



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS PUEBLA

POSTGRADO EN ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

**ANÁLISIS DE LA AGRICULTURA PERIURBANA EN
CONDICIONES DE INVERNADERO, EN TRES
MUNICIPIOS DEL ESTADO DE PUEBLA**

MARÍA ISABEL LAZCANO BELLO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

MAESTRA EN CIENCIAS

PUEBLA, PUEBLA

2020

La presente tesis, titulada: **Análisis de la agricultura periurbana en condiciones de invernadero, en tres municipios del estado de Puebla**, realizada por la alumna: **María Isabel Lazcano Bello**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRA EN CIENCIAS

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO AGRÍCOLA REGIONAL

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. IGNACIO OCAMPO FLETES

ASESOR:



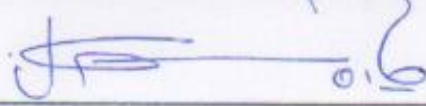
DR. ENGELBERTO SANDOVAL CASTRO

ASESOR:



DR. MARIO ALBERTO TORNERO CAMPANTE

ASESOR:



DR. VÍCTOR MANUEL ORDAZ CHAPARRO

Puebla, Puebla, México, 03 de junio de 2020

ANÁLISIS DE LA AGRICULTURA PERIURBANA EN CONDICIONES DE INVERNADERO, EN TRES MUNICIPIOS DEL ESTADO DE PUEBLA

María Isabel Lazcano Bello, M.C.

Colegio de Postgraduados, 2020

La creciente población mundial se concentra en áreas urbanas y aumenta la demanda de alimentos. La respuesta para producir en zonas periurbanas ha sido la agricultura protegida (invernaderos) o ambiente controlado. Esta tecnología ha sido utilizada para producir cultivos en los límites de grandes urbes como la ciudad de Puebla. Sin embargo, se desconocen sus efectos, por lo que el objetivo fue analizar las características sociales de los productores, la infraestructura y la tecnología de producción, así como las limitantes para desarrollar la agricultura en las zonas periurbanas de los municipios de San Pedro Cholula, San Andrés Cholula y Cuautlancingo, Puebla. Se utilizó la encuesta y se aplicó un cuestionario a 30 productores de agricultura protegida. La información de 22 invernaderos en funcionamiento se agrupó en cuatro estratos: <100 m², 100-200 m², 201-500 m² y 5,000-7,000 m². Se seleccionó un invernadero de cada grupo y se dio seguimiento durante un ciclo de producción. Los resultados muestran que las características de los productores y las condiciones de la infraestructura y la tecnología de producción son heterogéneas. Los estratos uno y dos, son de nivel tecnológico bajo, poca experiencia, producen para autoconsumo, el trabajo es familiar, mínimas herramientas, uso de productos orgánicos y poca asistencia técnica. El estrato tres, es de nivel tecnológico bajo, producen para el autoconsumo y venta, con infraestructura regular, reciben asesoría técnica, mano de obra familiar y contratada, utiliza materia orgánica y agroquímicos, realizan análisis de suelo y de agua; y el estrato cuatro, son de tecnología intermedia, produce para el mercado, buena infraestructura, pagan asesoría técnica especializada, uso de altas cantidades de productos químicos, realizan análisis de agua y suelo, son más estables. Se concluye que las características sociales de los productores no son determinantes en la extensión del invernadero, pero sí algunos de los componentes tecnológicos relacionados al manejo del suelo, el agua y la planta. Se recomienda un plan de manejo para cada estrato.

Palabras clave: Agricultura familiar, agricultura protegida, tecnología, producción de alimentos.

PERI-URBAN AGRICULTURE ANALYSIS IN GREENHOUSE CONDITIONS, IN THREE MUNICIPALITIES OF THE STATE OF PUEBLA

María Isabel Lazcano Bello, MC

Graduate College, 2020

The growing world population is concentrated in urban areas and the demand for food increases. Response to produce in peri-urban areas has been the protected agriculture (greenhouses) or in controlled environment. This technology was used to produce on the limits of large cities such as the city of Puebla. However, its effects are unknown, so the objective was to analyze the social characteristics of producers, infrastructure and production technology, as well as the limitations to develop agriculture in the peri-urban areas of the municipalities of San Pedro Cholula, San Andrés Cholula and Cuautlancingo, Puebla. A survey was used and a questionnaire was applied to 30 protected agriculture producers. The information of 22 greenhouses in operation were grouped into four strata: <math><100\text{ m}^2</math>, 100-200 m^2 , 201-500 m^2 and 5,000-7,000 m^2 . A greenhouse was selected from each group and monitored during a production cycle. The results show that the characteristics of the producers and the conditions of the infrastructure and production technology are heterogeneous. Strata 1 and 2, are low technologically leveled, with little experience, self-consumption production, familiar work, use of minimal tools, use of organic products and a little technical assistance. Stratum 3 is in a low technological level, they produce for self-consumption and sale, with regular infrastructure, receive technical advice, have family and contracted labor, organic matter and agrochemicals are used, and carry out soil and water analysis. Stratum 4 is constituted by intermediate technology, market production, good infrastructure, paid specialized technical advice, big amounts of chemical products are used, water and soil analysis are carried out; in general sense it is a more stable strata. It is concluded that the social characteristics of producers are not determining in the greenhouse extension, but they are so for some of the technological components related to the soil, water and plant handling. A management plan is recommended for each stratum.

Keywords: Family farming, protected agriculture, technology, food production.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco el tiempo, dedicación y contribución de mi Profesor Consejero el Dr. Ignacio Ocampo Fletes y de mis asesores: el Dr. Engelberto Sandoval Castro, Dr. Mario Alberto Tornero Campante, Dr. Víctor Manuel Ordaz Chaparro y sinodal el Dr. Luis Alberto Villarreal Manzo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico para concluir el presente postgrado.

Al Colegio de Postgraduados Campus Puebla, por la oportunidad de realizar este proyecto de investigación.

Al Dr. Antonio Macías López por su orientación en la parte estadística de esta tesis.

Al Dr. Arturo Huerta de la Peña, Dr. Pedro Antonio López y Sr. José Hernández Osorio por el apoyo durante mis estudios.

Al Dr. Luciano Aguirre Álvarez por su colaboración para contactar a los productores del municipio de Cuautlancingo, al Ing. Oscar Manuel Pájaro Coyotl, Ing. Fernando Gregorio Sánchez del ayuntamiento de San Andrés Cholula, al Lic. Juan Carlos Blanca Lardizabal, Ing. David Cinto Tepoz del ayuntamiento de San Pedro Cholula, por proporcionarme los recursos de transporte, disponibilidad y acompañarme en los recorridos de las juntas auxiliares.

A todos los productores, especialmente a David Cinto Tepoz, Lucia Salinas Luna, Héctor Mendoza Maní y Ubaldo Cuautle Tecuatzto, quienes amablemente me brindaron la confianza e información de sus cultivos e invernaderos.

Al personal de servicios académicos, especialmente a la Lic. Karina y Lic. Javier por el apoyo en el proceso administrativo.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN GENERAL	1
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	7
3.1 Objetivos	7
3.1.1 Objetivo general.....	7
3.1.2 Objetivos específicos	7
3.2 Hipótesis.....	7
3.2.1 Hipótesis general.....	7
3.2.2 Hipótesis específicas	8
4. MARCO DE REFERENCIA.....	9
4.1 Importancia de la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero a nivel mundial	9
4.2 Programas y experiencias sobre agricultura periurbana en América Latina	10
4.3 Importancia de la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero en México.....	12
4.4 Agricultura bajo invernadero en Puebla, México.....	14
5. MARCO TEÓRICO.....	17
5.1 Seguridad alimentaria	17
5.2 Agricultura convencional.....	19
5.3 Agricultura con base agroecológica	20
5.4 Agricultura periurbana.....	24
5.4.1 Características de la agricultura periurbana	25
5.5 Producción en condiciones de invernadero en la agricultura periurbana	26
5.6 Clasificación tecnológica de los invernaderos	28

6. METODOLOGÍA	31
6.1 Características de la zona de estudio	31
6.1.1 San Pedro Cholula	32
6.1.2 San Andrés Cholula	32
6.1.3 Cuautlancingo.....	33
6.1.4 Invernaderos de la zona de estudio	33
6.1.5 Formación de grupos o estratos por superficie de invernaderos	34
6.2 Técnicas de investigación	35
6.2.1 La encuesta.....	36
6.2.2 Variables analizadas	36
6.2.3 Estudios de caso.....	37
6.3 Análisis de la informaciónn	38
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
7.1 Invernaderos activos.....	39
7.1.1 Características de los productores	39
7.1.1.1 Actividades complementarias a la agricultura en invernadero	40
7.1.2 Características de los invernaderos y tecnología de producción	41
7.1.2.1 Características de los invernaderos	41
7.1.2.2 Cultivos producidos en condiciones de invernadero.....	42
7.1.2.3 Prácticas tecnológicas usada por los productores	44
7.1.2.4 Manejo del suelo en invernadero	45
7.1.2.5 Productos químicos y orgánicos	46
7.1.2.6 Frecuencia de aspersiones para combatir a las plagas	47
7.1.2.7 Análisis de suelo y agua	47
7.1.2.8 Aplicaciones de materia orgánica	48

7.1.2.9 Aplicación de fertilizantes	50
7.1.2.10 Manejo del agua	51
7.1.2.11 Mano de obra	53
7.1.2.12 Destino de la producción y comercialización	53
7.1.3 Asesoría técnica	54
7.1.4 Opinión de los productores	56
7.1.4.1 Ventajas y desventajas de la producción en invernaderos.....	56
7.1.4.2 Futuro de la producción en invernadero	57
7.2 Manejo de la agricultura en invernadero y motivos de abandono	58
7.2.1 Manejo para la producción de cultivos	58
7.2.2 Motivos de abandono y opinión de retomar la producción en invernaderos.....	59
7.3 Estudios de caso	60
7.3.1 Preparación del suelo antes del trasplante.....	61
7.3.2 Fertilización.....	62
7.3.3 Aplicaciones foliares para la nutrición	63
7.3.4 Productos aplicados al suelo	63
7.3.5 Productos aplicados para combatir plagas y enfermedades	64
7.3.6 Cosecha y destino de la producción.....	66
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	67
8.1 Conclusiones	67
8.2 Recomendaciones	69
9. LITERATURA CITADA	72
10. ANEXOS	103

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Número de instalaciones y superficie por municipio con agricultura bajo invernadero en el estado de Puebla	15
Cuadro 2. Número de invernaderos y superficie por junta auxiliar de los municipios San Pedro Cholula, San Andrés Cholula y Cuautlancingo, Puebla.....	34
Cuadro 3. Estratos identificados de cultivo en invernadero en San Pedro Cholula, San Andrés Cholula y Cuautlancingo, Puebla	35
Cuadro 4. Características de los productores y significancia de dependencia (x^2) en relación a la superficie	40
Cuadro 5. Características de los invernaderos estudiados por estrato y significancia de dependencia (x^2) en relación a la superficie.....	42
Cuadro 6. Cultivos sembrados en los invernaderos y significancia de dependencia (x^2) en relación a la superficie	43
Cuadro 7. Prácticas para producir en los invernaderos y significancia de dependencia (x^2) en relación a la superficie	45
Cuadro 8. Preparación del suelo antes del trasplante y significancia de dependencia (x^2) en relación a la superficie	46
Cuadro 9. Tipo de materia orgánica usada en los invernaderos y significancia de dependencia (x^2) en relación a la superficie	49
Cuadro 10. Tipo fertilizante usado en los invernaderos y significancia de dependencia (x^2) en relación a la superficie	51
Cuadro 11. Manejo del agua en los invernaderos y significancia de dependencia (x^2) en relación a la superficie	52
Cuadro 12. Asesoría técnica en invernaderos y significancia de dependencia (x^2) en relación a la superficie	55
Cuadro 13. Características de los invernaderos seleccionados para el seguimiento al proceso de producción	61
Cuadro 14. Actividades para la preparación del suelo en los cuatro estratos estudiados	62
Cuadro 15. Tipo de fertilizante utilizado en los cuatro estratos estudiados	62
Cuadro 16. Aplicaciones foliares para la nutrición de los cultivos en los cuatro estratos estudiados	63

Cuadro 17. Productos aplicados al suelo en los cuatro estratos estudiados	64
Cuadro 18. Productos aplicados para combatir plagas y enfermedades	65
Cuadro 19. Acciones recomendadas para los diferentes estratos con un enfoque de sostenibilidad.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica de los municipios de San Pedro Cholula, San Andrés Cholula y Cuautlancingo, Puebla.	31
---	----

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Tipo de invernaderos por estrato. Muestra fotográfica.....	103
Anexo 2. Manejo tecnológico por invernadero. Cuatro casos	106

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Una de las preocupaciones vigentes de gobernantes, técnicos y científicos desde hace algunas décadas, es la creciente demanda de alimentos; la tasa de incremento de la población no es acompañada por un incremento similar a la de la producción de alimentos, lo cual genera un desbalance entre demanda y oferta que pone en riesgo la provisión futura de alimentos (Miralles, 2013:93). Según la FAO (2017:9) prevé que para el año 2050 la población mundial aumentará y alcanzará casi los 9,700 millones de personas, este crecimiento previsto se concentrará probablemente en África y en el sur de Asia. Por su parte, Friedrich (2014:319) menciona que con el aumento de la población se espera que la producción de alimentos se tenga que duplicar en los próximos 30 años.

Para incrementar la producción de alimentos, la agricultura protegida (en invernadero), hoy en día es un componente esencial de la actividad agrícola moderna. Esta técnica ha provocado una de las mayores transformaciones agrícolas en el mundo, pero en especial en el sureste español (Caballero *et al.*, 2015:473); por las ventajas que ofrece, los agricultores han adoptado este sistema por lo su expansión en todo el mundo se ha acelerado en las últimas dos décadas (Vargas *et al.*, 2016).

A nivel mundial, la superficie de agricultura protegida es de 373,569 hectáreas (ha); el aporte a este rubro lo hacen países como Corea del Sur (89,541 ha), Japón (87,886 ha), Turquía (61,776 ha), España (45,700 ha), Italia (39,100 ha), Holanda, Francia y EUA con cerca de 10 mil hectáreas cada uno (García *et al.*, 2016:88). Para el 2018, un informe publicado por financiera holandesa “Rabobank” bajo el título “World Vegetable Map 2018” analiza la distribución de invernaderos en el mundo y reporta que el área global total de hortalizas cultivadas bajo estas condiciones es alrededor de 500,000 hectáreas (Rabobank, 2018).

La producción de cultivos en invernaderos es de suma importancia, da una ventaja sobre la producción a cielo abierto, porque se establece una barrera entre el ambiente externo y el cultivo, creando un microclima interno que permite proteger el cultivo de condiciones adversas (viento,

granizo, plagas, etc.) y controlar factores como la temperatura, radiación, concentración de CO₂, humedad relativa, etc. (Juárez *et al.*, 2015:944), con el objetivo de aumentar la producción; para alcanzar los rendimientos potenciales y mantener una agricultura protegida sostenible, es necesario un conocimiento profundo de estos sistemas de producción (Vargas *et al.*, 2014:72). Debido a las condiciones ambientales que se viven actualmente es de gran importancia producir en condiciones de invernadero.

Por otro lado, la sociedad se ha vuelto más exigente respecto a los alimentos que consume y la forma como se producen. En este sentido, cobra importancia la agricultura periurbana que debe ser capaz de suministrar a los consumidores, alimentos frescos, sanos, nutritivos e inoctrinos en cantidades suficientes, además de producir un acercamiento entre productores y consumidores (Segrelles, 2015:4). Conjuntamente, el crecimiento de las ciudades es una característica de nuestros tiempos, debido a la migración creciente sin control que se establece en las zonas periurbanas, las cuales presentan por lo general, una serie de necesidades que deben ser atendidas, bajo un desarrollo sostenible, para generar valor económico, social, paisajista y ecológico (Hernández, 2016:18).

La agricultura protegida en territorios urbanos y periurbanos se ha promovido en muchos países debido al aumento de la población en estos espacios. El 55% de las personas en el mundo vive en ciudades y se estima que en el 2050 aumentará hasta un 13%; el aumento se ha dado de manera exponencial desde 751 millones en 1950 a 4,200 millones en 2018 (ONU, 2018), por lo que alimentar a las ciudades requiere mayor cantidad de alimentos, reto al que hoy se enfrentan todos los gobiernos (Palacios *et al.*, 2017:11).

En México, este tipo de agricultura también ha tomado gran importancia; se reportan 40,862 hectáreas sembradas con agricultura protegida (SADER, 2019); producen principalmente: tomate rojo, pepino, chile y berenjena (SAGARPA, 2017). Con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, el estado que más superficie reporta bajo algún tipo de agricultura protegida es Sinaloa, seguido de Jalisco (SIAP, 2017) y para el año 2018, el 56% de la superficie

de la agricultura protegida seguía concentrándose principalmente en estos estados: Sinaloa (20%), Jalisco (20%) y Michoacán (17%) (AMHPAC, 2018:7).

Según el SIAP (2015), en el estado de Puebla, en el 2015, existían 4,880 instalaciones de agricultura protegida (invernaderos, casa sombra, techo sombra, macro túnel, micro túnel y pabellón) con una superficie de 1,284.60 hectáreas, cultivadas principalmente con tomate rojo, chile, nopal, col, fresa, pepino, rosa de corte, flor de ornato, frambuesa y zarzamora. La agricultura protegida se reportó en 138 municipios del estado, sin embargo, la misma se concentra en 27. Para promover la agricultura periurbana y bajo invernadero, en el estado de Puebla, se han llevado a cabo diferentes programas, como el Programa Integral de Desarrollo Rural en su componente de Agricultura Familiar Periurbana y Traspatio, que inició en 2015 (SAGARPA, 2015).

En la actualidad, los municipios conurbados del área metropolitana de la ciudad de Puebla, no obstante, a su condición de urbanidad por la explosión mercantil e infraestructura para vivienda, existen productores que cultivan bajo condiciones de invernadero. Por la dinámica que prevalece en estos municipios, servicios, turismo y comercio, llama la atención las condiciones socioeconómicas y tecnológicas en que se desarrolla la agricultura de invernadero, así como los problemas que enfrentan, por lo que el objetivo de este trabajo fue analizar las características sociales de los productores (edad, sexo, escolaridad y ocupación) que producen en condiciones protegidas, la tecnología de producción que utilizan y los factores que limitan el desarrollo de este tipo de agricultura, en las zonas periurbanas de los municipios de San Pedro Cholula, San Andrés Cholula y Cuautlancingo, Puebla.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La visión antropocéntrica del ser humano, ha ocasionado la explotación de manera indiscriminada del medio ambiente y sus ecosistemas para su beneficio (Gutiérrez *et al.*, 2019:12). Los cambios en la forma de apropiación del suelo a través del tiempo han tenido repercusiones en el territorio como la presión y la especulación económica inmobiliaria a través del aumento del costo del suelo urbano, cinturones de desigualdad social del costo y tenencia de la tierra (Pérez, 2018); existe una fuerte presión por generar cambios y tendencias diferenciadas que afectan el uso del suelo y el agua en las grandes urbes y en los pueblos cercanos, en el medio rural-urbano y en el resto del territorio a partir del acelerado proceso de urbanización que involucra a toda la población nacional en búsqueda de mejores oportunidades y cercanía hacia los bienes y servicios (García *et al.*, 2019:65).

Las ciudades se encuentran en constante transformación, las cifras evidencian que en las últimas décadas el mundo ha experimentado un crecimiento urbano sin precedentes (Medrano, 2020:5) ocasionando la limitación del acceso a los alimentos y la calidad de los mismos (Méndez, 2020:8). Para el año 2050, casi 80% de la población mundial residirá en centros urbanos (De Anda, 2016:162). Lo anterior ocasiona que las zonas agrícolas de áreas periurbanas sufran la reducción del área de cultivo y cambios en la actividad agrícola y tenencia de la tierra (Álvarez y De Nóbrega, 2017:115); en estos espacios se manifiestan cambios constantes en el uso del suelo y agua (Pola *et al.*, 2017:430). Los territorios periurbanos son los que más sufren el impacto negativo de la presión de las funciones urbanas, creando tensiones y conflictos que terminan por marginar a la agricultura familiar (Segrelles, 2015:1).

La creciente población mundial demanda alimentos, por lo que el mayor desafío del siglo XXI es producir la cantidad y calidad de comida suficiente para alimentar a la creciente población mundial (Bharadwaj, 2016:4; Lira *et al.*, 2018:9), la demanda de alimentos aumentará a nivel mundial porque la población seguirá creciendo hasta alcanzar los 9,770 millones (ONU, 2017), en relación a los 7,600 millones de personas del 2017 (UNFPA, 2018); en el 2018 más de 820 millones de personas en el mundo padecieron hambre, lo cual destaca el inmenso desafío que supone lograr el

objetivo del hambre cero para 2030 (FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF, 2019:7), por lo anterior la agricultura debe incrementar su productividad para satisfacer la creciente demanda (Ortiz *et al.*, 2018:74).

En América Latina, África y Asia la agricultura urbana se ha promovido sobre todo en los sectores más vulnerables, como estrategia para mejorar la seguridad alimentaria y nutricional (Clavijo y Cuvi, 2017:72). Lo anterior como una estrategia de sobrevivencia ante el incremento de la pobreza y el aumento de precios de productos agrícolas (Ávila, 2019:3). México no está exento de los problemas anteriores; el incremento de los conflictos relacionados con la petición de alimentos para la población y la escasez de agua, son resultado del cambio de uso de suelo agrícola a urbano de manera legal mediante la edificación de casas por empresas inmobiliarias (Soto, 2015:2).

La transformación de los procesos territoriales en nuestro país durante las últimas dos décadas, obedece a un modelo económico que ha priorizado el desarrollo de los mercados globales bajo la lógica de la eficiencia y competitividad, ocasionando que la concentración espacial de los servicios, la infraestructura, los distritos industriales y de negocios se ubiquen en las principales ciudades; lo anterior ha propiciado cambios en la relación entre la urbe y su entorno, que han llevado a que la expansión y el crecimiento propio de la ciudad consuman el suelo y los recursos de los territorios contiguos (Fernández y de la Vega, 2017:2). El incremento urbano ha afectado de manera notoria las áreas dedicadas a actividades agrícolas, ya que ocupa las mejores tierras de cultivo (Gordillo y Castillo, 2017:47). Por otro lado, la acelerada urbanización amenaza los recursos forestales (Pandey y Seto, 2015:54).

Ante el crecimiento de la población estimada para 2050 en 150 millones de habitantes, será necesario contar con mayor superficie dedicada a la agricultura para satisfacer la demanda de alimentos para la población (Consejo Nacional de Población, 2015:89). Por tal situación, el gobierno federal mexicano ha promovido en el país el componente de agricultura familiar, periurbana y de traspatio (CAFPT), con la finalidad de fortalecer la seguridad alimentaria con el cultivo de hortalizas y animales (Ángel *et al.*, 2018:1137), sin embargo, al igual que otros programas han generado que los beneficios no sean sostenibles (Salazar *et al.*, 2015:2), por lo que

la dirección de un proyecto social-participativo va a depender del interés de las personas, que está vinculado a los aspectos culturales, sociales y económicos de la zona (Toral *et al.*, 2016:210).

La agricultura periurbana busca mejorar las condiciones de vida de la población participante ya que mejora la alimentación y nutrición, incluye sectores vulnerables como adultos mayores, personas con capacidades diferentes, mujeres y población desempleada, además permite ahorrar en la canasta familiar y generar ingresos complementarios con la venta de excedentes (Delgado, 2015:3); además de aportar productos frescos en áreas urbanas, también se asocia a situaciones complejas por tenencia de tierra, disponibilidad de agua y competencia por recursos humanos (Feito, 2018:1); este tipo de agricultura se encuentra bajo la influencia económica de la urbe cercana, la adopción de nuevos cultivos comerciales, debido a la cercanía de los grandes mercados urbanos (Thiébaud, 2017:153).

El estado de Puebla al igual que muchos estados de la república mexicana, ha promovido la producción en las zonas periurbanas a través de la agricultura protegida o invernadero. Este tipo de agricultura es practicada en los municipios de la zona metropolitana de la ciudad de Puebla entre los que se encuentran San Pedro Cholula, San Andrés Cholula y Cuautlancingo. Sin embargo, no existe registro del desarrollo y situación de esta actividad que permita saber si representa una alternativa para las familias que la trabajan y las posibilidades de crecimiento, así como las posibles estrategias para su manejo sostenible. Con base en lo anterior se plantearon las siguientes interrogantes:

1. ¿Qué características sociales poseen los productores que trabajan la agricultura protegida?
2. ¿Qué tipo de invernaderos y qué tecnología de producción utilizan en ambientes controlados?
3. ¿Qué problemas enfrentan los productores para desarrollar la agricultura en invernadero?

