Agricultura Familiar Campesina. Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Chile, 212 p.
- Vernooy. R. Semillas generosas. Mejoramiento participativo de plantas. Conservación y mejoramiento dinámicos. IDRC (International Development Research Centre, Canadá, 2003, 103 p.
- Wezel A., S. Bellon S., Doré T., Francis C., Vallod D., David C. 2009. Agroecology as a science, a movement and a practice: a review. *Agronomy and Sustainable Development* 29(4): 503- 515. <http://dx.doi.org/10.1051/agro/2009004>
- Wezel, A., M. Casagrande, F. Celette, J-F. Vian, A. Ferrer, J. Peigné. 2014. Agroecological practices for sustainable agriculture. A review. *Agronomy and Sustainable Development*. 34: 1-20 DOI: 10.1007/s13593-013-0180-7.
- World Health Organization (WHO). 2020. Recommended classification of pesticides by hazard and guidelines to classification, 2019 edition. Geneva: World Health Organization, 98 p.

P6. ¿A qué sector pertenece su principal actividad económica en el año 2020?..... Y3

1. Primario (Agricultura, Ganadería, Pesca, Minería)
2. Secundario (Industria, Artesanía, Construcción)
3. Terciario (Servicios Educativos, Transporte, Comercio)

P7. Además de la agricultura, ¿Que otra actividad lleva a cabo?..... Y4

1. Ganadería...
2. Comercio
3. Artesanía
4. Industria manufacturera

P8. Del total de su ingreso mensual, ¿Qué porcentaje proviene de la actividad agrícola?
.....
└ X3

P9. En los dos años anteriores, ¿recibió algún apoyo de gobierno?

| | 1. Si 2. No | 1. Económico 2. En especie | No. Total de apoyos |
|------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Apoyo 2019 | <input type="checkbox"/> Y5 | <input type="checkbox"/> Y6 | <input type="checkbox"/> X4 |
| Apoyo 2020 | <input type="checkbox"/> Y7 | <input type="checkbox"/> Y8 | <input type="checkbox"/> X5 |

Información general sobre la Unidad de Producción

P10. ¿Cuál es la superficie en hectáreas con la que cuenta como Unidad de Producción?
.....
└ X6

P11. ¿Cuál es el tipo de tenencia de la tierra o posesión correspondiente a su unidad de producción?.....
└ Y5

1. Ejidal...
2. Privada
3. Rentada
4. Ejidal-Privada
5. Ejidal-Rentada- Privada

P12. ¿Cuál es el tipo de agua con la que cuenta su Unidad de Producción?.....
Y6

1. Riego
2. Temporal
3. Ambos (1 y 2)

P13. ¿Cuál es el tipo de riego con el que cuenta su Unidad de Producción?.....
Y7

1. Rodado o inundación
2. Micro aspersion
3. Ambos

P14. ¿Cuál es el origen de las tierras que conforman su Unidad de Producción?

| | |
|--------------------|----------|
| Hectáreas propias | _____ X7 |
| Hectáreas rentadas | _____ X8 |

P15. Además del tomate de cascara que otra especie cultiva en su unidad de producción.....
Y8

1. Ninguna
2. Maíz
3. Frijol
4. Haba
5. Chícharo
6. Hortalizas
7. Frutales
8. Alfalfa

Información general sobre el cultivo de tomate de cascara en la Unidad de Producción

P16.Cuál es la superficie que ocupa el cultivo de tomate de cascara (en decimales).

| | |
|--------------------------------|----------|
| Hectáreas de tomate de cascara | _____ X7 |
| Hectáreas con otros cultivos | _____ X8 |

P17. ¿Cuál es la variedad de tomate de cascara cultiva principalmente?.....
Y9

1. Silvestre
2. Milpero
3. Arandas
4. Tamazula
5. Manzano
6. Rendidora
7. Salamanca
8. Puebla

P18. ¿Cuántos años lleva cultivando tomate de cascara?
 _____ X9

P19. ¿Qué densidad de siembra usa para el cultivo de tomate por hectárea? _____ X10

P20. ¿Cuál es el rendimiento promedio en toneladas por hectárea que obtiene en su unidad de producción?

..... _____ X11

P21 ¿Cuál es el tipo de corte que realiza en el tomate de cascara? **Y12**

1. Manual
2. Mecanizado

P22. A continuación, se presenta una lista de prácticas para la preparación del suelo para siembra de tomate de cascara, marque las que usted lleva a cabo en su unidad de producción.