3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1 Objetivos

3.1.1 Objetivo general

Analizar las características sociales de los productores que cultivan en condiciones de invernadero, identificar la superficie, el tipo de infraestructura, la tecnología de producción que utilizan y las limitantes para desarrollarla en las zonas periurbanas de los municipios de San Pedro Cholula, San Andrés Cholula y Cuautlancingo, Puebla.

3.1.2 Objetivos específicos

1. Conocer las características sociales (edad, sexo, escolaridad y ocupación) de los productores que realizan la agricultura protegida en la zona periurbana, y las relaciones con el tamaño del invernadero.
2. Caracterizar los invernaderos con base en la superficie cultivada, en su infraestructura y la tecnología de producción utilizada por los productores, y sus relaciones con la superficie del invernadero.
3. Identificar en percepción de los productores las principales limitantes de la agricultura protegida en zonas periurbanas.

3.2 Hipótesis

3.2.1 Hipótesis general

Los sistemas de producción agrícola en condiciones de invernadero, difieren en cuanto a las características sociales de los productores, en las particularidades de la infraestructura, superficie,

tecnología de producción utilizada y sus principales limitantes están relacionadas con la falta de conocimientos y asistencia técnica especializada sobre el manejo del cultivo, en las zonas periurbanas de los municipios de San Pedro Cholula, San Andrés Cholula y Cuautlancingo.

3.2.2 Hipótesis específicas

Para probar esta hipótesis se plantearon tres hipótesis específicas:

1. Las características sociales como la edad, sexo, escolaridad y ocupación de los productores son muy heterogéneas y de éstas depende la extensión del invernadero.
2. Las características de los invernaderos y el nivel de tecnología utilizada por los productores en el proceso de producción son muy diversas, y éstas influyen en el tamaño de la superficie protegida.
3. Los escasos conocimientos del productor y la falta de asesoría técnica especializada para el manejo del cultivo protegido, son los principales problemas que enfrentan los productores y son determinantes en el tamaño del invernadero.

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 Importancia de la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero a nivel mundial

Actualmente vivimos una “era urbana”, ya que, por primera vez en la historia de la humanidad, más de la mitad de población mundial actual vive en ciudades (Brenner y Schmid, 2016:307; FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. 2019:7) y estos residentes ejercen presión sobre los recursos ambientales (Civeira, 2015:8). El abastecimiento de alimentos en las ciudades es mayoritariamente dirigido por empresas transnacionales; usa circuitos largos, estimula el uso de agroquímicos en la producción de alimentos y con frecuencia no genera precios justos; lo anterior ha llevado a la construcción de un sector alternativo que articule nuevos mecanismos de producción, distribución y consumo de alimentos (Cadavid *et al.*, 2019:53).

En las últimas décadas, se han presentado cambios importantes en la producción y el consumo de alimentos en todo el mundo, esta tendencia se vincula principalmente con una fuerte preocupación por la salud y nuevas exigencias en los gustos de los consumidores (Vázquez *et al.*, 2015:1352). En la actualidad, los productores están interesados en la búsqueda de nuevos sistemas de producción que incrementen los rendimientos y generen productos de excelente calidad (Santiago *et al.*, 2016). En la búsqueda de alternativas de producción más eficientes y sustentables, se encuentra la agricultura protegida ya que representa ventajas tales como: alto rendimiento, certidumbre productiva y la programación de volúmenes de producción (Pérez *et al.*, 2018:384).

Con este tipo de agricultura se resguardan los cultivos de las condiciones climáticas adversas y se modifica la radiación solar que incide sobre ellos, con el propósito de mejorar su productividad (Zermeño *et al.*, 2019:253; Monge, 2016:277). Este sistema de producción agrícola tiene el objetivo de proporcionar a las plantas las condiciones ideales (óptimas) para su desarrollo, y con ello expresen el máximo potencial productivo (Vargas *et al.*, 2017:11). El uso de ambientes protegidos es una herramienta que facilita el desarrollo de una agricultura competitiva e innovadora y permite proveer un producto de excelente calidad (Díaz y Monge, 2017:22; Vázquez

et al., 2015:1352). El uso más común de un invernadero es para la producción de cultivos hortícolas, debido a que la producción bajo condiciones ambientales controladas contribuye a aumentar la producción de los cultivos (Novagric, 2015).

El mapa mundial de hortalizas 2018 muestra una importancia creciente de la producción de cultivos protegidos, así como el porcentaje del mercado mundial; la facilidad de acceso al mercado es vital para países enfocados en la producción de hortalizas para exportación, tales como México, España y los países Bajos (Rabobank, 2018). Las hortalizas son una fuente fundamental de fibra, vitaminas y minerales en la alimentación humana.

La producción hortícola mundial se ha incrementado en respuesta al aumento de la población con mayor demanda en cantidad y calidad de alimentos, que incluye a los productos hortícolas en forma destacada; la agricultura es importante económica y socialmente por la generación de empleos y su participación en el producto bruto interno de cada país (Cuellas, 2015; Pérez y Juan 2016:165). La superficie de este tipo de agricultura va en aumento, según Bastida (2017:287), los países con mayor superficie de agricultura bajo invernadero son: China (3'300,000 ha), Corea del Sur (89,541 ha), Japón (87,886 ha), Turquía (61,776 ha), España (45,200), Italia (38,910), México (25,000 ha), Francia (11,190 ha), Holanda (9,330) y Estados Unidos (8,425 ha).

4.2 Programas y experiencias sobre agricultura periurbana en América Latina

En América Latina existen diversas experiencias de agricultura urbana y periurbana, incluso se ha formado la Red Latinoamericana de Investigaciones en Agricultura Urbana (Red AGUILA), que tiene como objetivo la producción de alimentos tanto para autoconsumo familiar como para la venta de excedentes (Del Ángel y Nava, 2019:99).

Desde 2015, la FAO trabaja la conformación del Programa Alimentario Ciudad-Región, de corte periurbano, en ámbitos de Medellín, Cali y Bogotá (Zuluaga y Paoli, 2016:12). En Brasil, se implementó la Política Nacional de Agricultura Urbana y Periurbana, como alternativa para la

producción de alimentos de las zonas urbanas y periurbanas; en Cuba, se creó un departamento específico de Agricultura Urbana en el Ministerio de Agricultura debido a la importante participación de la agricultura urbana y periurbana en la transformación del modelo de producción agrícola para garantizar la sobrevivencia, mientras que en Bolivia en el 2015, inició la ejecución del proyecto Promoción y Fortalecimiento de dos Mercados Agrarios Urbanos en Cadena Corta, en La Paz, para Impulsar la Agricultura Familiar (rural, urbana y periurbana) (Ávila, 2019:13-14). En Quito Ecuador, la agricultura periurbana es de vital importancia, a través del programa AGRUPAR proporcionan semillas y plántulas, imparten actividades de capacitación relativas a la producción agrícola y ayudan a desarrollar la capacidad de gestión de los participantes (Delgado, 2015:5).

En las zonas periurbanas de Viacha Bolivia, se producen hortalizas con certificación ecológica es para el propio consumo familiar y la venta de excedentes; esto ocasiona una mejora en los hábitos alimenticios, sus ingresos y las variedades de cultivo; además no realizan esta actividad individualmente sino también en sociedades (Vázquez, 2017:2). En la actualidad, en Argentina, en la horticultura periurbana bajo invernadero, coexisten múltiples y heterogéneas maneras de producir, distribuir y consumir alimentos, desde aquellos con modelos intensivos en el uso de insumos, para un consumo basado en cadenas largas de comercialización; hasta aquellos modelos como el agroecológico que producen alimentos para el consumo local y basado en cadenas cortas de comercialización (De Nicola *et al.*, 2020:441).

En la ciudad de Río Cuarto, Buenos Aires, la producción de hortalizas bajo invernadero dedicados a la producción de 12 especies hortícolas; tomate y pimiento, lechuga crespita, lechuga mantecosa, espinaca, apio, rúcula y achicoria, abastece con hortalizas de hoja durante todo el año a la ciudad y a una gran zona de influencia que abarca desde el sur y este de Córdoba, parte de San Luis y norte de La Pampa (Benencia *et al.*, 2016:11); en el área de San Pedro y Baradero, es muy importante debido a que satisface la demanda de hortalizas frescas de estas ciudades (Cuellas *et al.*, 2018:9; Prack *et al.*, 2019:58).

En la horticultura periurbana del estado de Veracruz, México, la misma gente es la que toma la decisión sobre qué establecer en el patio del hogar, los contenedores de producción de hortalizas son rentables desde el primer ciclo de producción y los insumos son accesibles (Toral *et al.*, 2016:224). En Puebla-Tlaxcala (al sureste de la capital mexicana) se ha conformado un importante espacio de producción urbana y periurbana para el abasto de los mercados orgánicos, basado en la proximidad geográfica y las cadenas cortas (Ajuria, 2017). El gobierno de la Ciudad de México ha desarrollado programas de apoyo y financiamiento (Programa de Agricultura Urbana a Pequeña Escala) para quienes realizan prácticas agrícolas urbanas y periurbanas) (Ávila, 2019:15).

4.3 Importancia de la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero en México

El consumo de diversas hortalizas en México ha crecido junto con la producción de las mismas (Espinosa y Ramírez, 2016:325). La producción hortícola en México es uno de los sectores básicos de la economía nacional al estar dedicada principalmente a satisfacer el mercado estadounidense (Flores y Villarreal, 2015:304); y constituye una fuente importante de ingresos en algunas regiones del país (Ortiz *et al.*, 2018:73). La agricultura protegida en México ha crecido enormemente en los últimos años (Sánchez *et al.*, 2017:1188; López *et al.*, 2015:26).

La producción de hortalizas en condiciones protegidas en el 2014 fue de 23,483 ha (García León *et al.*, 2018:303). En 2015, el gobierno reportó 23,251 ha, aproximadamente 80% de la producción se destinó a los mercados de exportación (casi exclusivamente a Estados Unidos) (Pratt y Ortega, 2019:5). En el 2016 las estadísticas oficiales reportaron más de 25 mil hectáreas, sin considerar acolchados y túneles bajos (SIAP/SAGARPA, 2016a:94). Para el 2018 la AMHPAC reportó una extensión superior a las 42 mil hectáreas de superficie protegida a nivel nacional. Para este mismo año, los estados con una mayor superficie de agricultura protegida fueron Sinaloa, Baja California y Jalisco, y en menor medida les siguen estados como Colima, Estado de México, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Oaxaca, Michoacán, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora y Zacatecas, que presentan un buen ritmo de crecimiento (García Sánchez *et al.*, 2018:3).

De acuerdo con la SAGARPA (2017), los principales alimentos que se obtienen mediante esta práctica en México son: tomate rojo, pepino, chile y berenjena. El tomate es la hortaliza con mayor producción, alcanzando un 69% del total de la superficie total (AMHPAC, 2018:16).

Debido a los estándares de calidad e inocuidad obtenidos en condiciones protegidas, gran parte de la producción se exporta (SIAP/SAGARPA, 2016b). En estas condiciones es posible manejar las condiciones ambientales (temperatura, humedad relativa, nutrición, agua, luz, etcétera) y algunos otros riesgos (plagas y enfermedades) para el desarrollo óptimo de los cultivos (Vargas *et al.*, 2018:55). Además, se pueden alcanzar mejores rendimientos en comparación con los obtenidos a campo abierto, pues permite prolongar el ciclo productivo del cultivo (Alvarado y Monge, 2015:17); la agricultura en ambientes protegidos facilita la obtención de mayores rendimientos de los cultivos (Villarroel *et al.*, 2019:386). Además de lo anterior, la producción de hortalizas en invernadero genera mayor calidad y rendimiento del producto (Espinosa y Ramírez, 2016:326).

Estos factores han permitido que el sector de la agricultura protegida siga creciendo y atrayendo capitales, tanto nacionales como internacionales, no solo con invernaderos, ello incluye la amplia gama de estructuras, técnica y sistemas que integran la agricultura protegida (Bastida, 2017:286).

La innovación tecnológica es un factor que se encuentra estrechamente relacionado con la transferencia de conocimientos ya sea obtenido a través de asesoría técnica o el difundido por las relaciones existentes los productores, sus proveedores y las instituciones relacionadas con la actividad reflejándose en el índice de confianza (Vargas *et al.*, 2015:839). En México, a diferencia de Estados Unidos y Canadá, el sector continúa en su etapa de expansión, con proyectos de invernaderos que van desde el uso de baja tecnología hasta los de alta tecnología, razón por la cual es importante comprender qué está sucediendo en esta rama de la producción y cuáles son sus tendencias en el ámbito nacional e internacional (Ocaña, 2015). Según Tecno Agro (2017), en nuestro país el 78% de la agricultura protegida tiene un sistema tecnológico medio-alto, el 16% mediana y 6% baja tecnología.

Con base en la importancia que tiene la agricultura protegida en nuestro país para la producción de alimentos sanos y de calidad, el gobierno mexicano cuenta con programas que apoyan a esta actividad, éstos están enfocados principalmente a infraestructura, equipamiento y servicios (SAGARPA, 2018). En México, en casi todas las regiones agrícolas continúan transitando de la producción a campo abierto a las tecnologías de agricultura protegida (Kuss *et al.*, 2016).

En nuestro país se pueden observar dos vertientes de la agricultura protegida; en la primera, se ubica el sistema empresarial y de alta tecnología del norte del país, vinculado directamente al mercado internacional, y en la segunda, que se ubica en el centro y el sur del país, predominan los pequeños productores y su vinculación con los mercados locales y regionales (Vargas *et al.*, 2016). Con respecto al tercer nivel tecnológico, los niveles más bajos los tienen los pequeños agricultores, que además tienen canales deficientes de comercialización, capital de trabajo insuficiente, baja capacidad de hacer frente a los fenómenos meteorológicos y acceso limitado a créditos (Kuss *et al.*, 2016).

4.4 Agricultura bajo invernadero en Puebla, México

Según SIAP (2015), en el estado de Puebla existían 4,880 instalaciones de agricultura protegida (invernaderos, casa sombra, techo sombra, macro túnel, micro túnel y pabellón) en los cuales se cultivaba principalmente tomate rojo, chile, nopal, col, fresa, pepino, rosa de corte, flor de ornato, frambuesa y zarzamora; los municipios que destacaban en este tipo de agricultura eran: Acatzingo, Altepexi, Aquixtla, Atlixco, Cupixtla de Madero, Chiautzingo, Chignahuapan, Epatlán, Huaquechula, Huauchinango, Ixcaquixtla, Libres, Cañada Morelos, Palmar de Bravo, Quecholac, San Felipe Teotlalcingo, San Salvador el Seco, San Salvador el Verde, San Salvador Huixcolotla, Tecamachalco, Tehuacán, Tepeyahualco de Cuauhtémoc, Tetela de Ocampo, Tlapanalá, Tochtepec y Zinacatepec. Los municipios con mayor superficie se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Número de instalaciones y superficie por municipio con agricultura bajo invernadero en el estado de Puebla.

Municipio	Instalaciones	Superficie (m²)
Tehuiztzingo	15	4,199
Amozoc	5	4188
Acajete	7	4,099
Piaxtla	7	4,066
Caltepec	11	2,277
Guadalupe Victoria	2	1,562
Acatlán	5	1,271
San Pedro Cholula	1	900
San Antonio Cañada	1	855
Ocoatepec	1	786
Juan Galindo	8	688
Naupan	6	688
Acteopan	4	653
Cohuecan	3	619
San Diego la Mesa Tochimiltzingo	3	436
Chapulco	1	397
Pahuatlán	2	311
Chila	1	261
Chinantla	1	51

Fuente: SIAP, 2015

En el estado de Puebla se han llevado a cabo programas para promover la agricultura periurbana y bajo invernadero. SAGARPA entregó 348 mil pesos en apoyo a la soberanía alimentaria con el Programa Integral de Desarrollo Rural en su componente de Agricultura Familiar Periurbana y Traspatio, se entregaron 37 módulos para producción en maceta, 50 para producción en cama biointensiva y 29 módulos hortícolas en microinvernaderos rodantes, que proveyeron de hortalizas como lechuga, brócoli, coliflor, chiles verdes, jitomate, a las familias para complementar su alimentación y, asimismo, coadyuvar en el gasto familiar (SAGARPA, 2015)

De acuerdo con SAGARPA (2016a) en su reporte Matriz de Indicadores de Resultados Programa S259 “Fomento a la Agricultura”, el gobierno federal entregó 12’792,500 para la producción intensiva y cubiertas agrícolas (PROCURA) en el estado de Puebla. El programa de fomento a la

agricultura: agricultura protegida, por medio de SAGARPA se otorgaron instalaciones de invernaderos, los municipios beneficiarios fueron: Atlixco, Aquixtla, Chiautzingo, Chignahuapan, Cañada Morelos, Chalchicomula de Sesma, Cupixtla de Morelos, Huaquechula, Ixtacamaxtitlan, Palmar de Bravo, Piaxtla, San Salvador Huixcolotla, Tecali de Herrera, Tehuacán, Tepeyahualco, Tepanco de López, Tetela de Ocampo, Tlacotepec de Benito Juárez, Xicotepec, Tlapanala, Zacapala, Zacatlán (SAGARPA, 2016b).

5. MARCO TEÓRICO

Esta investigación se enmarca en el desafío de la seguridad alimentaria, como uno de los principales problemas que enfrenta la humanidad. Para satisfacer las necesidades de alimentos se ha establecido como una estrategia la producción en condiciones de invernadero en las zonas periurbanas. Mastache *et al.* (2018:6) mencionan que, ante los procesos de la agricultura, algunos productores han empleado casi por completo el modelo agroindustrial, mientras que otros, emplean prácticas campesinas; por lo que se analiza la agricultura convencional y con base agroecológica, se conceptualiza la agricultura periurbana y la producción en condiciones de invernadero, conceptos centrales de la investigación.

5.1 Seguridad alimentaria

Según Aguilar *et al.* (2019:2) el concepto de seguridad alimentaria surge en los años setenta, basado en la producción y disponibilidad alimentaria a nivel global y nacional; en los ochenta, se añade la idea de acceso físico y económico; en los noventa se llega al concepto actual, que incorpora la inocuidad y las preferencias culturales, afirmando la seguridad alimentaria como un derecho humano. De acuerdo con De Haro *et al.* (2016:422) la seguridad alimentaria se puede definir como aquellas condiciones en las que las personas tienen acceso físico a alimentos y los medios económicos para obtenerla; por su parte Bianchi y Szpak, (2016:41) mencionan que existe seguridad alimentaria “cuando todas las personas tienen acceso en todo momento, ya sea físico, social, y económico, a alimentos suficientes, seguros y nutritivos para cubrir sus necesidades nutricionales y las preferencias culturales para una vida sana y activa”; además de lo anterior, involucra cuatro pilares: disponibilidad, acceso, utilización y estabilidad.

López y Sandoval (2018:129) mencionan que para hacer efectivo lo anterior implicaría combatir cuatro aspectos estrechamente relacionados: a) hambre por falta de disponibilidad y acceso alimentario; b) desnutrición (hambre oculta), ocasionada por ingesta suficiente de alimentos, pero carente de ciertos micronutrientes como la vitamina A o hierro; c) malnutrición, que se puede

dar no sólo por ingesta insuficiente sino también por exceso de grasas e hidratos de carbono y, d) pobreza extrema por ingreso insuficiente para alimentos.

El sistema alimentario mundial atraviesa un momento crítico, se enfrenta a un doble desafío tanto en términos de equidad social como de sostenibilidad ambiental (Calisto, 2016:216). Una transformación urgente es por lo tanto crucial para asegurar la sostenibilidad social y ambiental del sistema de distribución y producción alimentaria (Biel, 2014:207). El futuro de la seguridad alimentaria mundial es un reto importante que requerirá soluciones innovadoras y la coordinación de esfuerzos en el mundo entero (Calisto, 2016:235).

La soberanía alimentaria y la seguridad alimentaria en México son afectadas por múltiples factores, principalmente el mercado mundial (Soria y Palacio 2014:128). Estudios realizados muestran que indicadores de ingreso y gasto son los principales determinantes del nivel de bienestar en la población mexicana (Aguilar *et al.*, 2017:168); pues en éstos se refleja la incapacidad para obtener una canasta básica alimentaria, aun si se hiciera uso de todo el ingreso disponible en el hogar para comprar sólo los bienes que la conforman (De Haro *et al.*, 2016:422).

Aguilar *et al.* (2019:18) realizaron un estudio en el medio urbano usando una metodología que permitió medir y caracterizar la seguridad alimentaria desde el análisis conjunto de cuatro dimensiones: a) disponibilidad, b) acceso económico, c) estabilidad y d) calidad de los alimentos en los hogares; los resultados obtenidos muestran que sólo 2 de cada 10 hogares en México pueden considerarse con seguridad alimentaria, 8 de cada diez presentan algún problema relacionado con seguridad alimentaria y en 15% la situación de inseguridad alimentaria es grave.

Según estudios realizados por el Coneval (2016:1) indican que, a pesar de la gran cantidad de recursos y acciones dirigidos a combatir la pobreza y el hambre en México, las estadísticas muestran que 51% de la población dispone de ingresos insuficientes para cubrir el costo de la canasta básica, 18% no puede adquirir la canasta básica alimentaria y 20% presenta carencia por acceso a la alimentación.

Según Gasca y Torres (2014: 153) el acceso físico a los alimentos no representa un problema para la mayoría de los hogares en México, sin embargo, la oferta disponible no asegura que la población elija los alimentos más saludables. Para alcanzar la seguridad alimentaria de la población mexicana, se requiere un rediseño de política, estrategias tanto productivas como sociales y refuerzo a los mecanismos de gobernanza institucional (Urquía, 2014:92).

5.2 Agricultura convencional

La agricultura convencional es una transferencia de conocimientos y de tecnología agrícola de los países desarrollados a países subdesarrollados, con el fin de mejorar la producción de alimentos y reducir las hambrunas vía altos rendimientos de mono cultivos (Sabourin *et al.*, 2017:14); propicia el uso indiscriminado de productos químicos, la introducción acelerada de tecnologías y los sistemas de producción en gran escala (Jiménez y Antón, 2014:63) explota una o varias especies de plantas o animales en sistemas de cultivo y ganadería especializados y de grandes extensiones, causando externalidades negativas (Vázquez, 2015:138).

Este tipo de agricultura ha procurado controlar la producción de alimentos (Fonseca y Cleves, 2015:70); en la actualidad, es practicada en la mayoría de los países, sin tomar en cuenta los efectos negativos al ambiente y a la sociedad (Tamayo *et al.*, 2014:969); tiene aspectos socioeconómicos muy positivos (Valera *et al.*, 2014:353) y aspectos negativos desde un punto de vista medioambiental: residuos generados (sólidos y líquidos), aumento de las escorrentías y por tanto de las inundaciones (Caballero *et al.*, 2015: 492); también contamina y agota las fuentes de agua de las que depende, lo que debilita aún más el potencial productivo del sistema alimentario (HLPE, 2015:52).

En relación al suelo, su uso intensivo ha traído como consecuencia pérdida de su estructura, disminución de la materia orgánica, y de los microorganismos presentes que al realizar sus procesos metabólicos producen sustancias que contribuyen con la nutrición, y la promoción del crecimiento vegetal y mejoran la captación de nutrientes por parte de las plantas (Moreno, 2016:5).

Este tipo de agricultura reduce los rendimientos agrícolas al restringir la resiliencia y adaptabilidad del sistema alimentario (IFAD, 2014:33); se encuentra enmarcado en un paradigma tecnológico que genera dependencia de agrotóxicos y semillas genéticamente modificadas, por lo tanto, una mayor dependencia respecto de las inversiones extranjeras (García y Wahren, 2016:330).

Los agricultores se enfocan en la producción, sin considerar la cantidad de insumos utilizados y como consecuencia, no se consideran los daños ambientales (Acevedo *et al.*, 2016:101). El daño que se hace al planeta y a la propia salud con el uso intensivo y desmedido de los productos químicos es grave e irreversible (Moreno, 2016:6). Se observa que este modelo es insostenible por sus premisas sustentadas en la explotación irracional del suelo, agua y bosque creando externalidades (degradación y contaminación) que son pagados por la mayoría para enriquecer a unos cuantos (Landerero *et al.*, 2016:17).

Por si fuera poco, este sistema ha generado pérdida de diversidad cultural y ello se expresa en la tecnología de producción (Tamagno *et al.*, 2018:2). Por lo anterior es necesario concientizar a los políticos, técnicos, agricultores y todo aquel que de alguna u otra manera esté involucrado, sobre la importancia de considerar a todas las áreas que están relacionadas con la agricultura y ver al ambiente como un sistema integrador y no solo como un receptor de los residuos de producción.

5.3 Agricultura con base agroecológica

En un escenario de crecimiento demográfico, cambio climático y degradación de los ecosistemas naturales, la agroecología constituye una alternativa que permite generar más alimentos y hacerlo de manera sustentable (Migliorati, 2016:226); ya que las prácticas de la agricultura convencional han contribuido significativamente a su deterioro (Rosset y Martínez, 2016:282).

Se anticipa que el cambio climático cause impactos sobre la producción agrícola que serán diversos, severos y específicos según la ubicación geográfica; ocasionando con ello, los niveles de producción de alimentos y el abastecimiento de los mismos (Nicholls *et al.*, 2015b:7). Las estrategias agroecológicas más eficaces son las que podrán ser más resilientes ante esta situación.

Los sistemas de producción sostenibles con base agroecológica, integran diversidad de especies de cultivos, animales y árboles, mediante diseños complejos, en campos de diferentes dimensiones, para favorecer multifunciones que reducen prácticas degradativas e insumos externos, así como aumentan servicios ecológicos (Vázquez, 2015:138).

Cuba ha dado importancia a la agricultura sostenible y ha implementado algunas prácticas agroecológicas, tales como la rotación de cultivos y los policultivos de las cuales existen diversidad de sistemas (Leyva *et al.*, 2016:222), de la misma forma se han realizado innovaciones para complejizar los sistemas de cultivo, prácticas que se han incrementado por la necesidad a la adaptación al cambio climático (Vásquez *et al.*, 2017:195). La producción artesanal de abonos orgánicos por los propios agricultores, principalmente de humus de lombriz y compost, ha alcanzado seis y quince millones de toneladas respectivamente, que se utiliza para la agricultura urbana, suburbana, fincas de campesinos y pequeñas áreas de autoconsumo, entre otras (Martínez y García, 2016:116).

En relación al manejo de plagas, se ha consolidado el control biológico de éstas, pues según (CNSV, 2016:11) 1,300 toneladas de bioplaguicidas, 15 mil millones de entomófagos (*Trichogramma*), y 900 mil nematodos entomopatógenos, se aplican en más de 1.5 millones de hectáreas anualmente. De acuerdo con (Vásquez, 2014:321) un resumen acerca del manejo agroecológico de plagas, ilustra las innovaciones realizadas para adoptar el enfoque agroecológico en la producción agropecuaria. La agroecología representa una propuesta medular en el avance que se propone el estado cubano hacia un nuevo paradigma de desarrollo, producto a las alternativas en consonancia con el medio ambiente que propone, para llegar a niveles de producción que conduzcan a una sostenibilidad alimentaria (Jiménez y Antón, 2014:64).

En México, las consecuencias de la agricultura convencional han llevado a buscar alternativas para la producción de alimentos. Cruz (2015:46) reportó en un estudio realizado en Calakmul, Campeche, que la aplicación de fertilizantes orgánicos en comparación con los fertilizantes químicos en el cultivo de tomate favorece el mantenimiento de los nutrimentos en el suelo tales como P, N, MO, K. Orozco *et al.* (2016:441) mostró en un estudio realizado en el municipio de

Guerrero, Chihuahua, que un manejo orgánico agroecológico (biofertilización) influye positivamente en la capacidad de almacenamiento de agua (10.36%), CIC (83.05%), M.O. (24.41%) y la biomasa microbiana del suelo (113.99%), mientras que en la fertilización química los porcentajes son menores. Benítez *et al.* (2015:4) evaluaron la actividad microbiana en suelo de agroecosistemas con manejo agroecológico y convencional en los campos experimentales de la UACH, Texcoco, México, los resultados mostraron que el sistema agroforestal con manejo agroecológico presentó mayor actividad, debido a la constante incorporación de materia orgánica al suelo y a una menor intensidad de laboreo; en los agroecosistemas con manejo convencional la incorporación de materia orgánica es menor y se presenta una mayor intensidad de laboreo, lo que repercute en una menor actividad de los microorganismos en el suelo.

Tamayo *et al.* (2014:976), realizaron un estudio comparativo entre unidades productivas de chile habanero del municipio de Peto, Yucatán, donde se evidenció la ventaja en lo referente a costos de producción, a favor del modo agroecológico, de igual manera se detectó mayor capacitación de los productores agroecológicos, así como mayor definición en las vías de comercialización hacia donde dirigen su producción o productos transformados, eliminando así el intermediarismo. La resistencia de cambio de los no agroecológicos es muy elevada, para lograr un cambio en su manera, se necesita sensibilización y mostrarlas bondades de cultivar mediante la agroecología, resaltando no solo la parte ambiental, sino también la parte económica y productiva.

En un estudio realizado en el municipio Tlajomulco de Zúñiga, del Área Metropolitana de Guadalajara, se evaluó la multifuncionalidad de la agricultura (MFA), esto permitió encontrar una relación directa con el tipo de manejo y el nivel de MFA, quienes tienen un manejo campesino reflejan mayor multifuncionalidad, caso contrario con quienes tienen prácticas convencionales (como el uso de paquetes tecnológicos), quienes generan menos funciones; por otra parte, que en la dimensión social y cultural la función de construir el tejido social y mantener su identidad campesina, puede facilitar otros procesos como disminuir el uso de agroquímicos (Mastache *et al.*, 2018:6).

Sin embargo, el manejo agroecológico de la agricultura no se logra mediante la simple implementación de una serie de prácticas sino por la correcta aplicación de los principios de la agroecología, para lograr efectos diferentes sobre la productividad, estabilidad y resiliencia de los sistemas agrícolas (Nicholls *et al.*, 2016:6). La agroecología se ocupa no solo del diseño de sistemas agrícolas sino también de estructurar sistemas alimentarios alternativos en contextos socioeconómicos, culturales y medioambientales específicos (Pitta y Acevedo, 2019:16), y es capaz de ofrecer una respuesta frente a los problemas del modelo agropecuario actual (Gabella *et al.*, 2019:53), además es aceptada por consenso internacional como capaz de equiparar o aumentar la producción de alimentos a nivel mundial y con menor efecto sobre el ambiente (FAO, 2014:71). La seguridad alimentaria mundial, la preservación ambiental, así como un incremento en los medios de vida de los agricultores, deberían ser las principales metas de un sistema agrícola sustentable (Verhulst *et al.*, 2015:10).

Según Reganold y Wachter (2016:1) basados en investigaciones realizadas, los sistemas orgánicos podrían presentar rendimientos menores en comparación con la agricultura convencional; sin embargo, son más rentables, ambientalmente amigables y producen alimentos iguales o más nutritivos que no contienen o contienen menos residuos de plaguicidas. Se ha comprobado que la presencia de materia orgánica y de microorganismos mejora las condiciones químicas, físicas y biológicas del suelo a largo plazo y beneficia la protección y el rendimiento de los cultivos (Castro *et al.*, 2015:34). En las últimas décadas, el uso de abonos orgánicos ha cobrado importancia pues cada día se busca fomentar las prácticas agrícolas que armonicen con el cuidado del ambiente, además mejora las condiciones de suelos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y por la sobre explotación de los recursos naturales.

Moreno *et al.* (2014:170) utilizaron vermicompost en el cultivo de melón bajo invernadero y éste logró satisfacer la demanda nutritiva de esta especie, por lo que se fortalece la idea de que este tipo de abonos tienen potencial para soportar el desarrollo de las especies vegetales, cuando se emplean como parte de los sustratos de crecimiento, independientemente del tipo de estiércol utilizado para la elaboración del vermicompost. Para el control de plagas, en la mayoría de los invernaderos se hace uso de químicos, existen otras alternativas para el manejo de plagas.

Morales *et al.* (2014:183) reportan el control de cogollero del tomate (*Tuta absoluta*) con manejo biológico y etológico, los resultados muestran que la acción combinada de control con feromona sexual con feromona y liberaciones periódicas de avispas de la especie *A. gelechiidivoris* presenta una mayor efectividad y constancia en el control de larvas de *T. absoluta*. Por lo que es posible eliminar el manejo convencional en la agricultura bajo invernadero. Marín *et al.* (2017:28) evaluaron el efecto de la fertilización orgánica y convencional en el cultivo de papa en invernadero los resultados mostraron que ambas fertilizaciones presentaron el mayor rendimiento sin diferencia significativa entre ellos, aunque la fertilización convencional ocasionó una mayor residualidad en el suelo.

5.4 Agricultura periurbana

La población a lo largo del mundo está creciendo y se está convirtiendo predominantemente en urbana, lo que obliga a evaluar de nuevo cómo se conservan y se gestionan los espacios periurbanos y cómo son alimentados los habitantes urbanos (Ackerman, 2014:290). La zona periurbana ha recibido diversas denominaciones tales como: la periferia urbana, franja urbana el rur-urbano, la ciudad difusa, la frontera campo-ciudad, la ciudad dispersa, territorios de borde, borde urbano/periurbano, el contorno de la ciudad, extrarradio, exurbia, etc. (Barsky, 2014:28).

La agricultura urbana y periurbana está definida principalmente por su localización y a la vez por la dependencia de recursos y actividades propias del ámbito urbano, este supuesto genera incertidumbre respecto a los límites que configura el funcionamiento de las ciudades y su dinámica con las prácticas agrícolas (Ermini *et al.*, 2017:280). De acuerdo con Pölling *et al.* (2016:368) y, Filippini (2015:17), mencionan que la agricultura periurbana tiene como objetivo aprovisionar de alimentos y asegurar la seguridad alimentaria. Sislian (2014:19) reporta que dependiendo de la superficie pueden tener otras actividades como la ganadería, la silvicultura o la pesca, pudiendo abarcar, también, desde la mini agricultura intensiva y de subsistencia a la agricultura comercial.

La agricultura periurbana es aquella que se desarrolla en los territorios circundantes a las ciudades, este tipo de agricultura contribuye a la seguridad alimentaria en las grandes urbes, mediante la

provisión de alimentos frescos (Feito *et al.*, 2019:32, Yacamán, 2017:41, 2018:17); explotan intensivamente granjas comerciales para el cultivo hortícola o de otros productos relacionados, la crianza de pollos y otros animales de producción pecuaria (Carrero, 2017:11).

La cercanía al mercado consumidor urbano garantiza el desarrollo del comercio de proximidad y donde se produce un acercamiento entre los productores y los consumidores (Segrelles, 2015:4); al recortar la distancia, se reduce el uso y la dependencia de los combustibles fósiles y se recortan los costos asociados al transporte, siendo este asunto fundamental en el papel que está llamada a tener la agricultura periurbana en la mitigación de las externalidades negativas del metabolismo urbano (Montasell y Callau, 2015:145).

La agricultura periurbana tiene finalidades diversas, en algunos casos autoconsumo, para mejorar los ingresos familiares (Herrador y García 2016:12), si bien estos emprendimientos procuran generar alimentos de autoconsumo en una primera instancia, el crecimiento de los mismos proporciona excedentes que se comercializan hacia el interior de las ciudades (Lorda *et al.*, 2018:407).

Sislian (2014:21) considera que los aportes atribuibles a la agricultura periurbana son: la generación de fuentes de trabajo e ingresos y el abastecimiento de alimentos en calidad y cantidad; los principales riesgos se hallan relacionados fundamentalmente con la salud y el medio ambiente, los cuales se deben al uso inadecuado o excesivo de insumos agrícolas (plaguicidas, nitrógeno, fósforo, materia orgánica sin tratar que contienen residuos nocivos como por ejemplo metales pesados).

5.4.1 Características de la agricultura periurbana

Según Sislian (2014:39) la agricultura periurbana se caracteriza por:

a. El desarrollo de cultivos intensivos (hortalizas, hierbas, frutales), cría de pequeños animales domésticos, lechería y ocasionalmente, cereales. (La consideración adicional de la cría de

pequeños animales domésticos y la lechería, podrían bien cambiar el concepto de “agricultura periurbana” a “actividad agropecuaria periurbana”).

- b. El predominio de productores de pequeña escala, agricultores familiares y campesinos y emprendedores individuales o sociedades bajo la lógica empresarial.
- c. El desarrollo de métodos de cultivo adaptados a las condiciones del espacio y con arreglo al tipo de producción, en ocasiones con uso de capital y/o la mano de obra más intensivo que en las zonas rurales.
- d. El agregado de valor en determinados productos, mayor en el caso de la ganadería y, por lo general, mínimo en el caso de la horticultura.
- e. La utilización de técnicas de elaboración y almacenamiento que requieren pocos insumos.
- f. El destino de la producción variable de acuerdo al tipo de productor: centrada en el autoconsumo y/o de subsistencia en los casos de la agricultura de base familiar o campesina, el intercambio de vecindad y comercialización del excedente en el mercado local y eventualmente en ciudades cercanas o en algunos casos el abastecimiento de grandes ciudades fuera del territorio local.

La agricultura periurbana tiene la función de contribuir con los sistemas urbanos de producción alimentaria, promoviendo y fortaleciendo la seguridad alimentaria y nutricional ya que gran parte de los productos se destina al consumo propio o a la comercialización en mercados locales además de beneficiar a la población directamente implicada en las actividades o próxima a su dinámica debido a la producción y/o adquisición de alimentos frescos (Ribeiro *et al.*, 2015:731).

Los pequeños productores de la horticultura periurbana producen verdura de hoja (lechuga, espinaca, acelga, etc.) y verduras de estación (Mosca, 2019:89). En la agricultura periurbana más de la mitad (entre el 56% y el 60%) del factor trabajo permanente es aportado por el productor y por su familia, el resto proviene de mano de obra contratada (García y González, 2015:7).

5.5 Producción en condiciones de invernadero en la agricultura periurbana

La horticultura protegida se presenta como una opción viable ante el cambio climático para agricultores familiares y periurbanos (Zarza *et al.*, 2018:7). En México, se estima que 80% de la

producción hortícola bajo cubiertas plásticas se lleva a cabo en suelo. De acuerdo con Andrada (2018:29), un invernadero como artefacto técnico productivo permite: especular con el periodo de oferta, maximizar la calidad de los productos, mejorar eficacia en el proceso productivo, brindar una mayor productividad, y finalmente, obtener una favorable relación costo/ingreso.

Los invernaderos se pueden clasificar de diferentes maneras, sin embargo, los más comunes y que predominan en el mercado nacional, son los siguientes (FIRA, 2011:20):

1. Túnel o monocapilla. Es una nave de un solo túnel de techo curvo, con ventilación lateral.
2. Multitúnel o arco. Está formado por grupos de túneles con techos en forma de arco, en donde la ventilación es lateral. Son aerodinámicos, con buena resistencia al viento y buena captación de radiación solar. El arco del techo es continuo y no permite tener ventanas cenitales.
3. Invernadero multitúnel con ventana cenital. Son invernaderos similares al de arco, pero pueden estar formados por dos arcos –uno arriba del otro- que permiten tener una ventana cenital (en la parte más alta) por donde se puede extraer el calor que se acumula en esa parte del invernadero. Otros modelos presentan un solo arco al que se le adaptan ventanas cenitales de diferentes modalidades (curvas, rectas, sencilla o doble en forma de mariposa). Estos invernaderos presentan una salida de aire caliente (que se eleva por ser menos denso) que es extraído por la formación de corrientes convectivas, por lo que son adecuados para climas calientes y tropicales.
4. Invernadero diente de sierra. Los techos de estas estructuras son curvos en su mayoría, aunque pueden ser rectos, pero un lado siempre es de mayor altura que el otro, por lo que el agrupamiento de túneles presenta la forma de los dientes de una sierra. La ventilación se da en los espacios donde se unen una parte alta con una baja.
5. Invernadero en capilla o a dos aguas. El techo es de dos aguas que se unen en la parte central, que es la más alta. Este tipo de estructura es frecuentemente utilizada con cubiertas de vidrio,

conocidos también como tipo holandés o venlo. La inclinación de sus techos no permite la formación de bolsas de agua.

6. Invernadero tipo parral o casa sombra. Son estructuras formadas por postes y alambres de unos 3 metros de altura y anchos de 20 o más metros sobre los que se tiene un tejido de alambre que soporta una malla anti-áfidos y que puede ofrecer cierto porcentaje de sombreado. Se tienen versiones en las que al techo se les coloca plástico de invernadero para dar protección contra la lluvia y los excesos de humedad. La ventilación es a través de las paredes laterales. Los techos tienen poca pendiente por lo que se producen estancamientos de agua y se dificulta su salida. El contacto de la malla de alambre, así como el encharcamiento de agua favorecen la ruptura de los plásticos. Su mayor uso es en zonas semiáridas del norte y noroeste del país, debido a la baja precipitación.

5.6 Clasificación tecnológica de los invernaderos

Según la Real Academia Española (RAE, 2020), tecnología es una palabra de origen griego, formada por *téchnē* (arte, técnica u oficio) y *logía* (el estudio de algo). Es la aplicación de un conjunto de conocimientos y habilidades con el objetivo de conseguir una solución que permita al ser humano desde resolver un problema determinado hasta el lograr satisfacer una necesidad en un ámbito concreto.

De acuerdo con Molina (2015:10) el concepto de tecnología se construye desde cuatro categorías: 1) artefactos, materiales e instrumentos, 2) aspectos sociales y culturales, 3) sistemas, conocimientos y procesos, y 4) aplicación de la ciencia.

Polar *et al.* (2017:5) menciona que el potencial para la adopción de una tecnología agrícola está en función de distintos factores y sus interacciones: factores internos: son la base para las posteriores decisiones que toman hombres y mujeres en torno a la tecnología e incluyen elementos de contexto productivo (condiciones sociales, políticas, ambientales, económicas, culturales), elementos de cultura, historia y educación, y roles de género; factores tecnológicos: son inherentes a la tecnología y su uso, incluyendo: a) características técnicas, estructurales y operativas de la

tecnología; b) los cultivos para los cuales esta tecnología está destinada; y c) los insumos o servicios necesarios para su operación y factores externos: están relacionados al acceso a recursos productivos (tierra, capital, trabajo), acceso físico a las zonas productoras y acceso a información

Según Ortega *et al.* (2017:22) los invernaderos se clasifican por niveles alto, medio o bajo según las tecnologías que se le adapten, con la que se crean condiciones óptimas de radiación, temperatura, humedad y dióxido de carbono que permiten mejorar la producción agrícola.

De acuerdo con Pratt y Ortega (2019:11) la agricultura protegida en México generalmente se divide en tres categorías: invernaderos de tecnología alta, invernaderos de tecnología baja y casas sombra, y una cuarta categoría intermedia, dependiendo de la tecnología utilizada.

Tecnología alta: utiliza invernaderos completamente cerrados, aislados del suelo y del aire circundante; sustratos inertes en lugar de suelos; riego de precisión por goteo, microaspersión o fertirrigación, y automatización de las aguas; fertilizantes de precisión y otros productos químicos, con ajuste constante durante el ciclo de cultivo para tener en cuenta los cambios en el clima (a corto y largo plazo).

Tecnología baja: se refiere a estructuras de protección rudimentarias (es decir, túneles de plástico sobre soportes semirrígidos) que protegen los cultivos frente a las lluvias torrenciales, la sequía, el sol y el calor excesivos, y otras condiciones adversas.

Casa sombra: es una versión específica de la agricultura protegida de tecnología baja, consiste en colocar una cubierta protectora y permeable sobre la tierra, casi siempre en sistemas previos de producción extensiva de campo abierto (escenario sin cambios), para aumentar la productividad y disminuir los diversos riesgos de la producción.

Tecnología media: se refiere a sistemas de producción que están completamente o casi completamente aislados del aire y protegidos de la lluvia gracias a una cubierta de malla de sombra, donde la producción suele realizarse con sustrato o una combinación de sustrato y suelos.

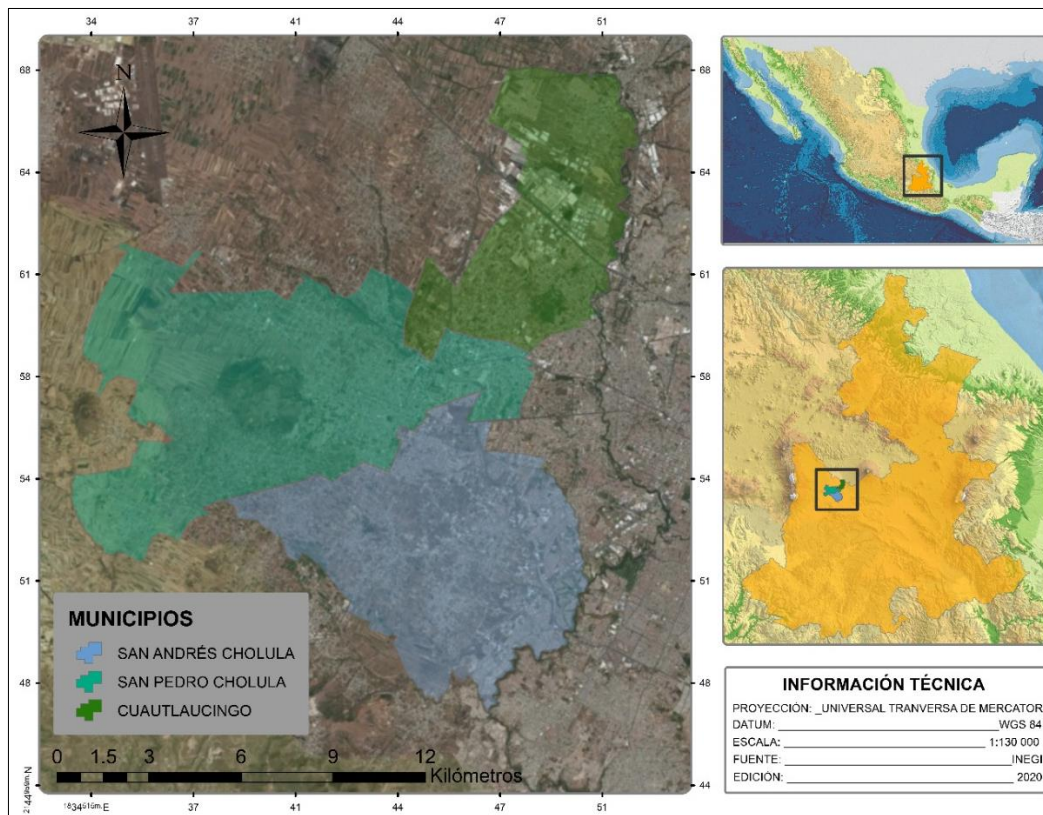
Por su parte la AMHPAC clasifica las tecnologías de producción bajo esquemas protegidos en tres diferentes; tecnología activa: tiene un control climático (automatizado), de calderas, capacidad para sembrar en hidroponía, plástico y cristal, entre otros; tecnología semi-activa: plástico, con sistemas semi-automatizados (calefacción, ventilación, riego, enfriamiento, etc.) y tecnología pasiva: no tiene automatización, es cubierta de plástico o malla, expensas a los cambios climáticos (AMHPAC, 2018:14).

En función de su periodo de vida útil y a la tolerancia a los desplazamientos de la estructura de cubierta, existen dos clases: a) estructuras de invernaderos unitarios o en batería y b) estructuras tipo casa-sombra, macro y micro túneles (Ortega *et al.*, 2014:262).

6. METODOLOGÍA

6.1 Características de la zona de estudio

El estudio se realizó en la parte centro-oeste del estado de Puebla, en los municipios de San Pedro Cholula, San Andrés Cholula y Cuautlancingo, que forman una sola zona urbana colindante con la ciudad de Puebla (Figura 1).



Fuente: Villafuerte González Rosa Judith, 2020, con datos de INEGI, 2019. Datos vectoriales. Marco geostatístico 2019. <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/>

Figura 1. Ubicación geográfica de los municipios de San Pedro Cholula, San Andrés Cholula y Cuautlancingo, Puebla.

6.1.1 San Pedro Cholula

Se localiza en la parte centro-oeste del estado de Puebla, colinda al norte con el municipio de Juan C. Bonilla y el municipio de Coronango, al noreste con el municipio de Cuautlancingo, al este con el municipio de Puebla, al sur con el municipio de San Andrés Cholula, al suroeste con el municipio de San Jerónimo Tecuanipan, al oeste con el municipio de Calpan y el municipio de Huejotzingo. Sus coordenadas geográficas son, latitud norte: paralelos 19° 01' 30" y 19° 06' 42" longitud occidental: meridianos 98° 15' 06" y 98° 24' 00" con altitud de 2,080 msnm (INAFED, 2018).

De acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal de San Pedro Cholula 2014-2018 el municipio cuenta con una superficie de 76.32 km², la superficie agrícola es de 3,729.27 hectáreas, de acuerdo con los datos del programa municipal de desarrollo urbano sustentable, de las cuales 1,939 hectáreas son de temporal, mientras que el 48% restante son de riego, el agua proviene de pozos profundos y el método de riego utilizado es rodado (gravedad). Dentro de los productos agrícolas de mayor importancia económica, se encuentran principalmente las hortalizas, debido a que estos productos presentan una mayor rentabilidad para el campesino, dentro de este rubro se encuentran el cebollín, cilantro, perejil, rábano, coliflor, col, lechuga, brócoli, espinaca, nopal, calabacita, huauzontle, chícharo y ejote. La población para el 2015 fue de 129,032 habitantes (INEGI, 2015).

6.1.2 San Andrés Cholula

Se localiza en la región centro-occidental del estado de Puebla, colinda al noroeste y norte con el municipio de San Pedro Cholula, al noreste y este con la ciudad de Puebla, al sur con el municipio de Ocoyucan, al oeste con el municipio de San Gregorio Atzompa y al extremo oeste con el municipio de San Jerónimo Tecuanipan. Sus coordenadas geográficas son, latitud norte: paralelos 18° 59' 12" y 19° 03' 24" longitud occidental: meridianos 98° 15' 06" y 98° 20' 42", a una altitud de 2,150 msnm (INAFED, 2018).

De acuerdo con información obtenida del prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos (2009:2), la superficie de este municipio es de 62 km², la superficie agrícola de riego y de temporal es de 2,356 hectáreas, el resto 38.4 km² corresponden a la zona urbana; los productos agrícolas que se cultivan se encuentran el maíz, el frijol y forrajes. Para el 2015 la población fue de 137,290 habitantes (INEGI, 2015).

6.1.3 Cuautlancingo

De acuerdo con INAFED (2018) se localiza en la parte centro oeste del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son, los paralelos: 19° 04' 54" y 19° 09' 36" de latitud norte y los meridianos: 98° 13' 18" y 98° 17' 36" de longitud occidental. Colinda al norte con el estado de Tlaxcala, al sur con los municipios de San Pedro Cholula y con la ciudad de Puebla, al este con los municipios de Tlaxcala y la ciudad de Puebla, al oeste con el municipio de Coronango. Tiene una superficie de 38.17 km² que lo ubica en el lugar 191 con respecto a los demás municipios del estado. Según Tochiuitl *et al.* (2016:36) en el año 2010 este municipio contaba con 1,741 hectáreas de superficie agrícola de riego y de temporal. Para el 2015 la población fue de 112,225 habitantes (INEGI, 2015).

6.1.4 Invernaderos de la zona de estudio

Inicialmente se planteó seleccionar los invernaderos a partir de información disponible, pero se carece de ésta, por lo que, a través de recorridos de campo por las juntas auxiliares se elaboró el padrón de invernaderos de los tres municipios. En San Pedro Cholula se identificaron en 8 juntas auxiliares 18 invernaderos, de los cuáles ocho están en el abandono. En San Andrés Cholula se localizaron en dos juntas auxiliares, siete invernaderos activos, y en Cuautlancingo, en dos juntas auxiliares se identificaron cinco invernaderos funcionando con tecnología de producción orgánica (Cuadro 2). El sondeo visual para identificar sistemas de producción agrícola bajo cubiertas plásticas (invernaderos), a nivel del suelo y la mayoría de las veces, desde la calle, es limitado, ya que muchas veces la vista no alcanza llegar hasta el traspatio o hasta los solares de las viviendas.

Cuadro 2. Número de invernaderos y superficie por junta auxiliar de los municipios San Pedro Cholula, San Andrés Cholula y Cuautlancingo, Puebla.

Municipio y junta auxiliar	Coordenadas	Número de invernaderos	Superficie
San Pedro Cholula			
Santa María Acuexcomac	19° 02' 23" 98°23'06"	3	40, 40, 7,000
Santa Bárbara Almoloya	19° 05' 54" 98°18'21"	2	40, 272
San Juan Tlautla	19° 05' 26" 98°20'59"	3	45, 90, 500
San Diego Cuachayotla	19° 05' 04" 98°19'26"	1	400
		1*	200
San Sebastián Tepalcatepec	19° 05' 29" 98°20'00"	1	180
San Matías Cocoyotla	19° 04' 45" 98°18'36"	3*	40, 40, 60
San Cristóbal Tepontla	19° 04' 10" 98°19'35"	1*	60
San Agustín Calvario	19° 03' 24" 98°19'53"	3*	40, 40, 40
San Andrés Cholula			
San Luis Tehuiloyocan	19° 01' 54" 98°19'26"	6	100, 104, 180, 400, 5,000, 5,000
San Francisco Acatepec	19° 01' 18" 98°18'21"	1	6,000
Cuautlancingo			
San Lorenzo Almecatla	19° 08' 34" 98°14'05"	3	80, 120, 194
Nuevo León	19° 05' 21" 98°17'20"	2	8.6, 27.2

*Invernaderos abandonados

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

6.1.5 Formación de grupos o estratos por superficie de invernaderos

Una vez generada la información para los 30 invernaderos (22 en funcionamiento y 8 en abandono), se realizó una agrupación sólo de los 22 invernaderos en funcionamiento de los que se generó información reciente; en el resto los productores no recordaban datos precisos porque no estaban desarrollando la actividad. Fue utilizado como criterio básico la superficie del invernadero para hacer la estratificación con el objetivo de formar diferencias tecnológicas, además de que los diversos programas de gobierno apoyaron agricultores con módulos de 40 a 100 m².

Se formaron cuatro grupos o estratos: 1. < 100 m², 8 invernaderos; 2. entre 100 y 200 m², 6 invernaderos; 3. entre 201 y 500 m², 4 invernaderos, y 4. entre 5,000 y 7,000 m², 4 invernaderos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Estratos identificados, de cultivos en invernadero en San Pedro Cholula, San Andrés Cholula y Cuautlancingo, Puebla.

Estratos identificados	Número de invernaderos	Uno <100 m ²	Dos 100-200 m ²	Tres 201-500 m ²	Cuatro 5,000-7,000 m ²
San Pedro Cholula					
Santa María Acuexcomac	3	40, 40			7,000
Santa Bárbara Almoloya	2	40		272	
San Juan Tlautla	3	45, 90		500	
San Diego Cuachayotla	1			400	
San Sebastián Tepalcatepec	1		180		
San Andrés Cholula					
San Luis Tehuiloyocan	6		100, 104, 180	400	5,000, 5,000
San Francisco Acatepec	1				6,000
Cuautlancingo					
San Lorenzo Almecatla	3	80	120, 194		
Nuevo León	2	8.6, 27.2			
TOTAL	22	8	6	4	4

Fuente: Elaboración propia con información de campo.

6.2 Técnicas de investigación

La investigación se abordó con un enfoque cuantitativo con el objetivo de captar los datos y la información necesaria para lograr los objetivos planteados respecto a los aspectos sociales de las familias, la tecnología de producción y las limitantes para la producción en condiciones de agricultura protegida en los municipios conurbados estudiados.

6.2.1 La encuesta

Se aplicó un cuestionario a 30 productores (censo) durante el periodo de enero a julio de 2019. El número de productores entrevistados por municipio, fueron: San Pedro Cholula, 18; San Andrés Cholula, 7 y Cuautlancingo, 5. Para iniciar la relación con los productores que producen en condiciones de invernadero, se tuvo un acercamiento con las autoridades municipales de los ayuntamientos de San Pedro Cholula y San Andrés Cholula. En el caso de Cuautlancingo, el acercamiento fue a través del investigador del Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, que asesora la agricultura periurbana.

Con acompañamiento de personal de los ayuntamientos se realizaron recorridos en cada junta auxiliar para identificar a los productores con invernadero. Para aplicar el cuestionario, se utilizó la técnica conocida como bola de nieve (Mendieta, 2015). En esta técnica, el proceso inicia con un participante que puede llevar a otros, a todos los participantes se les hace la misma pregunta; se utiliza cadena de referencia a partir de uno o dos sujetos nada más, no hay espacialidad geográfica, no se ajusta tiempo y grupos o informantes potenciales.

El cuestionario estuvo integrado por 12 apartados (datos del entrevistado, características del invernadero, manejo del suelo, agua y cultivo, cosecha, sustratos, asesoría técnica, motivos por los que produce en invernadero y conocimientos sobre el manejo del suelo, perspectivas de este tipo de agricultora y motivos de abandono). El cuestionario se formuló de 98 preguntas. Por el número reducido de productores con invernadero se realizó un censo (30 productores). Del total de productores, 22 continuaban produciendo en invernadero en el momento de la aplicación del instrumento, y 8 los tenían en desuso.

6.2.2 Variables analizadas

De acuerdo a los objetivos e hipótesis se analizaron las siguientes variables.

1. Características sociales de los productores. Edad, sexo, escolaridad y ocupación.

2. Características del invernadero. Tipo de invernadero, superficie, materiales de la estructura y cubierta, disponibilidad de agua, sistema de producción, cultivos, equipo de trabajo.
3. Tecnología de producción en el invernadero. Preparación del suelo, materia orgánica, análisis de suelo y agua, sistema de riego, fertilizantes utilizados y aplicación de los mismos en el agua de riego, nutrición vegetal, control de plagas y prevención de enfermedades, cosecha, rotación de cultivos, tipo de siembra y ciclos de producción al año.
4. Asesoría técnica y comercialización. Áreas en las que requiere apoyo externo, costos, frecuencia y destino de la producción

6.2.3 Estudios de caso

Con el objetivo de conocer a detalle el proceso de producción y las diferencias relacionados con el área de los invernaderos, se utilizaron como criterios para la selección: la superficie de producción, invernaderos en buen funcionamiento y la disponibilidad y accesibilidad de los productores para proporcionar la información.

Se seleccionaron cuatro invernaderos, uno de cada grupo, a los que se les dio seguimiento durante un ciclo de producción (de enero a septiembre de 2019). Se realizaron visitas semanales en cada uno, dos invernaderos por día, uno por la mañana y el otro por la tarde. En San Juan Tlautla, San Lorenzo Almecatla y Santa Bárbara Almoloya, se entrevistó a los dueños de los invernaderos; en San Francisco Acatepec, además del dueño se entrevistó al asesor técnico. Se registró información sobre el manejo tecnológico, principalmente el suelo, el agua (número de riegos), la nutrición, plagas y enfermedades (productos aplicados: fertilizantes, insecticidas, fungicidas, dosis) y rendimientos.

Para registrar la información se usó una libreta de campo. Se registraron las actividades realizadas de la semana anterior a la visita. Para el caso de Santa Bárbara Almoloya y San Francisco Acatepec, la información generada en la entrevista se corroboró con la información registrada en la bitácora de actividades. La información se complementó con la observación directa, recorridos

dentro de los invernaderos y la participación en las diferentes actividades, como el riego, la aplicación de abonos, cosecha, selección de frutos y empaque.

6.3 Análisis de la información

La información levantada en los 22 invernaderos en activo, se sistematizó mediante la base de datos Excel y se analizó usando el paquete estadístico SPSS versión 22. Mediante la técnica de estadística descriptiva se elaboraron varios cuadros de información. En algunas de las variables se hizo la prueba del Chi cuadrado (X^2), que muestra la significancia de dependencia entre dos variables.

Por otro lado, la información de los 4 invernaderos que se tomaron como casos específicos, se analizaron en forma separada por su carácter descriptivo. La información de los 8 invernaderos en desuso se analizó por separado con el objetivo de identificar las causas y los factores que enfrentaron los productores que los llevó a su desuso.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Invernaderos activos

7.1.1 Características de los productores

De acuerdo con los resultados y considerando la población total, la mayor parte de los productores (54.5%) tiene entre 51 y 70 años de edad. Por grupo considerando la superficie, el mayor número (63.6%) se concentra en los estratos uno y dos. La participación de los hombres es mayor (77.3%) en el manejo de las actividades del invernadero. El 22.7% de las mujeres manejan superficies pequeñas, menores de 200 m². Respecto a su nivel escolar 13.6% de los productores realizaron licenciatura y 4.6% tienen posgrado. Los del estrato tres y cuatro, cursaron primaria y otros secundaria (Cuadro 4).

Al aplicar la prueba de Chi cuadrado se encontró que no hay diferencias significativas; es decir, la superficie del invernadero (variable dependiente) no depende de la edad, del sexo y la escolaridad de los productores (variables independientes): Edad ($0.419 > 0.05$), sexo ($0.292 > 0.05$) y escolaridad ($0.226 > 0.05$). Con estos resultados la primera hipótesis se rechaza.

Cuadro 4. Características de los productores y significancia de dependencia (χ^2) en relación a la superficie

Características	Uno <100 m²	Dos 100-200 m²	Tres 201-500 m²	Cuatro 5,000- 7,000 m²	%	χ^2
Edad						
Menos de 30 años	1	2	0	1	18.2	0.419
De 31-50 años	1	3	1	1	27.3	
De 51-70 años	6	1	3	2	54.5	
Sexo						
Femenino	3	2	0	0	22.7	0.292
Masculino	5	4	4	4	77.3	
Escolaridad						
Primaria	4	0	1	2	31.8	0.226
Secundaria	2	5	1	2	45.5	
Preparatoria	0	0	1	0	4.5	
Licenciatura y posgrado	2	1	1	0	18.2	

Significancia estadística con $P < 0.05$.

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

A diferencia de lo reportado por Cortés *et al.* (2018:107) los productores que practican la agricultura periurbana bajo invernadero en Texcoco, México, tiene entre 49 y 53 años. También se observa la participación de las mujeres en este tipo de agricultura (22.7 %), a diferencia de lo reportado por Toral *et al.* (2016:207) la horticultura periurbana en la ciudad de Cardel, Veracruz, México es practicada exclusivamente por mujeres.

7.1.1.1 Actividades complementarias a la agricultura en invernadero

Además de la agricultura bajo invernadero, los productores realizan otras actividades agrícolas en campo, y realizan otros trabajos administrativos y de docencia. Las mujeres se ocupan como amas de casa. El 45.5% de los productores tiene como principal actividad la agricultura bajo invernadero, 27.3% la agricultura de riego a campo abierto, 18.2 % practica la agricultura de temporal, 4.5 % turismo y 4.5 % docencia. Los productores que más diversifican son los del estrato uno y dos.

La combinación de actividades coincide con lo reportado por Alegre (2016:17) en un estudio donde analizó dos sitios con actividad hortícola periurbana del partido de Florencio Varela, Buenos Aires, encontró que los productores combinan la producción a campo abierto y bajo cubierta. En el primer sitio, el 42% de Villa San Luis produce exclusivamente a campo y solo el 7% exclusivamente bajo cubierta, mientras que el 51% restante combina la producción a campo abierto y bajo cubierta. De igual forma en Arequipa, Perú se realizó un estudio donde se evaluó el desarrollo de la agricultura periurbana, los resultados indican que el 43.5% de agricultores se dedican a otras actividades económicas y el 40.7% tiene menos de una hectárea, percibiendo ésta como una fuente secundaria de ingresos (Benavente *et al.*, 2018:53).

7.1.2 Características de los invernaderos y tecnología de producción

7.1.2.1 Características de los invernaderos

En el estrato uno el 100% de los invernaderos es tipo túnel con la cubierta de polietileno. Respecto a los materiales que conforman la estructura, 95.5% es de acero galvanizado, y el resto es de madera en el estrato uno, respecto al equipo de trabajo, solo el 18.2% tiene sistema de riego, el resto carece de otros equipos. En el estrato dos, 9.1% tiene sistema de riego; 4.5%, además del sistema de riego tiene acolchado y un porcentaje igual, dispone del sistema de riego y aspersores para agroquímicos. En el estrato tres, sólo el 9.1% tiene sistema de riego, acolchado y aspersores para agroquímicos, y 4.5% sólo sistema de riego. En el estrato cuatro, el 9.1% dispone de sistema de riego y acolchado, 4.5% además de sistema de riego, aspersores para agroquímicos y otro 4.5% además de los dos anteriores, tienen acolchado.

La prueba de Chi cuadrado mostró que no hay diferencias significativas; es decir, no hay dependencia entre materiales de la estructura y equipo de trabajo (variables independientes) con la superficie (variable dependiente): materiales de la estructura ($0.608 > 0.05$) y equipo de trabajo ($0.102 > 0.05$) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Características de los invernaderos estudiados por estrato y significancia de dependencia (χ^2) en relación a la superficie.

Características	Uno <100 m²	Dos 100-200 m²	Tres 201-500 m²	Cuatro 5,000- 7,000 m²	%	χ^2
Tipo de invernadero						
Túnel	8	6	4	4	100.0	.
Materiales de la estructura						
Madera	1	0	0	0	4.5	0.608
Acero galvanizado	7	6	4	4	95.5	
Equipo de trabajo						
Sistema de riego	4	2	0	0	27.3	0.102
Sistema de riego y acolchado	0	1	1	2	18.2	
Sistema de riego y aspersores para agroquímicos	0	1	0	1	9.1	
Sistema de riego, acolchado y aspersores para agroquímicos	0	0	2	1	13.6	
Ninguno	4	2	1	0	31.8	

Significancia estadística con $P < 0.05$.

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

El tiempo en que fueron construidos varía entre 1 y 12 años. Los del estrato uno y dos tienen entre 2 y 3.5 años, los del estrato tres y cuatro tienen entre 5.7 y 8.2 años. El 95.5% de los productores produce en suelo independientemente del tamaño del invernadero, y sólo uno que corresponde a mayor de 5,000 m² siembra en suelo y en hidroponía.

7.1.2.2 Cultivos producidos en condiciones de invernadero

Aunque existe una idea generalizada que los invernaderos son para la producción de jitomate, se encontró una gran diversidad de cultivos. Los invernaderos del estrato uno y dos, diversifican más el número de cultivos principalmente hortalizas de consumo familiar, llegando a producir hasta ocho cultivos diferentes, aspecto poco común en los invernaderos de los estratos tres y cuatro que tienen como objetivo producir para el mercado, sobre todo los del estrato cuatro.

En el 31.8% de los invernaderos estudiados se cultiva jitomate, pero también se encontraron los siguientes cultivos: verdolaga, chile, brócoli, pipicha, epazote, calabacita, pepino, flor, cilantro, perejil, lechuga, fresa, pimiento, rábano, espinaca, betabel, acelga, apio, cebolla, chícharo, coliflor y ejote. Los productores de los estratos uno y dos son los que manejan diversidad de cultivos, caso contrario, los de los estratos tres y cuatro.

La prueba de Chi cuadrado muestra que no hay diferencia significativa; no hay dependencia entre cultivos sembrados (variable independiente) con la superficie (variable dependiente): $(0.640 > 0.05)$ (Cuadro 6).

Cuadro 6. Cultivos sembrados en los invernaderos y significancia de dependencia (χ^2) en relación a la superficie.

Cultivos	Uno <100 m²	Dos 100-200 m²	Tres 201-500 m²	Cuatro 5,000- 7,000 m²	%	χ^2
Jitomate	1	1	3	2	31.8	0.640
Jitomate, chile, pimiento, cilantro y verdolaga	1	1	0	0	9.1	
Jitomate, chile, lechuga, calabacita, espinaca, chícharo y fresa	2	0	1	1	18.2	
Jitomate, chile, brócoli, pipicha, epazote, perejil y flor	1	1	0	1	13.6	
Jitomate, brócoli, lechuga, espinaca, cilantro, rábano, pepino, betabel y acelga	1	2	0	0	13.6	
Jitomate, chile, brócoli, lechuga, chícharo, cilantro, rábano, pepino, betabel, acelga, espinaca, coliflor, ejote y apio	2	1	0	0	13.6	

Significancia estadística con $P < 0.05$.

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

Lo anterior coincide con lo reportado por Alegre (2016:17) donde analizó la actividad hortícola periurbana del partido de Florencio Varela, Buenos Aires, Argentina, encontró que los pequeños

productores bajo cubierta recurren a una mayor diversidad productiva para minimizar el riesgo económico: el 56% cultiva 5 o más grupos de hortalizas; además de lo anterior las hortalizas que más se cultivan son el tomate y pimiento, por ser de más valor en el mercado. La horticultura periurbana de la ciudad de Cardel, Veracruz, México producen diversas hortalizas: jitomate, rábano, cilantro, chile y cebolla son las más consumidas por las familias (Toral *et al.*, 2016:213).

7.1.2.3 Prácticas tecnológicas usada por los productores

Los años de experiencia de producir en invernadero, varía entre medio y 10 años; los productores de los estratos tres y cuatro tienen más años de experiencia, contrariamente a los de los estratos uno y dos. La rotación de cultivos es practicada por los productores de los estratos uno y dos, pues en los estratos tres y cuatro poco se realiza esta práctica. La rotación de cultivos es una de las principales prácticas de manejo, ya que influye en la producción, en el mejoramiento de la fertilidad y es una parte integral de las estrategias del manejo de malezas, plagas, y enfermedades (Nicholls *et al.*, 2015:63a); la incorporación de esta y otras prácticas de manejo conservacionistas reducen significativamente la pérdida de suelos (Zulaica *et al.*, 2018:814).

Con relación a la forma de siembra, 54.5% de los productores siembra en plántula, 13.6% en forma directa y 31.8 % combina ambas técnicas. La siembra directa es utilizada en los estratos uno y dos, mientras que la siembra en plántula se practica más en los estratos tres y cuatro. El 77.3 % de los productores realizan entre uno y tres ciclos de producción durante el año y 22.7 % realiza entre cuatro y siete ciclos; el 72.7 % de productores siembra en invierno.

La prueba de Chi cuadrado muestra que no hay diferencia significativa; no hay dependencia entre rotación, siembra de cultivo y número de ciclos en un año (variables independientes) con la superficie (variable dependiente): $(0.105 > 0.05)$, $(0.657 > 0.05)$ y $(0.178 > 0.05)$, respectivamente (Cuadro 7)

Cuadro 7. Prácticas para producir en los invernaderos y significancia de dependencia (χ^2) en relación a la superficie.

Prácticas	Uno <100 m²	Dos 100-200 m²	Tres 201-500 m²	Cuatro 5,000- 7,000 m²	%	χ^2
Rotación						
Sí	6	5	1	1	59.1	0.105
No	2	1	3	3	40.9	
Siembra del cultivo						
Directa	1	2	0	0	13.6	0.657
Plántula	4	2	3	3	54.5	
Ambos	3	2	1	1	31.8	
Número de ciclos en un año						
1-3 ciclos de producción	8	3	3	3	77.3	0.178
4-7 ciclos de producción	0	3	1	1	22.7	

Significancia estadística con $P < 0.05$.

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

7.1.2.4 Manejo del suelo en el invernadero

El 31.8% de los suelos son arcillosos, 59.1% arenosos y 9.1% francos. La mayor parte de los productores (72.7%) antes de trasplantar retira residuos de la cosecha, rastrea y barbecha, y 27.3% realiza el surcado, humedece el suelo y prepara las camas. El 63.6% de los productores de los estratos uno y dos realizan estas labores, mientras que el 36.4% de los estratos tres y cuatro retira residuos de la cosecha, rastrea, barbecha y prepara camas. Lo anterior coincide con lo reportado por Cuellas (2017:165) sobre horticultura periurbana bajo cubiertas plásticas del Gran La Plata, Argentina donde se preparan la cama de plantación para recibir la planta.

La prueba de Chi cuadrado resultó que no hay diferencias significativas; es decir, no hay dependencia entre, la preparación del suelo antes del trasplante (variables independientes) con la superficie (variable dependiente): ($0.158 > 0.05$) (Cuadro 8).

Cuadro 8. Preparación del suelo antes del trasplante y significancia de dependencia (χ^2) en relación a la superficie.

Preparación del suelo	Uno <100 m²	Dos 100-200 m²	Tres 201-500 m²	Cuatro 5,000- 7,000 m²	%	χ^2
Preparación del suelo antes del trasplante						
Saca residuos de cosecha, rastra y barbecho	4	4	4	4	72.7	0.158
Surcado, humedece el suelo y preparación de camas	4	2	0	0	27.3	

Significancia estadística con $P < 0.05$.

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

7.1.2.5 Productos químicos y orgánicos

La mayor parte de los productores (59.1%) aplican productos químicos (insecticidas, herbicidas y nematicidas), sólo 31.8% aplica productos orgánicos y 9.1% no aplica ningún producto. Todos utilizan los productos químicos y los de los estratos uno y dos aplican también productos orgánicos. Feito (2017: 4) menciona que la agricultura periurbana no es sinónimo en todo caso de producción sustentable, ya que puede coexistir en ella la agricultura familiar, con producción agroindustrial extensiva asociada a un paquete tecnológico que utiliza intensivamente agroquímicos industriales.