- 1. Limpieza del terreno Y9
- 2. Barbecho..... Y10
- 3. Surcado..... Y11
- 4. Rastro..... Y12
- 5. Nivelación..... Y13

P23. Según su experiencia ¿Cuál es el costo del establecimiento de 1 hectárea de tomate de cascara?..... X13

P24. De las siguientes prácticas culturales, marque cuales son las que ha efectuado en el mantenimiento de su unidad de producción.

- ¹ Barbecho..... Y14
- ² Surcado..... Y15
- ³ Siembra directa Y16
- ⁴ Trasplante Y17
- ⁵ Aclareo Y18
- ⁶ Deshierbe..... Y19
- ⁷ Poda Y20
- ⁸ Tutorio Y21
- ⁹ Fertilización orgánica/química..... Y22
- ¹ Aplicación de foliares..... Y23
- ¹ Riego..... Y24
- ¹ Control de plagas..... Y25
- ¹ Control de enfermedades..... Y26
- ¹ Limpia de calles/ pasillos..... Y27
- ¹ Tapado con plástico..... Y28

P25. ¿Con que materiales cuenta en su unidad de producción para el mantenimiento del cultivo de tomate de cascara?

- Cisterna y bomba..... **Y29**
- Mochila aspersora..... **Y30**
- Bomba aspersora de motor..... **Y31**
- Carretilla **Y32**
- Cajas de plástico..... **Y33**
- Tractor..... **Y34**

P26. ¿Qué tipo de fertilización emplea en su unidad de producción? **Y35**

1. De tipo orgánico (pase a P28)
2. De síntesis química (pase a P29)
3. De ambos orígenes (pase a P28 Y P29)

P27. ¿En caso de usar insumos orgánicos, que tipo de esta emplea?

| Tipo de abono orgánico utilizado <input type="checkbox"/> Y46 | Cantidad aplicada (m ³ , kg o bultos) | Costos unitarios (m ³ , kg o bultos) | Superficie de aplicación (ha) | Costo de aplicación (jornales) |
|--|--|--|--|--|
| 1. Estiércol fresco de borrego 2. Estiércol seco de borrego 3. Estiércol fresco de vaca 4. Estiércol seco de vaca 5. Gallinaza seca 6. Gallinaza fresca | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> X14 | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> X15 | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> X16 | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> X17 |

P28. ¿En caso de usar abonos orgánicos, que tipo de esta emplea?

| Tipo de abono orgánico utilizado <input type="checkbox"/> Y47 | Cantidad aplicada (m ³ , kg, litros o bultos) | Costos unitarios (m ³ , kg, litro o bultos) | Superficie de aplicación (ha) | Costo de aplicación (jornales) |
|--|---|--|-------------------------------|--------------------------------|
| | | | | |

| | | | | |
|--|---|---|---|---|
| 1. Composta sencilla 2. Bocashi 3. Supermagro 4. Agroplus | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X18 | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X19 | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X20 | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X21 |
|--|---|---|---|---|

P29. ¿Qué tipo de fertilizante químico utiliza?

| Tipo de abono de síntesis química es utilizado <input type="text"/> Y48 | Cantidad aplicada (m ³ , kg o bultos) | Costos unitarios (m ³ , kg o bultos) | Superficie de aplicación (ha) | Costo de aplicación (jornales) |
|---|---|---|---|---|
| 1. Superfosfato de calcio simple 2. Superfosfato de calcio triple 3. Nitrato de amonio 4. Triple 5. Sulfato diamonico 6. Nitrosfoska 7. Mezcla 8. Fosfonitrato 9. Urea 10. DAP | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X22 | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X23 | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X24 | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X25 |

P30. ¿Cuál es la plaga principal que afecta al cultivo de tomate de cascara en su unidad de producción?.....

Y49

1. Pulgón
2. Polilla del tomate
3. Minador de la hoja
4. Paratrioza
5. Gusano del fruto
6. Trips de las flores
7. Mosquita blanca

P31. ¿Emplea algún tipo de insecticida para el control de plagas en su unidad de producción?

| Nombre del Producto | Plaga para la que se aplica | Dosis (Litros /ha, 1 decimal) | Costo unitario (\$, dos decimales) | Costo total durante el ciclo de producción |
|---------------------|-----------------------------|--|---|---|
| A1 | A2 | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X26 | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X27 | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X32 |
| A3 | A4 | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X28 | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X29 | |
| A5 | A6 | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X30 | <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> X31 | |

P32. ¿Efectúa usted control de malas hierba?.....