Por su parte Herrador y García (2016:22) reportan que la agricultura periurbana en la Vega Lagunera, España utiliza el método convencional de agricultura basado en un alto consumo de insumos externos como abonos químicos sintéticos y pesticidas y caracterizados por tener una alta eficiencia. En el caso estudiado existe una combinación de productos químicos y orgánicos, y no interesa la extensión del invernadero.

7.1.2.6 Frecuencia de aspersiones para el control de plagas

La frecuencia para combatir plagas es una práctica importante en los invernaderos. Más de la mitad de los productores (54.5%) realizan de 4 a 8 aspersiones por mes, principalmente los productores del estrato cuatro; 31.8% realizan de una a 3 aspersiones al mes sobre todo de los estratos uno, dos y tres. Los resultados coinciden con un estudio realizado por Blandi (2016:136,144.) donde concluyó que los productores que cultivan bajo cubierta realizan aplicaciones de agroquímicos de hasta 8 veces por mes.

La prueba de Chi cuadrado arrojó como resultado que no hay diferencia significativa, lo que es que no hay dependencia entre frecuencia de aspersiones para controlar plagas (variable independiente) con la superficie (variable dependiente): ($0.333 > 0.05$).

7.1.2.7 Análisis de suelo y agua

El análisis de suelo y agua en la agricultura bajo condiciones de invernadero es de vital importancia, ya que esto permite tomar decisiones acertadas con el objetivo de incrementar productividad y el manejo de las diferentes enfermedades. Los resultados muestran que sólo el 22.7% realizan análisis de suelo y de agua. Los productores de los estratos tres y cuatro son los que realizan estos estudios, los de menos superficie no lo hacen; a diferencia de lo reportado por Cortés *et al.* (2018:107) los productores que practican la agricultura periurbana bajo invernadero en Texcoco, México, no hacen uso de análisis de suelo y agua. Cuellas, 2017:163; Prack *et al.*, 2019:58, señalan que el análisis de los suelos previo a la fertilización es poco frecuente en la horticultura periurbana de La Plata, Argentina.

La prueba de Chi cuadrado muestra que si hay dependencia entre análisis de suelo (variable independiente) con la superficie (variable dependiente): ($0.001 < 0.05$), y con análisis de agua (variable independiente) con la superficie (variable dependiente): ($0.007 < 0.05$).

El 40% de los resultados del análisis de suelo determinaron fertilidad: propiedades físicas (textura, punto de saturación, capacidad de campo, punto de marchitamiento permanente, conductividad hidráulica, densidad aparente); químicas (pH, CE, CIC, Ca, K, Mg, Na, Fe, Zn, Mn, Cu, B, Al, M.O.), 40% microbiológico y el resto de ambos. Cuellas (2017:172; 2015:55) analizó muestras de suelos en la horticultura periurbana, los parámetros estudiados fueron: CE, pH, Carbono orgánico (%), M.O. (%), N, P, CIC, Na⁺, K⁺, Ca²⁺ y Mg²⁺. Los productores usan los resultados de los análisis para modificar la cantidad de fertilizantes para el agua de riego, realizar enmiendas para mejorar las condiciones del suelo, para aplicar los abonos más convenientes y aplicar las recomendaciones de los laboratorios.

Respecto al agua, las determinaciones que analizan son: Na, Cl, Mg, Ca, K, SO₄, HCO₃⁻, CO₃, pH y CE; lo anterior coincide con Castellón *et al.* (2015:44) para determinar la calidad del agua de riego en invernadero analizaron los siguientes parámetros CE (dS.m⁻¹), pH, cationes (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺), aniones (NO₃⁻, H₂PO₄⁻, SO₄²⁻), elementos tóxicos (Cl⁻, Na⁺) y bicarbonatos (HCO₃⁻). Cuellas (2015:105) realizó un análisis de agua en la agricultura periurbana bajo invernadero y las determinaciones analizadas fueron: pH, CE, Na⁺, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, (SO₄)₂₋, (Cl)⁻, (CO₃)₂₋, (HCO₃)⁻ y RAS.

7.1.2.8 Aplicación de materia orgánica

En relación al material que se usa como materia orgánica, la mayor parte de los productores (77.3%) independientemente de la superficie tiene preferencia por lombricomposta, estiércol, gallinaza y bocashi, y 18.2% sólo usa estiércol, sobre todo los del estrato uno. Trinidad y Velasco (2016:52) mencionan la importancia que tiene la materia orgánica en el suelo desde el punto de vista nutrimental y por ser un mejorador de las características físicas y almacén de energía para la vida microbiana del suelo; la única forma de mantener un buen contenido de materia orgánica en el suelo es mediante la adición de abonos orgánicos y residuos vegetales e industriales apropiados y transformados como compost y vermicompost.

Wolff y Ovalle (2016:1) mencionan que un suelo de buena calidad tiene un importante contenido de materia orgánica, lo que se relaciona con su capacidad de producción. La mayor parte de los productores (81.9%) aplica entre una y tres veces al año, mayormente los de los estratos uno y dos. El 40.9% de los productores de los estratos uno y dos producen sus abonos, mientras que los del estrato cuatro lo obtienen de otros lugares.

La prueba de Chi cuadrado mostró que no hay diferencias significativas; es decir, no hay dependencia entre, frecuencia de aplicación de materia orgánica (variables independientes) con la superficie (variable dependiente): ($0.108 > 0.05$) y entre tipo de materia orgánica (variable independiente) con la superficie (variable dependiente): ($0.475 > 0.05$). Sin embargo, si hay dependencia con procedencia de la materia orgánica (variable independiente) con la superficie (variable dependiente): ($0.005 < 0.05$) (Cuadro 9).

Cuadro 9. Tipo de materia orgánica usada en los invernaderos y significancia de dependencia (χ^2) en relación a la superficie.

Materia orgánica	Uno <100 m²	Dos 100-200 m²	Tres 201-500 m²	Cuatro 5,000- 7,000 m²	%	x²
Tipo						
Lombricomposta, estiércol, gallinaza y bocashi	6	5	3	3	77.3	0.108
Estiércol	2	1	0	1	18.2	
No aplica materia orgánica	0	0	1	0	4.5	
Frecuencia de aplicación						
1-3 veces al año	7	5	3	3	81.9	0.475
8-12 veces al año	1	1	0	1	13.6	
No aplica	0	0	1	0	4.5	
Procedencia						
Autoproducción	6	3	0	0	40.9	0.005
Local	2	1	2	1	27.3	
Sitios de Puebla (Chipilo, Izúcar de Matamoros, Libres) y Tlaxcala	0	2	1	3	27.3	
No aplica	0	0	1	0	4.5	

Significancia estadística con $P < 0.05$.

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

7.1.2.9 Aplicación de fertilizantes

La aplicación de fertilizantes químicos es una práctica utilizada en los invernaderos. El 50% de los productores usan como fertilizantes principalmente los minerales químicos sólidos y bioles, sobre todo los de los estratos uno y dos; 40.9% prefiere los minerales químicos líquidos y solubles, especialmente los de los estratos tres y cuatro. El resto no aplica. La frecuencia de aplicación es muy variable, desde la aplicación diaria hasta los que aplican cada 60 días. 27.3% de los estratos tres y cuatro aplican diario o hasta cada 8 días, mientras que los estratos uno y dos, cada tercer día y hasta cada 30 y 45 días. El 50% de los productores de los estratos uno y dos prefieren producir sus fertilizantes u obtenerlos localmente, mientras que 27.3% de los productores de los estratos tres y cuatro prefiere adquirirlos de otros municipios y estados.

Al aplicar la prueba de Chi cuadrado se encontró que no hay diferencia significativa; es decir, no hay dependencia entre frecuencia de aplicación de fertilizantes (variables independientes) con la superficie (variable dependiente): $(0.126 > 0.05)$, dependencia entre tipo de fertilizante (variable independiente) con la superficie (variable dependiente): $(0.061 > 0.05)$, y con procedencia del fertilizante (variable independiente) con la superficie (variable dependiente): $(0.073 > 0.05)$ (Cuadro 10).

Cuadro 10. Tipo fertilizante usado en los invernaderos y significancia de dependencia (χ^2) en relación a la superficie.

Fertilizantes	Uno <100 m²	Dos 100-200 m²	Tres 201-500 m²	Cuatro 5,000- 7,000 m²	%	χ^2
Tipo						
Minerales químicos líquidos y solubles	1	1	3	4	40.9	0.061
Minerales químicos sólidos y bioles	6	4	1	0	50.0	
No aplica fertilizante	1	1	0	0	9.1	
Frecuencia de aplicación						
Diario	0	0	1	2	13.6	0.126
Cada tercer día	4	0	2	0	27.3	
Cada 8 días	0	3	0	1	18.2	
Cada 30 y 45 días	2	2	0	1	22.7	
Cada 60 días	1	0	1	0	9.1	
No aplica	1	1	0	0	9.1	
Procedencia						
Autoproducción	3	3	0	0	27.3	0.073
Local	3	2	2	0	31.8	
Sitios de Puebla (Atlixco, Izúcar de Matamoros, Acatzingo) y otros estados (Querétaro y Veracruz)	1	0	2	4	31.8	
No aplica	1	1	0	0	9.1	

Significancia estadística con $P < 0.05$.

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

7.1.2.10 Manejo del agua

El agua y su manejo es básica en el riego del invernadero. El 81.8% de los productores utilizan agua de pozo y 18.2% de la red pública, esta última fuente la utilizan los productores del estrato uno. Según SIAP-SAGARPA (2015:65) cuatro de cada diez invernaderos utiliza agua proveniente de pozos, tres de cada diez de cuerpos de agua y uno de cada diez utiliza agua potable. La mayor parte de los productores (50.0%) riega diario, y el resto entre cada tercer día y cada ocho días. El 59.1% de los productores riega con sistema de riego por goteo. 36.4% riega de forma manual (con una manguera) sobre todo los productores de los estratos uno y dos y 4.5% usa el riego rodado

(estratos tres y cuatro). La mitad de los productores (50.0%) de los estratos tres y cuatro riega por goteo y aplica fertilizantes en el agua de riego.

La prueba de Chi cuadrado muestra que si hay dependencia entre el tipo de sistema de riego (variable independiente) con la superficie (variable dependiente): ($0.034 < 0.05$), el origen del agua (variables independientes) con la superficie (variable dependiente): ($0.036 < 0.05$), y la aplicación del fertilizante en el riego (variable independiente) con la superficie (variable dependiente): ($0.043 < 0.05$). No se encontró diferencia significativa; es decir, no hay dependencia entre frecuencia del riego (variable independiente) con la superficie (variable dependiente): ($0.766 > 0.05$) (Cuadro 11).

Cuadro 11. Manejo del agua en los invernaderos y significancia de dependencia (χ^2) en relación a la superficie.

Manejo del agua	Uno <100 m²	Dos 100-200 m²	Tres 201-500 m²	Cuatro 5,000- 7,000 m²	%	x²
Origen de agua que utiliza						
Pozo	4	6	4	4	81.8	0.036
Red Pública	4	0	0	0	18.2	
Frecuencia de riego						
Diario	3	3	3	2	50.0	0.766
Cada tercer día	2	1	0	0	13.6	
Cada cuatro días	2	0	0	1	13.6	
Cada cinco días	1	1	0	0	9.2	
Cada ocho días	0	1	1	1	13.6	
Sistema de riego						
Goteo	2	4	3	4	59.1	0.034
Manual	6	2	0	0	36.4	
Rodado	0	0	1	0	4.5	
Aplica fertilizantes en el agua de riego						
Sí	3	1	3	4	50.0	0.043
No	5	5	1	0	50.0	

Significancia estadística con $P < 0.05$.

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

Actualmente 95.5% de los productores señalaron no tener problemas con el agua, el resto mencionó que en la época seca (periodo que no llueve) el pozo no tiene agua. Respecto al suelo mencionaron que no tienen problemas.

7.1.2.11 Mano de obra

Para realizar las actividades en el invernadero, 81.8% de los productores utiliza mano de obra de la familia, sólo 9.1% contrata, 9.1% utiliza ambas formas. El número de personas de la familia puede ser desde uno hasta cinco, sobre todo en los estratos uno y dos, ya que en los estratos tres y cuatro además de la mano de obra familiar se contrata; lo anterior coincide con lo reportado por Cieza *et al.* (2015:140) y Pagliaricci (2017:1) que el trabajo bajo invernadero, puede ser cubierto con mano de obra familiar, complementando en superficies más grandes (mayor a 1.0 ha) con mano de obra contratada.

Además, García y González (2015:7) mencionan que, de acuerdo a la expansión de la superficie cubierta, el productor contrata mano de obra externa, debido a que la que aporta la familia no alcanza, tal fuerza de trabajo externa complementa, mas no reemplaza, ya que el productor y su familia continúan con el trabajo físico y directo, como sucede en los municipios estudiados. De igual forma Pochettino *et al.* (2017:413) mencionan que la agricultura periurbana bajo invernadero es una actividad con uso preponderante de la fuerza de trabajo familiar.

7.1.2.12 Destino de la producción y comercialización

Todos los productores producen para el autoconsumo y para el mercado. Los productores de los estratos uno y dos tienen como destino el mercado local, los del estrato tres la venta local y la central de abasto de Puebla, los del estrato cuatro venden en las ciudades de Puebla, México y Tlaxcala. El 31.8% de los productores que comercializa su producción lo destina al mercado local, y 68.2% destina su producción a la ciudad de Puebla, Tlaxcala y México. Lo anterior muestra la contribución de este tipo de producción a la alimentación. Feito *et al.* (2019:32) señalan que más del 50% de los productores contribuyen a la seguridad alimentaria en las grandes urbes, mediante

la provisión de alimentos frescos. Por otro lado, Mata (2018:376) señala que los pequeños productores tienen necesidad de acudir a circuitos cortos de comercialización para conseguir mejores remuneraciones y garantizar la supervivencia de las explotaciones.

7.1.3 Asesoría técnica

Sólo 45.5% de los productores recibe asesoría técnica proporcionada por los asesores de las casas comerciales donde adquieren insumos y por ingenieros especializados en el tema, el resto (54.5%) no cuenta con este servicio, principalmente de los estratos uno y dos; lo anterior coincide con lo reportado por Cortés *et al.* (2018:108) donde la mayoría de los productores de agricultura periurbana bajo invernadero en Texcoco, México, no cuentan con asesoría técnica. De acuerdo con datos de SIAP-SAGARPA (2015:64) uno de cada diez productores se encuentra en proceso de aprendizaje de agricultura protegida.

El motivo principal de no contar con este servicio es económico (el costo por asesoría con la compra de insumos varía entre \$ 500.00 y \$800.00), principalmente los productores de los estratos uno, dos y tres; 22.7% de los productores consideran que tienen los conocimientos necesarios y suficientes para producir bajo invernadero. El 54.5% de los productores requieren asesoría técnica para el control de plagas y enfermedades y la nutrición; mientras que 40.9% además de las anteriores, para el manejo del cultivo en general. No obstante, a que todos requieren asesoría técnica, los que más demandan la asesoría (63.6%) son los de los estratos uno y dos.

La prueba de Chi cuadrado muestra que no hay diferencia significativa; no hay dependencia entre asesoría técnica recibida, motivos por lo que no tiene el servicio y áreas de necesidad de asesoría técnica (variables independientes) con la superficie (variable dependiente): $(0.572 > 0.05)$, $(0.685 > 0.05)$ y $(0.153 > 0.05)$, respectivamente (Cuadro 12).

Cuadro 12. Asesoría técnica en invernaderos y significancia de dependencia (χ^2) en relación a la superficie.

Asesoría técnica	Uno <100 m²	Dos 100-200 m²	Tres 201-500 m²	Cuatro 5,000- 7,000 m²	%	χ^2
Recibe asesoría técnica						
Sí	3	2	2	3	45.5	0.572
No	5	4	2	1	54.5	
Motivos por el cual no tiene este servicio						
Motivos económicos	4	2	1	0	31.8	0.685
El productor tiene los conocimientos necesarios	1	2	1	1	22.7	
Si cuenta con asistencia técnica	3	2	2	3	45.5	
Áreas en las que necesita asesoría técnica						
Plagas, enfermedades y nutrición	3	3	4	2	54.5	0.153
Plagas, enfermedades, nutrición y manejo de cultivos	5	3	0	1	40.9	
Ninguno	0	0	0	1	4.5	

Significancia estadística con $P < 0.05$.

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

Respecto al manejo del suelo, 45.5% de los productores no tiene ningún conocimiento acerca del manejo del suelo; 22.7% realiza la rastra, barbecho y preparación de camas o surcos, otro 22.7% realiza la incorporación de materia orgánica para mejorar la estructura, y 9.1 % antes de cada siembra conoce que debe desinfectarse, así como mantener los organismos benéficos.

La prueba de Chi cuadrado muestra que si hay diferencia significativa entre conocimientos en el manejo del suelo (variable independiente) con la superficie (variable dependiente): ($0.028 < 0.05$).

Respecto a los apoyos gubernamentales, sólo los productores de los estratos uno, dos y tres han recibido algún apoyo. Los que más apoyos han recibido son los del estrato uno, recibieron la infraestructura del invernadero, sistema de riego, tinaco, semilla, plantas y algunos la asesoría; los

del estrato dos y tres, la infraestructura del invernadero, y los del estrato cuatro no han recibido apoyo gubernamental.

7.1.4 Opinión de los productores

7.1.4.1 Ventajas y desventajas de la producción en invernaderos

El 63.6% de los productores de los estratos uno y dos mencionaron como ventajas de la agricultura periurbana, la disponibilidad de alimentos frescos y sanos, la venta de productos, la adaptación a espacios reducidos y el autoempleo. Mientras que el 36.4% que corresponde a los productores de los estratos tres y cuatro señalaron la comercialización de los productos, la disponibilidad de alimentos frescos y sanos y el abastecimiento de alimentos a la población.

Al respecto Clavijo y Cuvi (2017:74) mencionan que este tipo de agricultura al ser de proximidad, ahorra energía en transporte y distribución de alimentos, disminuye la emisión de gases del transporte y la congestión vehicular; por su parte Ermini *et al.* (2017:290), mencionan que la agricultura periurbana puede cumplir un rol estratégico en el fortalecimiento del sistema alimentario local y regional.

Por su parte Bourges (2015:55) menciona que la agricultura periurbana es considerada beneficiosa sobre todo en situaciones de emergencia por la proximidad con los centros de consumo, así como por su posible influencia en la regulación de la dieta alimentaria (con una oferta de alimentos estacionales variados, frescos y menos caros); además el hecho de acortar el circuito comercial puede contribuir a reducir diversas etapas y elementos, como el transporte, el almacenamiento y el embalaje o acondicionamiento, fortaleciendo la idea de seguridad alimentaria y de autenticidad aumentando las rentabilidad del agricultor.

Dentro de las principales desventajas, 63.6% de los productores de los estratos uno y dos, señalaron la falta de espacio, la necesidad de conocimientos especializados, el problema del vandalismo (la gente ingresa a los invernaderos por la noche y roba los frutos en etapa de cosecha); en tanto,

36.4% de los estratos tres y cuatro opinaron el conocimiento especializado, la presión por vender la tierra, la disponibilidad de agua y la alta inversión.

7.1.4.2 Futuro de la producción en invernadero

El 50.0% de los productores cree que los invernaderos disminuirán en la zona en unos cinco años, 36.4% opinó que aumentarán y 13.6% que se mantendrán. Los motivos principales por los que consideran que disminuirán son, la urbanización (45.0 %) y por la falta de interés y de capacitación (27.3%); lo anterior coincide con un estudio realizado por Ermini *et al.* (2017:288) donde entrevistó a productores periurbanos en el área metropolitana Santa Rosa-Toay, en la provincia de la Pampa, Argentina, quienes mencionaron que su actividad no tendría continuidad debido al ritmo de avance de la urbanización: “Si todo sigue así no voy a poder seguir haciendo lo mío, cada vez se acercan más” (agricultor).

El motivo principal por el que los productores creen que los invernaderos aumentarán, es la demanda del consumo de alimentos (25%) y por la mejora de la economía y la obtención de alimentos sanos (25%). Lo anterior coincide con Ávila (2018:11) quién menciona que los productores que llevan a cabo la agricultura periurbana, son aquellos que están interesados en la producción de alimentos para autoconsumo en pequeña escala, generar ingreso a nivel familiar y ciudadanos con interés en el mejoramiento nutricional.

Los motivos por los cuales creen que se mantendrán, son la falta de interés de la gente y de las autoridades, el costo de inversión para producir en estas condiciones y por problemas de abastecimiento de agua. Los productores con mayor superficie señalan que disminuirá por la urbanización, los altos costos de inversión, los bajos ingresos y la falta de agua. De acuerdo a Ávila (2018:13) las fallas de la agricultura periurbana en México son el desconocimiento de las prácticas agrícolas; escasos o nulos apoyos para productores y acceso nulo a los mercados para la venta de productos. Ermini *et al.* (2017:280) mencionan que en la agricultura periurbana es notorio su escaso reconocimiento en las políticas de desarrollo urbano y en cuestiones asociadas a la política de seguridad alimentaria.

En un estudio realizado por Calderón y Soto (2014:133) en una zona periurbana del estado de Chiapas, con respecto a las expectativas que las familias tienen sobre la actividad agrícola, más de la mitad de los entrevistados (54%) piensa que esta actividad tiene viabilidad a largo plazo puesto que consideran que sus hijos o nietos podrán mantenerla en un futuro, otros (18%) creen que esta actividad sólo puede persistir a mediano plazo ya que es poco probable que sus hijos la retomem, y 14% percibe problemas para continuar a corto plazo debido a la falta de tierra o tiempo. En ambos estudios resalta la urbanización y la falta de interés como motivos por el cual la agricultura periurbana disminuirá en cierto tiempo.

7.2 Manejo de agricultura en invernadero y motivos de abandono

7.2.1 Manejo para la producción de cultivos

Durante los recorridos por los municipios se detectaron 8 invernaderos abandonados. Se entrevistó a los propietarios (8), que pertenecen al municipio de San Pedro Cholula. Se aplicó una encuesta para conocer el manejo para la producción y las causas por las que abandonaron la actividad.

La edad mínima de los productores fue de 35 años, la máxima de 68 años; tres son mujeres y cinco son hombres; seis entrevistados terminaron educación primaria y dos secundaria. El 62.5% de los invernaderos tiene una superficie de 40 m², 25%, 60m², y 12.5%, 200 m². Todos los invernaderos son tipo túnel, 7 sembraban en suelo y uno combinaba suelo e hidroponía. Su estructura es de acero galvanizado y cubierta de polietileno.

Durante el tiempo de funcionamiento, en dos invernaderos se sembró jitomate, en uno, chile, en otro jitomate y chile, y uno diversificó chile, lechuga, rábano y berro. Tres de los invernaderos no lograron producir. En un invernadero se produjo durante 7 años, en otro 3, en uno 2, y en otro medio año; en 3 no se sembró. En superficies pequeñas (40 y 60 m²) la producción fue muy baja, 30 y 15 kg, respectivamente. Sólo en el de 200 m² se obtuvo un rendimiento de 5,000 kg, en uno no se registró la producción, en otro no se obtuvo cosecha y en el resto no se sembró.

El 37.5% de los productores produjo para autoconsumo, 12.5% para autoconsumo y comercialización, el resto no obtuvo ninguna cosecha (12.5%) y no trabajaron ningún ciclo de producción (37.5%). Ningún productor realizó análisis de suelo; las actividades que se realizaron para la preparación del suelo, fueron rastra, barbecho, surcado y desinfección. Cabe mencionar que algunos productores no realizaron preparación.

La aplicación de materia orgánica (M.O.) al suelo fue una actividad de poca importancia para los productores, pues la frecuencia fue casi nula, un productor aplicó M.O. cada dos años, otro una sola vez en el tiempo trabajado, tres productores no aplicaron. Los materiales aplicados fueron: lombricomposta, pollinaza y estiércol. De los ocho productores solo uno aplicó fertilizantes, insecticidas y nematicidas al suelo. El origen del agua utilizada para la agricultura bajo invernadero fue de pozo (50%) y de la red pública (12.5%).

7.2.2 Motivos de abandono y opinión de retomar la producción en invernaderos

Solo dos productores recibieron asesoría, por lo que los principales motivos por los que los productores abandonaron y no continuaron la producción en invernadero, fueron: falta de conocimiento y de asesoría, pues como lo menciona Monge (2016:277) la producción agrícola en ambientes protegidos representa un reto para los agricultores, dado que el comportamiento de los cultivos en este caso es diferente que a campo abierto, por lo que se requiere de la investigación científica para generar información que permita el conocimiento necesario para lograr la optimización en el manejo de esta nueva forma de producción.

Otros motivos de abandono fueron problemas de salud, altos costos de inversión y falta de tiempo. Por su parte FIRA (2011:35), menciona que hay un gran desconocimiento de los aspectos técnicos y económicos involucrados para la producción exitosa bajo invernadero, por lo que es indispensable que los interesados los conozcan, así como contar con la capacitación y asesoría, acordes a los niveles de tecnología e inversión involucrados.

Desde su abandono han pasado entre dos y tres años; respecto a la opinión de retomar la producción, 87.5% de los productores piensa retomar la actividad, bajo la idea de regresar a la agricultura y darle uso al invernadero. Cabe destacar que la mayoría de los productores (87.5%) recibieron apoyo gubernamental para la construcción del invernadero, pero faltó la capacitación para el manejo para la producción. Esto sugiere que existen deficiencias en los programas que promueven la agricultura periurbana bajo invernadero.

Al respecto, Fernández (2016) realizó un estudio en 48 municipios del estado de Tlaxcala, con las familias que participaron en los programas de Agricultura Familiar Periurbana y de Traspatio (AFPT); Agricultura Urbana (AU), y en el Proyecto Estratégico de Seguridad Alimentaria (PESA), y encontró que 12.5%, 53% y 49% respectivamente, continúan produciendo. Sin embargo, a nivel de las localidades y familias, sólo 0%, 7% y 14%, respectivamente, tienen los huertos en buen estado; lo anterior indica que se deben replantear los programas que promueven la agricultura a pequeña escala.

7.3 Estudio de caso

Con el objetivo de registrar información más precisa sobre el proceso de producción, se seleccionaron 4 invernaderos de acuerdo a la clasificación realizada por superficie; se seleccionó uno de cada estrato. Los criterios para la selección, fueron la accesibilidad del propietario para registrar información, y el que presentara mejor seguimiento. Las características de los 4 invernaderos se muestran en el Cuadro 13. (En los Anexos 1 y 2 se presentan fotografías de los invernaderos y el manejo tecnológico específico de cada caso).

Cuadro 13. Características de los invernaderos seleccionados para el seguimiento al proceso de producción.

Estrato Características	Uno <100 m²	Dos 101-200 m²	Tres 201-500 m²	Cuatro 5,000-7,000 m²
Superficie	40	112	272	4,600
Comunidad	San Juan Tlautla	San Lorenzo Almecatla	Santa Bárbara Almoloya	San Francisco Acatepec
Municipio	San Pedro Cholula	Cuautlancingo	San Pedro Cholula	San Andrés Cholula
Cultivo	Jitomate de crecimiento indeterminado	Jitomate de crecimiento indeterminado	Jitomate de crecimiento indeterminado	Jitomate de crecimiento indeterminado
Ciclo de producción	5 meses y 15 días.	7 meses y 10 días	5 meses y 26 días	5 meses
Número de plantas	40	98	850	6,048
Producción kg m ²	3.7	15.7	4.9	17.4

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

Nota: El caso cuatro también sembró pepino obteniendo una producción de 25.1 kg/m².

7.3.1 Preparación del suelo antes del trasplante

La forma de preparación del suelo implica limpiar, mullir, desinfectar, abonar y formar las camas. En cada caso es diferente por ejemplo en los casos uno y dos no aplican productos químicos para la preparación del suelo a diferencia de los casos tres y cuatro. Cabe aclarar el caso dos tiene un manejo con prácticas orgánicas (Cuadro 14).

Cuadro 14. Actividades para la preparación del suelo en los cuatro estratos estudiados.

Uno <100 m²	Dos 101-200 m²	Tres 201-500 m²	Cuatro 5,000-7,000 m²
Se quitaron residuos del cultivo anterior, se aflojó el suelo (20 cm de profundidad), se niveló el suelo y se hicieron los surcos, se agregó abono de borrego (200 kg).	Se aflojó el suelo, se desinfectó con cal (1 kg) y ceniza (1/2 kg) en cada 10.5 m ² , se dejó reposar durante tres días; se regó durante dos días y se mezcló el suelo con lombricomposta (5 kg por m ²).	Se volteó el suelo, removiendo 30 cm, se formaron las camas y se instaló el sistema de riego. Se aplicó a las camas agua con flor de cempasúchil para combatir a los nematodos del suelo 2 kg de flor/20 L de agua y fluopyram 2 ml/20 L.	Se realizó el rastreo y el barbecho con el tractor, volteando el suelo 3 veces, se agregó al suelo estiércol seco de vaca 650 kg, se construyeron las camas y se humedecieron; se agregó carbofuran (1 L /100 L de agua) y dióxido de hidrógeno + ácido peroxiacético por medio del sistema de riego.

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

7.3.2 Fertilización

A excepción del caso dos que aplica productos vegetales, los casos uno, tres y cuatro aplican fertilizante; los dos últimos aplican todos los días, mientras que el estrato uno lo hace cada tercer día y el estrato dos ocho días (Cuadro 15). (Los aspectos específicos se muestran en el anexo 2).

Cuadro 15. Tipo de fertilizantes utilizado en los cuatro estratos estudiados.

Uno <100 m²	Dos 101-200 m²	Tres 201-500 m²	Cuatro 5,000-7,000 m²
Se riega con fertilizante (químicos solubles) cada tercer día.	Se riega con té de frutas cada 8 días y diario con agua.	Se riega con fertilizante (químicos solubles) todos los días.	Se riega con fertilizante (químicos solubles) todos los días.

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

7.3.3 Aplicaciones foliares para la nutrición

Una práctica que complementa la nutrición de las plantas son los nutrientes foliares. Una característica en los casos tres y cuatro es la gran diversidad de productos que se aplican, mientras que los casos uno y dos, utilizan un solo producto (Cuadro 16). (Los aspectos específicos se muestran en el anexo 2).

Cuadro 16. Aplicaciones foliares para la nutrición de los cultivos en los cuatro estratos estudiados.

Uno <100 m²	Dos 101-200 m²	Tres 201-500 m²	Cuatro 5,000-7,000 m²
Se aplica dos meses después del trasplante calcio y boro 20g/ 20 L de agua una vez a la semana.	Se aplica aminoácidos un mes después de trasplante y durante un mes (una vez a la semana).	Se aplica L-aminoácidos, NP, NPK con ácidos húmicos, complejo orgánico fúlvico, extractos orgánicos, humus de lombriz, excremento de murciélago cada tres días.	Se aplica biofortificante orgánico y regenerador celular, aminoácidos, CaB, cipermetrina, B, Mo, Fe, sulfato de magnesio, Potasio, P,K,B y Mo, alcohol tridecílico, polioxietilénico y ácido fosfórico, extracto de <i>Ascophyllum nodosum</i> , citosán, sulfato de zinc, sulfato de manganeso, ácido bórico, alfacipermetrina + imidacloprid, una vez a la semana.

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

7.3.4 Productos aplicados al suelo

Además de la fertilización de base y foliar, los productores nutren también el suelo, además de prevenir enfermedades. Los productores de los casos uno y dos no aplican ningún producto, a diferencia de los casos tres y cuatro que aplican diversos productos (Cuadro 17). (Los aspectos específicos se muestran en el anexo 2).

Cuadro 17. Productos aplicados al suelo en los cuatro estratos estudiados.

Uno <100 m ²	Dos 101-200 m ²	Tres 201-500 m ²	Cuatro 5,000-7,000 m ²
Ninguno	Ninguno	<p><u>Para fortalecer la raíz</u>-se aplica NP, NPK con ácidos húmicos. <u>Para fortalecer la planta</u>-extracto de excremento de murciélago, complejo orgánico fúlvico. <u>Para control de nematodos</u>-extractos de plantas (lignanos, flavonoides, oxidantes y enzimas), citoquininas, benzoato y sorbato. <u>Para la nutrición de las plantas</u>-humus de lombriz, N-P-K-Mg-S y urea. <u>Para prevenir la pudrición del tallo</u>-propamocarb clorhidrato, cada cuatro días.</p>	<p><u>Para prevenir enfermedades por hongos</u>-se aplica Propamocarb. <u>Para control de enfermedades y bacterias</u> Bacillus subtilis, carbofuran, NPK. <u>Para prevenir tizón tardío</u> metalaxyl, quintozeno + thiram, ácidos húmicos, fluopyram, kasugamicina. <u>Enraizador</u> ácido indol-3-butírico, NPK, aminoácidos, ácidos orgánicos y fitohormonas. <u>Para el control de nematodos</u>-oxamil, ciazofamida, bio preparado (<i>Trichoderma harzianum</i>, melaza, suero de leche, NPK, ácidos húmicos, <i>Bacillus subtilis</i> y <i>Bacillus thuringiensis</i>) cada cuatro días.</p>

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

7.3.5 Productos aplicados para combatir plagas y enfermedades

Las principales enfermedades que se presentaron fueron cenicilla, tizón y mancha bacteriana, y las plagas más comunes fueron mosca blanca, pulgón y gusano soldado. Los productores de los casos

tres y cuatro aplican diversos productos químicos; el caso uno aplica muy pocos y el caso dos no utiliza productos agresivos (Cuadro 18). (Los aspectos específicos se muestran en el anexo 2).

Cuadro 18. Productos aplicados para combatir plagas y enfermedades.

Uno <100 m²	Dos 101-200 m²	Tres 201-500 m²	Cuatro 5,000-7,000 m²
<p>Enfermedades: <u>Cenicilla y tizón</u> – Bencimidazol (cada 15 días.)</p> <p>Plagas: <u>Mosca blanca</u> – Lambdacialotrina (cada 8 días).</p>	<p>Enfermedades: <u>Pudrición de tallo</u> - Caldo bordelés (cada 15 días).</p> <p>Plagas: <u>Mosca blanca y pulgón</u> - jabón neutro, manzanilla y solución de bicarbonato de sodio (cada 8 días)</p>	<p>Enfermedades: <u>Tizón tardío y cenicilla</u> – captan, polifenoles naturales, carbendazim y hidróxido cúprico (cada 8 días).</p> <p>Plagas: <u>Mosca blanca</u> - imidacloprid, complejo orgánico fúlvico, imidacloprid-deltametrina y dimetoato + cipermetrina (cada 8 días).</p>	<p>Enfermedades: <u>Mancha bacteriana</u> - sulfato de gentamicina + clorhidrato de oxitetraciclina, kasugamicina. <u>Cenicilla</u> - myclobutanil, boscalid + pyraclostrobin, gobernadora (Larrea tridentata), extracto de <u>Ascophyllum nodosum</u>. <u>Tizón y alternaría</u> – metalaxil + difenoconazo, boscalid + pyraclostrobin. <u>Hongos endoparásitos</u> - Mancozeb. <u>Bacterias</u> – oxitetraciclina. <u>Moho gris</u> – fluopiram, clorotalonil. <u>Tizón tardío</u>. (<i>Phytophthora infestans</i>) – captan.</p> <p>Plagas: <u>Gusano soldado</u> – Spinetoram, citoquininas. <u>Mosca blanca</u>- flupyradifurone, nicotideniodes + imidacloprid, spirotetramat, nicotideniodes + imidacloprid, imidacloprid + alfacipermetrina y zeta-cipermetrina (cada 8 días).</p>

Fuente: Elaboración propia con datos de campo

7.3.6 Cosecha y destino de la producción

Como se señaló anteriormente los invernaderos con poca superficie (estratos uno y dos), diversifican más el número de cultivos principalmente hortalizas de consumo familiar, llegando a sembrar hasta ocho cultivos diferentes, aspecto poco común en los invernaderos de los estratos tres y cuatro que tienen como objetivo producir para el mercado, sobre todo los del estrato cuatro. Para los casos en estudios se consideró sólo el cultivo de jitomate.

Caso uno: La cosecha se realizó durante dos meses, cada 7 días. Se realizaron 8 cortes cosechando entre 18 y 20 kg, sólo el último de 14 kg. En total se cosecharon 148 kilogramos en dos meses, y se dejó de cosechar por la infestación de tizón en todas las plantas. Realmente fue una producción baja, 3.7 kg por m². La cosecha fue para autoconsumo (21.6%) y comercialización (78.4%) con sus vecinos

Caso dos: Se realizó durante dos meses y medio cada 7 días. Se realizaron 16 cortes cosechando 110 kg por corte. En total se cosecharon 1,760 kilogramos; con un rendimiento de 15.7 kg por m². La cosecha fue principalmente para comercialización (95%), (local y sitios de la ciudad de Puebla) y el resto para autoconsumo (5%).

Caso tres: Se realizó durante tres meses y 10 días (20 de mayo al 29 de agosto) cada 7 días. Se realizaron 15 cortes, cosechando entre 80 y 100 kg por corte. En total se cosecharon 1,350 kilogramos; es decir, 4.9 kg por m². La cosecha fue principalmente para comercialización (97.2%), (local) y el resto para autoconsumo (2.8%).

Caso cuatro: Las plantas produjeron hasta el noveno racimo, los primeros cinco racimos produjeron 850 g, los cuatro racimos siguientes produjeron 600 g, dando un total de 40,219.2 kg, es decir 17.4 kg por m². La cosecha fue para comercialización (local y central de abastos Puebla).

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

La agricultura urbana y periurbana se considera una alternativa a la baja disponibilidad de alimentos saludables y cercanos a las familias de las ciudades. Aun cuando se presentan diferentes factores que limitan su desarrollo, existen muchas experiencias exitosas. Al desarrollar agricultura protegida en áreas urbanas o periurbanas, si bien genera autoempleo, permite mejorar la alimentación y el ingreso, está condicionada a múltiples factores como disponibilidad de tierra y agua, recursos para instalar el invernadero, conocimientos técnicos para producir y comercializar el producto, infraestructura, tiempo de las familias, pero sobre todo una enorme presión por el cambio del uso del suelo y el agua.

En las zonas periurbanas de los municipios de San Pedro Cholula, San Andrés Cholula y Cuautlancingo, Puebla, colindante con la ciudad de Puebla, algunos productores han mantenido la producción de alimentos en condiciones de invernadero, otros la abandonaron. El análisis de la información permitió concluir lo siguiente:

1. Fueron identificados cuatro estratos de invernaderos con base en su superficie cultivada y nivel tecnológico empleado en la producción, siendo estos: 1) <math><100\text{ m}^2</math>, 2) entre $101-200\text{ m}^2$, 3) entre $201-500\text{ m}^2$ y 4) entre $5,000 - 7,000\text{ m}^2$.

2. Los invernaderos de los estratos uno y dos, se caracterizan por tener una superficie limitada, menor a 200 m^2 con muy bajo nivel tecnológico y mano de obra familiar, producen diversos cultivos con mínimos insumos externos, principalmente para el autoconsumo y los productores no tienen mucha experiencia en su manejo ya que son básicamente beneficiarios de programas públicos gubernamentales.

3. Los productores con invernaderos del estrato tres cuyas superficies van de 201 a 500 m^2, son también de un nivel tecnológico bajo en transición, solo producen dos cultivos, impulsan el uso de

insumos externos al recibir asistencia técnica, y aunque producen para el autoconsumo, transitan hacia la comercialización de excedentes.

4. Los productores con invernaderos en la zona periurbana en estudio, con una superficie entre 5,000 y 7,000 m², presentan una tecnología intermedia, reciben y pagan asesoría técnica especializada, utilizan insumos externos, contratan mano de obra y producen un solo cultivo fundamentalmente para el mercado

Respecto a las hipótesis, se concluye:

La hipótesis específica 1, se rechaza, la superficie del invernadero que manejan los productores, no depende de las características sociales como la edad, sexo, escolaridad y ocupación de los productores, ya que son causas muy heterogéneas.

La hipótesis específica 2, no se rechaza, ya que las características de los invernaderos y la tecnología que se utiliza en el proceso de producción en la agricultura protegida suburbana en los municipios estudiados, dependen de un número grande de variables siendo las más importantes el tamaño del invernadero y los cultivos que siembran.

La hipótesis específica 3, se rechaza parcialmente, si bien los escasos conocimientos del productor y la falta de asesoría técnica especializada para el manejo del cultivo protegido, son los principales problemas que enfrentan los productores, pero no son los determinantes en el tamaño del invernadero.

En relación a la hipótesis general se concluye que no se rechaza, los sistemas de producción en condiciones protegidas, difieren tanto en las características sociales de los productores, como en las particularidades de la infraestructura y la tecnología de producción, y sus principales limitantes son los insuficientes conocimientos del productor y la falta de asistencia técnica especializada sobre el manejo del cultivo, factores que obstaculizan el crecimiento de la actividad en las zonas periurbanas de los municipios de San Pedro Cholula, San Andrés Cholula y Cuautlancingo.

Finalmente, los objetivos se cumplieron, se lograron analizar las características sociales de los productores que cultivan en condiciones de invernadero, la infraestructura y la tecnología de producción que utilizan y las limitantes para desarrollar este tipo de agricultura en las zonas periurbanas de los municipios de San Pedro Cholula, San Andrés Cholula y Cuautlancingo, Puebla.

8.2 Recomendaciones

Para mantener la agricultura bajo invernadero, es necesario plantear estrategias en un contexto de seguridad alimentaria que permita la permanencia de estas unidades de producción y las sitúe sólidamente; ya que, de lo contrario, debido al contexto social, económico y político en que transita la sociedad, la agricultura periurbana desaparecería. Por lo que es necesario plantear acciones diferenciadas según la superficie cultivada. En el Cuadro 19 se presentan las distintas acciones para cada uno de los estratos de acuerdo a la superficie del invernadero.

Cuadro 19. Acciones recomendadas para los diferentes estratos con un enfoque de sostenibilidad.

Estratos Acción recomendada	Uno <100 m²	Dos 101-200 m²	Tres 201-500 m²	Cuatro 5,000-7,000 m²
Objetivo	Autoconsumo	Autoconsumo Venta	Venta Autoconsumo	Venta
Enfoque técnico (sostenible)	Ecológico	Ecológico	Ecológico	Ecológico Industrial
Apoyo con infraestructura y equipo (% de apoyo)	100	75	50	25
Apoyo con asesoría oficial y privada	Oficial	Oficial	Oficial y privada	Privada
Capacitación y asesoría técnica	-Manejo del suelo y agua -Control de plagas y enfermedades -Producción de abonos -Manejo de la planta	-Manejo del suelo y agua -Control de plagas y enfermedades -Producción de abonos -Manejo de la planta	-Manejo del suelo y agua -Control de plagas y enfermedades -Producción de abonos -Manejo de la planta	-Manejo del suelo y agua -Control de plagas y enfermedades -Producción de abonos -Manejo de la planta
Esquema de difusión del conocimiento	Vertical y horizontal	Vertical y horizontal	Vertical y horizontal	Vertical y horizontal
Sistema	Diversificado	Diversificado	Diversificado	Especializado
Capacitación sobre comercialización	No	Sí	Sí	Sí
Investigación especializada	Sí	Sí	Sí	Sí
Planeación del territorio	Municipio y sociedad	Municipio y sociedad	Municipio y sociedad	Municipio y sociedad

La superficie de invernaderos a considerar dentro de agricultura urbana y periurbana no debe ser mayor a 500 m². Los estratos uno a tres, deberán incorporar en su esquema de producción un enfoque agroecológico, la cosecha, almacenamiento y uso de agua de lluvia. La autoconstrucción de cisternas de ferro cemento y la capacitación en todo el proceso, la administración y evaluación e incluir la complementariedad de las dietas alimenticias. Y un entendimiento mayor de los procesos socioeconómicos que ocurren al estar inmersos en los cambios frecuentes del paisaje ciudadano.

Aunque en el Cuadro 9 se incluyen acciones por el enfoque de este estudio, los invernaderos con superficies mayores a 500 m² deben ser autosuficientes al producir para el mercado y dentro de los espacios periurbanos siempre estarán más expuestos a desaparecer o migrar a nuevas áreas periurbanas ocasionadas por el crecimiento de las ciudades y el cambio constante del paisaje.

Finalmente, es importante señalar que la agricultura protegida en superficies no mayores a 500 m², ubicadas en zonas periurbanas, debe ser una estrategia de prioridad social permanente, por lo que cada municipio conurbado, debería incluir en su Plan de Desarrollo Municipal a largo plazo, aspectos sobre capacitar a los productores en el mejor aprovechamiento de los recursos naturales y económicos, que incluya la evaluación de esta actividad.

9. LITERATURA CITADA

- Acevedo Peralta, A.I., Leos Rodríguez, J.A., Figueroa Viramontes, U., Romo Lozano, J.L. (2016). Revisión sistemática: valoración ambiental en la agricultura. *Revista de Ciencias Sociales*, 2(152), 89-105. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=153/1534841900>
- Ackerman, K., Conard M., Culligan P., Plunz R., Sutto M-P., Whittinghill L. (2014). Sustainable Food Systems for Future Cities: The potential of urban agriculture. *The Economic and Social Review*, 45(2), 189-206. Recuperado de <https://www.esr.ie/article/view/136>
- Aguilar Estrada, A.E. y Santiago Cruz, M. de J. (2017). Heterogeneidad del ingreso en los municipios de la Cruzada Nacional contra el Hambre. *Estudios Políticos*, 42, 145-170. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.espol.2017.10.002>
- Aguilar-Estrada, A.E., Caamal-Cauich, I., Barrios-Puente, G. y Ortiz-Rosales, M.A. (2019). ¿Hambre en México? Una alternativa metodológica para medir seguridad alimentaria *Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional*, 29(53), 1-22. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.24836/es.v29i53.625>
- Ajuria Muñoz, B. (2017). Proximidad, vinculación e instituciones en los circuitos cortos de comercialización alimentaria en México. El caso de los tianguis de productos orgánicos en el centro de México. (Posgrado en Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México) XXV Congreso AMER. Congreso realizado en Bahía de Banderas, Nayarit.
- Alegre, S. (2016). Configuraciones territoriales en el periurbano del partido de Florencio Varela. *Mundo Agrario*, 17(34), 1-23. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=845/84545851007>

- Alvarado-Sánchez, T. y Monge-Pérez, J.E. (2015). Efecto de la aplicación de bioactivadores y del raleo manual de frutos sobre el rendimiento y la calidad de melón (*Cucumis melo* L.) bajo cultivo protegido en Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, 28(4), 15-25. Recuperado de <https://doi.org/10.18845/tm.v28i4.2439>
- Álvarez Cuello, M.R. y De Nóbrega, J.R. (2017). Características agrícolas y demográficas de dos comunidades de agricultores expuestas a influencia urbana de diferente intensidad. *Bioagro* 29(2), 115-122. Recuperado de <http://ve.scielo.org/pdf/ba/v29n2/art05.pdf>
- AMHPAC (Asociación Mexicana de Horticultura Protegida A.C.). (2018). Agricultura protegida en México. Recuperado de <http://amhpac.org/2018/images/PDFoficial/HorticulturaenMexico.pdf> Fecha de consulta 17 de Febrero 2020.
- Andrada, N. (2018). Análisis de los conflictos territoriales asociados a la percepción de la hortícola bajo cubierta por parte de los actores sociales en el periurbano platense. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Departamento de Geografía, 1-99. Recuperado de <http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/tesis/te.1519/te.1519.pdf>.
- Angel Pérez, A.L., Tapia Naranjo, C.A., Villagómez-del Angel, T.E., Uzcanga Pérez, N. y Hernández-Estrada, C.A. (2018). Capital social, redes sociales y liderazgo en agricultura familiar periurbana en México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(6), 1137-1148. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v9n6/2007-0934-remexca-9-06-1137.pdf>
- Ávila Sánchez, H. (2018). Políticas públicas y desarrollo rural en América Latina: balances y perspectivas. *La Agricultura Urbana y Periurbana en los sistemas alimentarios metropolitanos en México*. Seminario internacional. Universidad Nacional Autónoma de México, 1-18. Recuperado de <https://www.pp->

al.org/content/download/4827/36829/version/1/file/%C3%81VILAAUP+M%C3%A9xico+2.pdf

- Ávila Sánchez, H. (2019). Agricultura urbana y periurbana: Reconfiguraciones territoriales y potencialidades en torno a los sistemas alimentarios urbanos. *Investigaciones Geográficas*. Instituto de Geografía, UNAM. (98), 1-21. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n98/2448-7279-igeo-98-9.pdf>
- Barsky, A. (2014). Gestionando la diversidad del territorio periurbano desde la complejidad de las instituciones estatales. Implementación de políticas públicas para el sostenimiento de la agricultura en los bordes de la región metropolitana de Buenos Aires (2000-2013). Tesis doctoral, facultad de filosofía y letras, departamento de geografía. Universidad Autónoma de Barcelona, 1-339. Recuperado de https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2013/hdl_10803_129121/ab1de1.pdf
- Bastida, Tapia, A. (2017). Memorias del sexto congreso internacional de investigación en ciencias básicas y agronómicas. Evolución y Situación Actual de la Agricultura Protegida en México, 289-294. Recuperado de http://dicea.chapingo.mx/wp-content/uploads/2018/05/MEMORIA_MESA_3_2_CONGRESO2017.pdf
- Benavente Cárdenas, C., Camargo Salcedo, P., Sarmiento Sarmiento, G. y Mena Chacón, L. (2018). Evaluación del desarrollo de la agricultura periurbana y propuesta de gestión integral en el distrito de Cayma, Arequipa, Perú. *Idesia (Arica)*, 36(3), 53-61. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292018005001101>
- Benencia, R., Ramos, D. y Salusso, F. (2016). Inserción de horticultores bolivianos en Río Cuarto. Procesos de inmigración, trabajo y conformación de economías étnicas. *Mundo Agrario*, 17(36), 1-16. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/845/84548857005.pdf>

- Benítez Rojas, A. M., Corlay Chee, L. y Cruz Rodríguez, J. A. (2015). Actividad microbiana en suelo de agroecosistemas con manejo agroecológico y convencional en la Universidad Autónoma Chapingo. V Congreso Latinoamericano de Agroecología-SOCLA. 1-5. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/53235/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bharadwaj, D. (2016). Sustainable agricultura and plant breeding. En Al-Khayri, J., Mohan, s. & Johnson, D. (Eds.) *Advances in plant breeding strategies: agronomic, abiotic and biotic stress traits*, 3-34 pp. Estados Unidos: Springer International Publishing. Recuperado de <https://www.morawa.at/annotstream/2244009540527/PDF/Al-Khayri-Jameel-M./Advances-in-Plant-Breeding-Strategies-Agronomic-Abiotic-and-Biotic-Stress-Traits.pdf>
- Bianchi, E. y Szpak, C. (2016). Seguridad Alimentaria y el Derecho a la Alimentación Adecuada. *Revista Brasileira de Estudos Jurídicos*, 11(2), 37-46. Recuperado de https://fasa.edu.br/assets/arquivos/files/RBEJ%20v_11,%20n_2_2016.pdf#page=37
- Biel, R. (2014). “Visioning a Sustainable Energy Future: The Case of Urban Food-Growing”. *Theory, Culture & Society*, 31 (5), 181-212. Recuperado de <https://doi.org/10.1177/0263276414536624>
- Blandi, M.L. (2016). Tecnología del invernáculo en el Cinturón Hortícola Platense: análisis de la sustentabilidad y los factores que condicionan su adopción por parte de los productores. Tesis de doctorado. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. La Plata (Buenos Aires, Argentina), 1-303.