Y50

1. Si

2. No

P33. ¿Qué tipo de control de malas hierbas realiza
Y51

1. Cultural
2. Manual
3. Biológico
4. Químico

P34. ¿Qué tipo de herbicidas utiliza para el control de malezas?

| Nombre del Producto | Tipo de mala hierba | Dosis (L/ha, 1 decimal) | Costo unitario (\$, dos decimales) |
|---------------------|---------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| A13 | A14 | <input type="text"/> X33 | <input type="text"/> X34 |
| A15 | A16 | <input type="text"/> X35 | <input type="text"/> X36 |
| A17 | A18 | <input type="text"/> X37 | <input type="text"/> X38 |

P35. ¿Qué tipo de mano de obra emplea predominantemente para las actividades efectuadas en la Unidad de producción?.....
Y52

1. Propia
2. Familiar
3. Propia-fija-familiar
4. Propia-fija-empleada
5. Propia-temporal-familiar
6. Propia-temporal-empleada
7. Fija-temporal

P36. ¿Tiene algún modo de registro de las actividades efectuadas en el sistema de cultivo de tomate de cascara?.....
Y53

1. Si
2. No

P37. ¿Registra usted el gasto que le genera la producción de tomate de cascara?.....
Y54

1. Si
2. No

Información sobre comercialización del tomate de cascara

P46. ¿De la producción total de tomate de cascara que saca de su unidad de producción, cual es el destino?

1. Autoconsumo Y55

 2. Venta Y56

 3. Venta en mercado local Y57

 4. Venta en el mercado regional Y58

 5. Venta en mercado nacional Y59

P47. ¿Dentro del mercado local, cuales son los lugares donde se puede colocar su producto? Y60

1. No aplica
2. Tianguis
3. Mercado
4. Tianguis y mercado
5. Vía publica

P48. ¿Cuál es la forma de comercialización del tomate de cascara? Y61

1. Bolsas
2. Por kilogramo

Información sobre financiamiento y asistencia técnica/capacitación

P 49. ¿Ha solicitado alguna vez algún tipo de financiamiento para la siembra de tomate de cascara? Y62

P50. ¿En caso de haber solicitado algún apoyo económico, favor de indicar cuál fue su procedencia?

1. Familiar
2. Institución bancaria
3. Prestamista

..... Y63

P51. En los últimos 3 años, ¿Ha recibido asistencia técnica o capacitación para la producción de tomate de cascara? Y64

1. Si (pase a P72)
2. No (pase a P73)

P52. En caso de haber recibido asistencia técnica o capacitación, quien la impartió: Y65

1. Privada
2. Por parte de Gobierno local
3. Por parte del Gobierno municipal
4. Por parte de Gobierno regional-SEDAGRO
5. Por parte de gobierno estatal -SAGARPA
6. Por parte de alguna Universidad
7. Por parte de alguna casa de agroquímicos

..... Y66
P53. ¿En qué tema le gustaría recibir asistencia técnica o capacitación? Y67

1. Ninguno
2. Plagas y enfermedades
3. Fertilización-nutrición
4. Mejoramiento del suelo
5. Organización
6. Acceso a financiamiento
7. Gestión de proyectos ante instancias gubernamentales
8. BPA`S e inocuidad
9. Opciones de mercado
10. Producción en general

Información sobre organización

P54. ¿Pertenece a algún tipo de organización de productores de tomate de cascara?
.....
Y68

1. Si (pase a P55)
2. No (pase a P56)

P55. ¿La organización a la que pertenece está legalmente constituida? Y69

1. Si (pase a P56)
2. No

P56. ¿A qué tipo de organización de productores de tomate pertenece? Y70

1. Sociedad de Producción Rural
2. Sociedad Cooperativa de Producción
3. Sociedad Civil
4. Sociedad de Solidaridad Social
5. Sociedad Anónima
6. Asociación Civil
7. Unión de productores de Nopal
8. Grupos solidarios
9. Otra (especifique)

P57. ¿Cuáles son los problemas que se presentan en su unidad de producción? Y71