- Bourges A.L. (2015). Agricultura y urbe: ventajas y desafíos frente a la necesidad de un desarrollo integral. *Revista de Derecho Agrario y Alimentario*, 31(66), 51-70. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5250752>
- Brenner, N. y Schmid, C. (2016). La “era urbana” en debate. *EURE*. 42(127), 307-339 pp. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/eure/v42n127/art13.pdf>
- Caballero Pedraza, A., Romero Díaz, A., Espinosa Soto, I. (2015). Cambios paisajísticos y efectos medioambientales debidos a la agricultura intensiva en la Comarca de Campo de Cartagena-Mar Menor (Murcia). *Estudios Geográficos*, LXXVI(279), 473-498. Recuperado de <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201517>
- Cadavid Castro, M.A., Álvarez Castaño, L.S., Quintero Vergara, S.D., Martínez Bedoya, X. y Martínez López, A.P. (2019). Redes alimentarias alternativas de Medellín y el Oriente de Antioquia: espacios de construcción de confianza. *Perspect Nutr Humana*, 21(1), 53-69. Reuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/penh/v21n1/0124-4108-penh-21-01-53.pdf>
- Calderón-Cisneros, A. y Soto-Pinto L. (2014). Transformaciones agrícolas en el contexto periurbano de la ciudad de San Cristóbal de Las Casas, Chiapas. *Revista LiminaR. Estudios Sociales y Humanísticos*, 12(1), 125-143. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/745/74530727009.pdf>
- Calisto Friant, M. (2016). Comercio justo, seguridad alimentaria y globalización: construyendo sistemas alimentarios alternativos. *Íconos. Revista de Ciencias Sociales*, (55), 215-240. Recuperado de <https://doi.org/10.17141/iconos.55.2016.1959>
- Carrero, Niño, L. (2017). Agricultura periurbana. Perspectivas desde la planificación territorial en la comarca del maresme estudio de caso las cinc sènies – mataró. Universidad de Barcelona. 2-82. Recuperado de

http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/118277/1/TFM_Carrero_Ni%C3%B1o_Liliana.pdf

Castellón Gómez, J.J., Bernal Muñoz, R., y Hernández Rodríguez, M. de L. (2015). Calidad del agua para riego en la agricultura protegida en Tlaxcala. *Ingeniería*, 19(1),39-50. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46750924004>

Castro Barquero, L., Murillo Roos, M., Uribe Lorío, L. y Mata Chinchill, R. (2015). Inoculación al suelo con *Pseudomonas fluorescens*, *Azospirillum oryzae*, *Bacillus subtilis* y microorganismos de montaña (MM) y su efecto sobre un sistema de rotación soya-tomate bajo condiciones de invernadero. *Agronomía Costarricense*, 39(3), 21-36. Recuperado de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v39s1/0377-9424-ac-39-s1-00021.pdf>

Cieza, R.I., Ferraris, G., Seibane, C., Larrañaga, G. & Mendicino, L. (2015). Aportes a la caracterización de la agricultura familiar en el Partido de La Plata. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 114(3), 129-142. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/48739>

Civeira-Hermida, G. (2015). Agroforestería periurbana una opción para la producción sustentable en los alrededores de Buenos Aires. *Scientia Agroalimentaria*, 2:7-17. Recuperado de <http://revistas.ut.edu.co/index.php/scientiaagro/article/view/740/576>

Clavijo Palacios, C. y Cuví, N. (2017). La sustentabilidad de las huertas urbanas y periurbanas con base agroecológica: el caso de Quito. *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 21, 68-91. Recuperado de <https://revistas.flacsoandes.edu.ec/letrasverdes/article/view/2608/1573>

CNSV. (2016). Análisis del cumplimiento del plan de producción de medios biológicos. Centro Nacional de Sanidad Vegetal, Ministerio de la Agricultura, La Habana. Pp. 1-18.

- Coneval (2016). Evolución de las dimensiones de la pobreza 1990-2014. Estadísticas. Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social, México, D. F. Recuperado de <https://www.coneval.org.mx/Medicion/EDP/Paginas/Evolucion-delas-dimensiones-de-la-pobreza-1990-2014-.aspx>
- Consejo Nacional de Población (2015). Proyecciones de la Población de México 2010-2050. Documento metodológico Secretaría de Gobernación. México, 1-100. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/63977/Documento_Metodologico_Proyecciones_Mexico_2010_2050.pdf
- Cortés-Morales, G., Santoyo-Cortés, V.H., Altamirano-Cárdenas, J.R. y Olivares-Gutiérrez, R. (2018). Modelos de negocio de empresas de horticultura protegida en Texcoco, México. *Agroproductividad*, 11(9), 105-110. Recuperado de <https://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/1222/995>
- Cruz Koizumi, Y.P. (2015). Análisis comparativo de calidad suelo y productividad en dos sistemas de cultivo de tomate verde (*Physalis ixocarpa*) en Calakmul, Campeche. Tesis de Maestría. EL Colegio de la Frontera Sur, Unidad Campeche, 2-64. Recuperado de https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1399/1/100000056324_documento.pdf
- Cuellas, M.V. (2015). Control de la salinización del suelo mediante sistemas de drenes en producciones intensivas de cultivos bajo cubierta. Tesis de Licenciatura, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires Argentina. 1-145. Recuperado de https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/2620/INTA_DireccionNacional_EEAAMBA_Cuellas_MV_control_salinidad_suelo_mediante_sistemas_drenes.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Cuellas, M.V. (2017). Horticultura periurbana, análisis de la fertilidad de los suelos en invernaderos. *Chilean J. Agric. Anim. Sci., ex Agro-Ciencia*, 33(2), 163-173. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/chjaasc/v33n2/0719-3890-chjaasc-00502.pdf>
- Cuellas M., Delprino, M.R., D'Angelcola, M.E., Valenzuela, O., Czepulis, J., Del Pardo K., Ciaponi, M. y Mitidieri, M. (2018). Evaluación de la calidad de los suelos hortícolas periurbanos mediante el uso de indicadores. En boletín "manejo de los suelos hortiflorícolas. 9-13. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_boletin_suelos_ndeg_10.pdf
- De Anda Sánchez, J. (2016). Aportes a la sustentabilidad: una mirada desde la gestión del territorio y los recursos naturales. *La agricultura vertical: una opción sustentable para producir alimentos en México* (161-176). En Cortés Lara, M. A. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente Recuperado de <https://rei.iteso.mx/bitstream/handle/11117/5520/9786079473853-REI.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- De Haro-Mota R., Marcelaño-Flores S., Bojórquez-Serrano J.I., Nájera-González O. (2016). La inseguridad alimentaria en el estado de Nayarit, México, y su asociación con factores socioeconómicos. *Salud Publica Mex*, 58(4), 421-427. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.21149/spm.v58i4.8022>
- De Nicola, M., Aradas Diaz, M.E., Lazari, J., Aseguinolaza, B., Pascuale, A., Farías, A. y Pepino, A. (2020). Políticas públicas para la producción de alimentos en áreas periurbanas-Argentina. *Revista Americana de Emprendedorismo e Innovación*, 2(1), 439-449. Recuperado de <http://periodicos.unespar.edu.br/index.php/raei/article/view/3364/2229>
- Delgado Ponton, D. M. (2015). Programa de desarrollo para una agricultura sostenible en áreas urbana y peri-urbana de la ciudad de Machala. Buenos Aires Argentina. 1-17. Recuperado

de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/3319/1/CD00038-TRABAJO%20COMPLETO.pdf>

Del Ángel-Lozano G. y Nava-Tablada, M.E. (2019). Limitantes técnico-productivas y socioeconómicas para la adopción de la agricultura urbana. El caso de la red de agricultura urbana y periurbana de Xalapa, Veracruz. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 22, 97-106. Recuperado de https://www.researchgate.net/profile/Nava-Tablada_Martha_Elena/publication/336511089_Technical_productive_and_socioeconomic_limitations_to_the_adoption_of_urban_agriculture_The_case_of_the_urban_and_periurban_agriculture_network_of_Xalapa_Veracruz/links/5de6ad5592851c83645fc061/Technical-productive-and-socioeconomic-limitations-to-the-adoption-of-urban-agriculture-The-case-of-the-urban-and-periurban-agriculture-network-of-Xalapa-Veracruz.pdf

Díaz-Alvarado, J.M. y Monge-Pérez, J.E. (2017). Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad de melón Cantaloupe (*Cucumis melo* L.) cultivado bajo invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 11(1), 21-29. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v11n1/2011-2173-rcch-11-01-00021.pdf>

Ermini, P. V., Delprino, M. R., y Giobellina, B. (2017). Mapeo de la agricultura urbana y periurbana en el área metropolitana Santa Rosa-Toay: aproximaciones metodológicas para la lectura territorial. *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 43(3), 280-290. Recuperado de http://ria.inta.gob.ar/sites/default/files/trabajosenprensa/ermini-castellano-2_0.pdf

Espinosa Torres, L. E. y Ramírez Abarca, O. (2016). Rentabilidad de chile manzano (*Capsicum pubescens* R Y P) producido en invernadero en Texcoco, Estado de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7(2), 325-335. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v7n2/2007-0934-remexca-7-02-00325.pdf>

- FAO. (2014). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Obtenido de <http://www.fao.org/family-farming-2014/home/what-is-family-farming/es/>. Fecha de consulta 17 de Febrero 2020.
- FAO (2017). El futuro de la alimentación y la agricultura. Tendencias y desafíos. 4-47. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i6881s.pdf>.
- FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. (2019). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2019. Protegerse frente a la desaceleración y el debilitamiento de la economía. 1-229. Recuperado de <http://www.fao.org/3/ca5162es/ca5162es.pdf>
- Feito, M.C. (2017). Visibilización y valorización de la agricultura familiar periurbana. Intervenciones de políticas públicas en el partido de La Matanza. *Mundo Agrario*, 18(38), 1-19. Recuperado de <https://doi.org/10.24215/15155994e055>
- Feito, M.C. (2018). Problemas y desafíos del periurbano de Buenos Aires. Estudios socioterritoriales. *Revista de Geografía*, 24, 1-19. Recuperado de <http://www.scielo.org.ar/pdf/esso/v24/v24a02.pdf>
- Feito, M.C; Boza, S. y Peredo, S. (2019). La agricultura en los periurbanos de Buenos Aires (Argentina) y Santiago (Chile): Territorios en transición. *Quid*, 16 (11), 32-54. Recuperado de <https://publicaciones.sociales.uba.ar/index.php/quid16/article/view/3138/pdf>
- Fernández González, C. (2016). Huertos familiares establecidos por programas gubernamentales en Tlaxcala: Lineamientos para promover su persistencia. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo.

- Fernández, P., de la Vega, S. (2017). ¿Lo rural en lo urbano? Localidades periurbanas en la Zona Metropolitana del Valle de México. *EURE*, 43(130), 2-23. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.4067/s0250-71612017000300185>
- Filippini, R. (2015). Food production potential of periurban agriculture: contribution of periurban farms to local food systems. *Agricultural sciences. AgroParisTech*, 1-318. Recuperado de <https://pastel.archives-ouvertes.fr/tel-01285728/document>
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura). (2011). Consejos prácticos para invertir en invernaderos. *Boletín informativo. Nueva Época*, (14), 1-50. Recuperado de http://www.aarfs.com.mx/imagenes/informacion/estudios/014_Consejos_practicos_para_invertir_invernaderos.pdf
- Flores-Velázquez, J. y Villarreal-Guerrero, F. (2015). Diseño de un sistema de ventilación forzada para un invernadero cenital usando CFD. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(2), 303-316. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n2/v6n2a7.pdf>
- Fonseca Carreño, J.A. y Cleves Leguizamo, J.A. (2015). Ciudadanía ambiental, crisis de la agricultura convencional y desafíos para una agroecología orientada hacia el desarrollo rural. *Agroecología y cambio climático: Dos retos urgentes para la humanidad* (pp. 69-81). Recuperado de <http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/book/article/view/1222/1654>
- Friedrich, T. (2014). La seguridad alimentaria: retos actuales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(4), 319-322. Recuperado <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193033033001.pdf>
- Gabella, J., López, F., Álamo, M. (2019). Transición agroecológica en producciones extensivas de la región semiárida pampeana argentina . *RIA. Revista de Investigaciones Agropecuarias*,

- 45(1), 52-60. Recuperado de <http://ria.inta.gob.ar/sites/default/files/trabajosenprensa/gabella-castellano-4.pdf>
- García, M. y González, E. (2015). El nuevo Régimen de Trabajo Agrario. Desajustes y propuestas de adecuación para el sector hortícola del periurbano bonaerense sur. *Mundo Agrario*, 16(33), 1-23. Recuperado de <https://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/view/MAv16n33a02/7131>
- García Guerreiro, L. y Wahren, J. (2016). Seguridad Alimentaria vs. Soberanía Alimentaria: La cuestión alimentaria y el modelo del agronegocio en la Argentina. *Trabajo y Sociedad*, (26), 327-340. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3873/387343599019.pdf>
- García-Herrera, E.J.; Gómez-González, A.; Hernández-Ríos, I. (2016). Caracterización de la agricultura protegida en la región del altiplano, de San Luis Potosí, México. *Agroproductividad*, 9(10), 87-92. Recuperado de <http://www.revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/837/701>
- García-León, A., Robledo-Torres, V., Mendoza-Villareal, R., Ramírez-Goodina, F., Valdez-Aguilar, L.A., Gordillo-Melgoza, F.A. (2018). Producción de variedades tradicionales de tomate con acolchado en invernadero. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(14), 303-308. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=358662572013>
- García-Sánchez, E. I., Vargas-Canales, J. M., Palacios-Rangel, M. I., y Aguilar-Ávila, J. (2018). Sistema de innovación como marco analítico de la agricultura protegida en la región centro de México. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 15(81), 1-24. Recuperado de <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr15-81.sima...>
- García-Benítez, M., Franco-Sánchez, L.M., & Granados-Alcantar, J.A. (2019). Evaluación del crecimiento de la población y transformación del uso de suelo urbano en la Zona

- Metropolitana de Pachuca, México. Quivera. *Revista de Estudios Territoriales*, 21(2), 63-81 pp. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40161003005>
- Gasca, J. y Torres, F. (2014). El control corporativo de la distribución de alimentos en México. *Revista Problemas del Desarrollo*, 45 (176), 133-155. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/prode/v45n176/v45n176a7.pdf>
- Gordillo-Ruiz, M. C. y Castillo-Santiago, M. A. (2017). Cambio de uso del suelo en la cuenca del río Sabinal, Chiapas, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(10), 39-49. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v4n10/2007-901X-era-4-10-00039.pdf>
- Gutiérrez-Rúa, J., Posada-García, M.D. y González-Pérez, M.A. (2019). Prácticas de recursos humanos que impactan la estrategia de sostenibilidad ambiental. *Innovar*, 29(73), 11-23. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81860976002>
- Hernández Puig, S. (2016). El periurbano, un espacio estratégico de oportunidad, *Biblio3W Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 21(1160), 2-21. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-1160.pdf>
- Herrador Galarza, M. y García Rodríguez, J.L. (2016). La agricultura periurbana de la Vega Lagunera. *Grado en Geografía y Ordenación del Territorio 2015-2016*. Universidad de la Laguna. 1-46. Recuperado de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/2951/La+agricultura+periurbana+de+la+Vega+Lagunera.pdf;jsessionid=FD4B704BC490DE018059CBFC5AA1953A?sequence=1>
- High Level Panel of Experts (HLPE). 2015. *Water for Food Security and Nutrition. A Report by the High Level Panel of Experts on Food Security and Nutrition of the Committee on World Food HILPESecurity*. Roma: CFS / FAO, 1-129. Recuperado de

http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/hlpe/hlpe_documents/HLPE_Reports/HLPE-Report-9_EN.pdf.

International Fund for Agricultural Development (IFAD). 2014. Annual Report 2014. Roma: IFAD, 2-62. Recuperado de https://www.ifad.org/documents/38714170/40252580/AR_print_2014.pdf/868aaf81-0ef8-492c-80b0-f76b6034068c.

INAFED. (2018). Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Recuperado de <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21140a.html>.

INEGI. (2015). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/Pue/Poblacion/default.aspx?tema=ME>

INEGI. (2019). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Datos vectoriales. Marco geoestadístico 2019. <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/>

Jiménez Guethón, R. y Antón Torres, N.A. (2014). Agroecología y Seguridad Alimentaria. Una visión desde Cuba. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 2 (2), 62-76. Recuperado de <http://www.revflacso.uh.cu/index.php/EDS/article/view/49/49>

Juárez-Maldonado, Antonio, de Alba Romenus, Karim, Zermeño González, Alejandro, Ramírez, Homero, & Benavides Mendoza, Adalberto. (2015). Análisis de crecimiento del cultivo de tomate en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(5), 943-954. Recuperado en 11 de febrero de 2020, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000500003&lng=es&tlng=es

- Kuss, E., Flores, D., y Harrison, T. (2016). Mexico tomato annual: Mexico continues to expand greenhouse tomato production (Número de reporte: MX6021).
- Landero, B., Obando, S., Salmerón, F., Valverde, L. y Vivas, E. (2016). Agricultura sostenible para enfrentar los efectos del cambio climático en Nicaragua. Fundación Friedrich Ebert, 1-99. Recuperado de <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/fesamcentral/12896.pdf>
- Leyva, A., Páez, E., y Casanova, A. (2016). Avances de la Agroecología en Cuba. *Rotación y policultivos* (pp. 213-330) En: Funes, F. y L. L. Vázquez. Ed. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. Recuperado de <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/2020>
- Lira Saldívar, R.H., Méndez Argüello, B., De los Santos Villareal, G., & Vera Reyes, I. 2018. Potencial de la nanotecnología en la agricultura. *Acta Universitaria*, 28(2), 9-24 pp. Recuperado de <http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/view/1575/pdf>
- López-Elías, J., Garza Ortega, S., Huez López, M.A, Jiménez León, J., Rueda Puente, E.O. y Murillo Amador, B. (2015). Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en función de la densidad de plantación en condiciones de invernadero. *European Scientific Journal*, 11(24), 25-36. Recuperado de [http://www.dagus.uson.mx/publicaciones/indexadas/ESJ%20Vol.11No.24\(2015\)%20Articulo.pdf](http://www.dagus.uson.mx/publicaciones/indexadas/ESJ%20Vol.11No.24(2015)%20Articulo.pdf)
- López Salazar, R. y Sandoval Godoy, S.A. (2018). La seguridad alimentaria en México: el reto inconcluso de reducir la pobreza y el hambre. *Espacio Abierto*, 27(1), 125-147. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12260455007>

- Lorda, H., Moglie, D., Caldera, J., Domínguez, N., De Durana, F., y Saibene, Y.B. (2018). Relevamiento de la Agricultura Periurbana en una microregión de La Pampa, 407-418. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/71515/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1
- Marín, S., Bertsch, F. y Castro, L. (2017). Efecto del manejo orgánico y convencional sobre propiedades bioquímicas de un andisol y el cultivo de papa en invernadero. *Agronomía Costarricense*, 41(2), 27-46. Recuperado de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/ac/v41n2/0377-9424-ac-41-02-26.pdf>
- Martínez, F. y García, C. (2016). Avances de la Agroecología en Cuba. *Abonos orgánicos* (pp. 109-122). En: Funes, F. y L. L. Vázquez. Ed. Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. Recuperado de <http://repositorio.geotech.cu/jspui/handle/1234/2020>
- Mastache, A., Gerritsen, P. y Morales, J. (2018). Multifuncionalidad de la agricultura familiar en contextos periurbanos: estudio de caso del Occidente de México. *Cuadernos de Agroecología – ISSN 2236-7934 – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF*, 13(1), 1-7.
- Mata Olmo, R. (2018). Cultura territorial e innovación social. ¿Hacia un nuevo modelo territorial en Europa del Sur? “*Agricultura periurbana y estrategias agroalimentarias en las ciudades y áreas metropolitanas españolas: viejos problemas, nuevos proyectos*” (pp. 369-390) en Baron Yelles, N. y Romero González, J. Universidad de Valencia.
- Medrano Pérez, O.R. (2020). “Ciudades sobrecargadas: la sobreexplotación de recursos como limitante del desarrollo sustentable”. *Antípoda. Revista de Antropología y Arqueología* 39, 3-12. Recuperado de <https://doi.org/10.7440/antipoda39.2020.01>

- Méndez Niño, S. M. (2020). La pura verde: sistema modular para la implementación de huertas urbanas. Tesis de Licenciatura. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano 1-33. Recuperado de <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/8229/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mendieta Izquierdo, G. (2015). Informantes y muestreo en investigación cualitativa. Investigaciones ANDINA, 17(30), 1148-1150. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2390/239035878001.pdf>
- Migliorati, M. (2016). Agroecología, una alternativa viable. Revista de Investigaciones Agropecuarias, 42(3), 226-233. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/864/86449712002.pdf>
- Miralles, D.J. (2013). Estrategias para aumentar la producción de alimentos. Asociación Civil Ciencia Hoy, 23(34), 29-33. Obtenido de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/4164/CONICET_Digital_Nro.5300_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Molina Vásquez, R. (2015). Construcción del concepto de tecnología en una red virtual de aprendizaje. Enunciación, 20(1), 10-25. Recuperado de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/enunc/article/view/8781/11004>
- Monge Pérez, J.E. (2016). Evaluación preliminar de 201 genotipos de ocho diferentes hortalizas (berenjena, chile dulce, zucchini, ayote, sandía, pepino, tomate y melón) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. 277-300. Recuperado de <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/76665/Evaluaci%C3%B3n%20preliminar%20de%20201%20genotipos%20de%20hortalizas.pdf?sequence=1>

- Montasell, J., y Callau, S. (2015). El Parque Agrario: una figura de transición hacia nuevos modelos de gobernanza territorial y alimentaria. *Células alimentarias: Un nuevo instrumento de planificación y gestión de sistemas agro urbanos*. (pp.143-164) Madrid: Heliconia. Recuperado de https://www.heliconia.es/wp-content/uploads/2015/10/Parque-Agrario_Yacam%C3%A1n-Zazo.pdf
- Morales, J., Muñoz, L., Rodríguez, D. y Cantor F. (2014). Acción combinada de feromona sexual y de avispa *Apanteles gelechiidivoris* para el control de *Tuta absoluta* en cultivos de tomate bajo invernadero. *Acta Biológica Colombiana*, 19(2), 175-184. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319030502005.pdf>
- Moreno-Reséndez, A., García-Gutiérrez, L., Cano-Ríos, P., Martínez-Cueto, V., Márquez-Hernández, C. y Rodríguez-Dimas, N. (2014). Desarrollo del cultivo de melón (*cucumis melo*) con vermicompost bajo condiciones de invernadero. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 1(2), 163-173. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v1n2/v1n2a7.pdf>
- Moreno Sarmiento, N. (2016). La agricultura sostenible un reto para la microbiología del suelo. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 23(1), 5-6. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v18n1/v18n1a01.pdf>
- Mosca, V. A. (2019). “El periurbano de la Región Metropolitana de Buenos Aires: tensión entre soberanía alimentaria y derecho a la ciudad”. *Revista Huellas*, 23(1), 87-105. Santa Rosa: Instituto de Geografía, EdUNLPam. Recuperado de <http://cerac.unlpam.edu.ar/index.php/huellas>.
- Nicholls, C.I., Altieri, M.A., & Vázquez, L.L. (2015a). Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología*, 10(1), 61-72. Recuperado de https://socla.co/wp-content/uploads/2016/08/Agroecologia_10_1.pdf

- Nicholls, C. I., Henao, A., Altieri, M. A. (2015b). Agroecología y el diseño de sistemas agrícolas resilientes al cambio climático. *Agroecología*, 10(1), 7-31. Recuperado de https://socla.co/wp-content/uploads/2016/08/Agroecologia_10_1.pdf
- Nicholls, C. I., Altieri, M. A., & Vázquez, L. (2016) Agroecology: Principles for the Conversion and Redesign of Farming Systems. *Journal of Ecosystem & Ecography*, S5: 010. 1-8. Recuperado de <https://www.omicsonline.org/open-access/agroecology-principles-for-the-conversion-and-redesign-of-farming-systems-2157-7625-S5-010.pdf>
- Novagric. (2015). Cultivos en Invernadero: Invernadero para hortalizas. Recuperado de <http://www.novagric.com/es/blog/articulos/cultivos-invernadero-hortalizas>.
- Ocaña, Romo, C.R. (2015). Hortalizas. Crecimiento de superficie de invernaderos en México. Recuperado de www.hortalizas.com/horticultura-protegida/crecimiento-de-superficie-de-invernaderos-en-mexico/.
- ONU. (2017). World population prospects: The 2017 revision. Volumen II: Demographic Profiles. United Nations. New York, USA. 848p
- ONU. (2018). Organización de las Naciones Unidas. Recuperado de <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>
- Orozco Corral, A. L., M. I. Valverde Flores, R. Martínez Téllez, C. Chávez Bustillos y R. Benavides Hernández. (2016). Propiedades físicas, químicas y biológicas de un suelo con manzano biofertilizado. *Terra Latinoamericana*, 34(4), 441-456. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n4/2395-8030-tl-34-04-00441.pdf>

- Ortega, Martínez, L.D., Ocampo, Mendoza, J., Sandoval Castro, E., Martínez, Valenzuela, C., Huerta De la Peña, A. y Jaramillo Villanueva. J. L. (2014). Caracterización y funcionalidad de invernaderos en Chignahuapan, Puebla, México. *Revista Bio Ciencias*, 2(4), 261-270. <http://revistabiociencias.uan.mx/index.php/BIOCIENCIAS/article/view/81/118>
- Ortega, Martínez, L.D., Martínez, Valenzuela, C., Waliszewski, S.M., Ocampo, Mendoza, J., Huichapan Martínez J., El Kassis, E., Soto Ruiz, G. y Pérez Armendáriz, B. (2017). Nivel tecnológico de invernadero y riesgo para la salud de los jornaleros. *Nova Scientia*, 9 (1), 21 – 42. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ns/v9n18/2007-0705-ns-9-18-00021.pdf>
- Ortiz-Paniagua, C.F., Zamora-Torres, A.I. y Bonales-Valencia, J. (2018). Vulnerabilidad económica municipal del impacto agrícola ante condiciones de cambio climático en Michoacán. *Análisis Económico*, 33(82), 73-93. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ane/v33n82/2448-6655-ane-33-82-73.pdf>
- Pagliaricci, L., Castresana, J. y Gagliano, E. (2017). Evaluación económica del cultivo de tomate bajo cubierta campaña 2015/16. Estudio de caso de un productor hortícola diversificado en la localidad de Concordia, Entre Ríos. 1º encuentro Nacional sobre periurbanos e interfaces críticas, 2ª reunión científica del PNNAT y 3ª reunión de la red ERIURBAN, 1-1. Recuperado de https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_evaluacion_economica.pdf
- Palacios-Argüello, L., Morganti, E. y Gonzalez-Feliu, J. (2017). Food hub: Una alternativa para alimentar las ciudades de manera sostenible. *Revista Transporte y Territorio*, 17, 10-33. Recuperado de <http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/rtt/article/view/3865/3470>
- Pandey, B. y Seto, K.C. (2015) Urbanization and agricultural land loss in India: Comparing satellite estimates with census data. *Journal of Environmental Management*, 148, 53-66. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.05.014>

- Pérez Sánchez, J. M. y Juan Pérez, J.I. (2016). Agricultura de terrazas en el cerro Tenismo, Toluca. México. Terra. Nueva Etapa, 32(51), 163-184. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=721/72146268008>
- Pérez Fernández, A.R. Ruiz Morales, M., Lobato Calleros, M.O., Pérez Valera, E. y Rodríguez Salina, P. (2018). Sustrato biofísico para agricultura protegida y urbana a partir de compost y agregados provenientes de los residuos sólidos urbanos. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. 34(3), 383-394. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rica/v34n3/0188-4999-rica-34-03-383.pdf>
- Pérez, M. C. (2018). Expansión de la ciudad en la zona metropolitana de Pachuca: procesos desiguales y sujetos migrantes e inmobiliarios. Territorios, 0(38):41-65. doi:<http://dx.doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.5577>
- Pitta Paredes, M.J. y Acevedo Osorio, Á. (2019). Contribuciones de la Agroecología Escolar a la Soberanía Alimentaria: Caso Fundación Viracocha. Praxis & Saber, 10(22), 1-18. Recuperado de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4772/477259302016/477259302016.pdf>
- Plan de Desarrollo Municipal de San Pedro Cholula, Puebla 2014-2018. (2014). Recuperado de http://cholula.gob.mx/images/documents/68._plan_de_desarrollo_municipal_de_san_pedro_cholula_puebla_2014-2018_normatividad_municipal.pdf.
- Pochettino, M.L., Bonicatto, M.M. y Hurrell, J.A. (2017). Huertos comerciales del periurbano de la Plata (Buenos Aires, Argentina): reservorio de diversidad biocultural. 413-429. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/75109/Documento_completo.pdf?sequence=1

- Pola-Villaseñor, S., Méndez-Lemus, Y. y Vieyra, A. (2017). Acceso al suelo ejidal periurbano: análisis desde el capital social. *Economía, Sociedad y Territorio*, XVII(54),429-460. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=111/11150592007>
- Polar, V., Babini, C., Velasco, C., Flores, P. y Fonseca, C. (2017) La tecnología no es neutral: Factores que influyen en la potencial adopción de tecnología agrícola por hombres y mujeres. Centro Internacional de la Papa. La Paz, Bolivia. 1-43. Recuperado de <https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/90134/La%20Tecnolog%C3%ADa%20no%20es%20neutral%20ESP.pdf?sequence=1>
- Pölling, B., Mergenthaler, M. y Lorleberg, W. (2016). Professional urban agriculture and its characteristic business models in Metropolis Ruhr; Germany. *Land Use Policy*, 58, 366-379. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.05.036>
- Prack Mc Cormick, B., Rodríguez, H., Sokolowski, A. Gagey, C., Wolski, J. y Barrios, M. (2019). Evaluación experimental de la calidad del suelo en respuesta a prácticas de manejo hortícola. La cama de pollo. V Reunión Argentina de Geoquímica de la Superficie. 58-61. Recuperado de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/77393/Documento_completo.pdf?sequence=1
- Pratt, L. y Ortega J.M. (2019). Agricultura protegida en México. Elaboración de la metodología para el primer bono verde agrícola certificado, 1-57. Recuperado de https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Agricultura_protegida_en_M%C3%A9xico_Elaboraci%C3%B3n_de_la_metodolog%C3%ADa_para_el_primer_bono_verde_agr%C3%ADcola_certificado_es.pdf
- Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. San Andrés Cholula, Puebla Clave geoestadística 21119. Recuperado de

<https://docplayer.es/21699061-Prontuario-de-informacion-geografica-municipal-de-los-estados-unidos-mexicanos-san-andres-cholula-puebla-clave-geoestadistica-21119.html>

Rabobank. (2018). World Vegetable Map 2018: More than Just a Local Affair. Recuperado de http://agriculturers.com/wpcontent/uploads/2018/02/1336115_Rabobank_World_Vegetable_Map_2018-DIGITAL.pdf

RAE. (2020). Real Academia Española. Recuperado de <https://www.ecured.cu/Tecnolog%C3%ADa>

Reganold, J. y Wachter, J. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, 2, 1-8. Recuperado de <https://www.agroecologia.net/wp-content/uploads/2016/02/Reganold-2016-Organic-farming-in-XXI-Nature-Plants.pdf>

Ribeiro, S.M., Bógus, C.M. y Wada Watanabe, H.A. (2015). Agricultura Urbana Agroecológica en la Perspectiva de la Promoción de la Salud. *Saúde Soc. São Paulo*, 24(2), 730-744. Recuperado de <https://www.scielosp.org/pdf/sausoc/2015.v24n2/730-743/es>

Rosset, P.M. y Martínez Torres, M.E. (2016). Agroecología, territorio, recampesinización y movimientos sociales. *Estudios Sociales*, 25(47), 275-299. Recuperado de <https://foodfirst.org/wp-content/uploads/2016/02/Agroecolog%C3%ADa-territorio-recampesinizaci%C3%B3n-y-movimientos-sociales.pdf>

Sabourin, E., Patrouilleau, M.M., Le Coq, J.F., Vásquez, L. y Niederle, P. (2017). Políticas públicas a favor de la agroecología em América Latina y el Caribe. *Porto Alegre*, 1-412. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i8067s.pdf>

SADER. (2019). Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Sinaloa en cifras. Obtenido de <https://www.hortalizas.com/cultivos/tomates/sinaloa-en-la-agricultura/>. Fecha de consulta 19 de Febrero 2020.

SAGARPA. (2015). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <https://www.gob.mx/agricultura%7Cpuebla/articulos/entrega-sagarpa-348-mil-pesos-en-apoyo-a-la-soberania-alimentaria-de-puebla> Fecha de consulta 19 de Febrero 2020.

SAGARPA. (2016a). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Recuperado de <https://www.cmdrs.gob.mx/sites/default/files/cmdrs/sesion/2018/11/12/1684/materiales/4-acuerdos-del-programa-fomento-la-agricultura.pdf>

SAGARPA. (2016b). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/380295/AGRICULTURA_PROTEGIDA_A_2016.pdf Pp. 1-2.

SAGARPA. (2017). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Agricultura protegida, cosecha segura. Recuperado de <https://www.gob.mx/sader/es/articulos/agricultura-protegida-cosecha-segura>. Fecha de consulta 19 de Febrero 2020

SAGARPA. (2018). Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Agricultura Protegida 2013. Recuperado de <https://www.gob.mx/sader/acciones-y-programas/agricultura-protegida-2013>. Fecha de consulta 19 de Febrero 2020

- Salazar-Barrientos, L. de L., Magaña-Magaña, M.A. y Latournerie-Moreno, L. (2015). Importancia económica y social de la agrobiodiversidad del traspatio en una comunidad rural de Yucatán, México. *Agricultura Sociedad y Desarrollo*. 12(1), 1-14. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v12n1/v12n1a1.pdf>
- Sánchez del Castillo, F., Durán Paredes, M.G., Moreno Pérez, E. del C. y Magdaleno Villar, J.J. (2017). Variedades y densidades de población de frijol ejotero cultivado bajo invernadero e hidroponía. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(5), 1187-1193. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8n5/2007-0934-remexca-8-05-1187.pdf>
- Santiago-López, G., Preciado-Rangel, P., Sánchez-Chavez, E., Esparza-Rivera, J.R., Fortis-Hernández, M. y MorenoReséndez, A. (2016). Organic nutrient solutions in production and antioxidant capacity of cucumber fruits. *Emirates Journal of Food Agriculture* 28(7), 518-521. Recuperado de doi:10.9755/ejfa.2016-01-083
- SIAP. (2015). Sistema de Información Agroalimentaria y pesquera. Superficie cubierta y número de instalaciones de agricultura protegida SIAP. Recuperado de <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php> Fecha de consulta 20 de Febrero 2020.
- SIAP. (2017). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap/articulos/agricultura-protegida-presente-en-30-estados-del-pais?idiom=es>. Fecha de consulta 20 de Febrero 2020.
- SIAP/SAGARPA. (2015). Atlas Agroalimentario. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicios de Información Agroalimentaria y Pesca. México. Recuperado de https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2015/Atlas-Agroalimentario-2015 Fecha de consulta 20 de Febrero 2020.

SIAP/SAGARPA. (2016a). Atlas Agroalimentario 2016. Recuperado de http://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2016/AtlasAgroalimentario-2016.2-231. Fecha de consulta 20 de Febrero 2020.

SIAP/SAGARPA (2016b). Superficie agrícola protegida. Recuperado de http://www.sagarpa.gob.mx/quienesomos/datosabiertos/siap/Paginas/supercie_agricola_prottegida.aspx. Fecha de consulta 20 de Febrero 2020.

Segrelles, Serrano, J.A. (2015). Agricultura periurbana, parques naturales agrarios y mercados agropecuarios locales: una respuesta territorial y productiva a la subordinación del campo a la ciudad. *Scripta Nova*, 19(502), 1-35. Recuperado de <http://revistes.ub.edu/index.php/ScriptaNova/article/view/15107/18310>

Sislian, F. (2014). Planificación estratégica, políticas públicas y desarrollo territorial rural: la viabilidad de la agricultura de base familiar en los territorios periurbanos de la Provincia de Buenos Aires. Universidad Nacional de la Matanza, Departamento de Derecho y Ciencia Política, 1-75. Recuperado de <https://repositoriocyt.unlam.edu.ar/bitstream/123456789/74/1/INFORME%20FINAL%200D-023.pdf>. Fecha de consulta 20 de Febrero 2020

Soria Sánchez, G. y Palacio Muñoz, V.H. (2014). El Escenario Actual de la Alimentación en México. *Textos & Contextos (Porto Alegre)*, 13 (1), 128-142. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/3215/321531779011.pdf>

Soto-Cortés, J. J. (2015). La reducción del suelo agrícola en la región de Texcoco, Estado de México. *Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad*, 9(5), 1-13. Recuperado de <http://www.udgvirtual.udg.mx/paakat/index.php/paakat/article/view/238/358>

- Tamagno, L.N., Iermanó, M.J. y Sarandón, S. J. (2018). Los saberes y decisiones productivo-tecnológicas en la agricultura familiar pampeana: Un mecanismo de resistencia al modelo de agricultura industrial. *Mundo Agrario*, 19(42), 1-22. Recuperado de <https://www.mundoagrario.unlp.edu.ar/article/view/MAe100/10096>
- Tamayo Manrique, J., Martínez y Ojeda, E., Monforte Méndez, G., Munguía Gil, A., Ruiz Martínez, A. (2014). La agroecología como propuesta de modelo de producción aplicado al cultivo de chile habanero en Peto, Yucatán. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 35, 969-978. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/141/14131676006.pdf>
- Tecno Agro. (2017). La Agricultura protegida en México. Obtenido de tecnoagro.com.mx/no-117/la-agricultura-protegida-en-mexico. Fecha de consulta 20 de Febrero 2020
- Thiébaud, V. (2017). Espacios periurbanos: transformación y valoración de los paisajes en una localidad de la periferia de Xalapa, Veracruz. *Entre Diversidades. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, (8),151-182. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4559/455958086006>
- Tochihuitl Tepox, A., Villarreal Manzo L.A., Ramírez Valverde, B., Gutiérrez Domínguez, E.A. y Tlapa Almonte, M. (2016). Análisis de los cambios y la persistencia en los usos del suelo de 1958 a 2010 en el municipio de Cuautlancingo, Puebla, México. *Ambiente y Desarrollo*, 20(39), 35-54. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.ayd20-39.acpu>
- Toral Juárez, M.A., López Collado, C.J. y Gallardo López, F. (2016). Factores que influyen en la práctica de la horticultura periurbana: caso de una ciudad en el estado de Veracruz, México. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 24(47), 206-228. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=417/41744003008>

- Trinidad-Santos, A. y Velasco-Velasco, J. (2016). Importancia de la materia orgánica en el suelo. *Agroproductividad*, 9(8), 52-58. Recuperado de <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/802/666>
- UNFPA (2018) Total population in millions, 2018. Fondo de Población de la Naciones Unidas. Recuperado de <https://www.unfpa.org/es/data/world-population-dashboard>. Fecha de consulta 20 de Febrero 2020
- Urquía-Fernández, N. (2014). La seguridad alimentaria en México. *Salud Pública de México*, 56 (Supl. 1), 92-98. Recuperado de <http://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/5171/4997>
- Valera Martínez, D. L., Belmonte Ureña, L. J., Molina Aiz, F. D. y López Martínez, A. (2014): Los invernaderos de Almería. Análisis de su tecnología y rentabilidad. Almería, Cajamar Caja rural. Colección Serie Economía, 21, 11-504. Recuperado de <https://www.publicacionescajamar.es/publicacionescajamar/public/pdf/series-tematicas/economia/los-invernaderos-de-almeria-analisis.pdf>
- Vargas-Canales, J. M., Castillo-González, A. M., Pineda-Pineda, J., Ramírez-Arias, J. A. y Avitia-García, E. (2014). Nutrient extraction of tomato (*Solanum lycopersicum L.*) in mixtures of volcanic rock with fresh and recycled sawdust. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 20(1), 71-88. Recuperado de <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2013.02.005>
- Vargas-Canales, J.M., Palacios-Rangel, M.I., Camacho Vera, J.H., Aguilar Ávila, J. y Ocampo Ledesma, J.G. (2015). Factores de innovación en agricultura protegida en la región de Tulancingo, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 6(4), 827-840. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v6n4/v6n4a13.pdf>

- Vargas-Canales, J. M., Palacios-Rangel, M. I., Aguilar-Ávila, J. y Ocampo-Ledesma, J. G. (2016). Cambio tecnológico e innovación en agricultura protegida en Hidalgo, México. Chapingo: Universidad Autónoma Chapingo. Recuperado de <http://ciestaam.edu.mx/cambio-tecnologico-e-innovacion-en-agricultura-protegida-en-hidalgo-mexico/> Fecha de consulta 20 de Febrero 2020
- Vargas-Canales, J.M., Palacios-Rangel, M.I., Aguilar-Ávila, J., y Ocampo-Ledesma, J. G., Kreimer, P. y Ortiz-Martínez, G. (2017). Technological innovation in a case of protected agriculture in Mexico. *Revista de Geografía Agrícola*, (61), 9-38. Recuperado de doi.org/10.5154/r.rga.2017.61.0
- Vargas-Canales, J. M., Palacios-Rangel, M. I., Aguilar-Ávila, J., Ocampo-Ledesma, J. y Medina-Cuellar, S. E. (2018). Efficiency of small enterprises of protected agriculture in the adoption of innovations in Mexico. *Estudios Gerenciales*, 34(146), 52–62. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/eg/v34n146/0123-5923-eg-34-146-00052.pdf>
- Vásquez, L., Marzin, J., y Rodríguez González, N. (2017). Políticas públicas y transición hacia la agricultura sostenible sobre bases agroecológicas en Cuba, 189-232. En *Políticas Públicas en favor de la agroecología en América Latina y el Caribe*. Sabourin, E., Patrouilleau, M.M., Le Coq, J. F., Vásquez, L. y Niederle, P. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i8067s.pdf>
- Vázquez, L. L. (2014). *Compendio de Buenas Prácticas Agroecológicas en Manejo de Plagas*. Editora Agroecológica. La Habana. Pp. 328.
- Vázquez Moreno, L.L. (2015). Diseño y manejo agroecológico de sistemas de producción agropecuaria. En *Sembrando en Tierra Viva. Manual de Agroecología*. Proyecto Tierra Viva. La Habana, 133-160. Obtenido de <https://cerai.org/wordpress/wp->

content/uploads/2016/01/Sembrando-en-Tierra-Viva_-Manual-de
Agroecolog%C3%ADa.pdf

Vázquez Vázquez, P., García López, M. Z., Navarro Cortez, M.C. y García Hernández, D. (2015). Efecto de la composta y té de composta en el crecimiento y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum mill.*) en invernadero. Revista Mexicana de Agronegocios, 36, 1351-1356. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=141/14132408020>

Vázquez García, S.M. (2017). Automatización, control y monitoreo de un invernadero para cultivo hortícola en el marco de la agricultura urbana y periurbana en el municipio de Viacha. La Paz, Bolivia. Universidad mayor de San Andrés facultad de tecnología carrera de electromecánica. Tesis de licenciatura. Pp. 1-178.

Verhulst, V., Francois, I. y Govaerts, B. (2015). Agricultura de conservación y captura de carbono en el suelo: Entre el mito y la realidad del agricultor. Programa de Agricultura de Conservación del CIMMYT de México, 1-16. Recuperado de <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/4409/56986.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Villarroel González, C., Goykovic Cortés, V., Collao Caiconte, P., Barraza Rodríguez, M., Fernández Fuentes, J., Villarroel Figueroa, A., Valdivia Pinto, R. y Castro Cruz, C. (2019). Evaluación de desempeño de un invernadero ubicado en el desierto de Atacama, Chile, a través de IoT. Interciencia, 44(7), 386-393. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33960285003>

Wolff, M. y Ovalle, C. (2016). El secuestro de carbono en los suelos importancia de la materia orgánica del suelo (MOS). Instituto de investigaciones agropecuarias centro regional de investigación. INIA. 1-2. Recuperado de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/informativos/NR40548.pdf>

- Yacamán Ochoa, C. (2017). Estudio territorial y paisajístico de la agricultura periurbana en la región metropolitana de Madrid: Análisis de casos y propuestas de ordenación y gestión. Tesis doctoral, doctorado en geografía, Departamento de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Autónoma de Madrid, 1-573.
- Yacamán Ochoa, C. (2018). Agricultura periurbana: revisión crítica de los riesgos y desafíos en la actual agenda política de las interacciones agro-urbanas. *Biblio3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 23(1,237) 1-26. Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/b3w-1237.pdf>
- Zarza Silva, H.G., Bogado Ayala, G.G., Alonso Argüello, G.D. y Ramírez, J.C. (2018). Manual básico de cultivos sin suelo para producción de tomate en invernadero, 1-59. Recuperado de <http://www.ipta.gov.py:8080/xmlui/handle/123456789/11>
- Zermeño González, A., Marroquín Morales, J.A., Melendres Álvarez, A.I., Ramírez Rodríguez, H., Cadena Zapata, M. y Campos Magaña, S.G. (2019). Propiedades espectrales de la cubierta de macro túneles y su relación con el crecimiento y rendimiento del chile poblano (*Capsicum annuum* L.). *Terra Latinoamericana* 37(3), 253-260. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v37n3/2395-8030-tl-37-03-253.pdf>
- Zulaica, L., Vázquez, P. y Daga, D. (2018). Estimación de la erosión actual y potencial de suelos destinados a actividades hortícolas en el periurbano de Mar del Plata. 805-817. Recuperado de <https://digital.cic.gba.gob.ar/bitstream/handle/11746/10091/Estimaci%C3%B3n%20de%20la%20erosi%C3%B3n%20actualCIC.pdf-PDFA.pdf?sequence=1>
- Zuluaga, J. y Paoli, L. (2016). Sistemas agroalimentario ciudad-región análisis de la situación Medellín, Colombia FAO - programa alimentos para las ciudades. 1-37. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-bl884s.pdf>

10. ANEXOS

Anexo 1. Tipo de invernaderos por estrato. Muestra fotográfica

Invernadero y cultivo del estrato uno.



Invernadero y cultivo del estrato dos.





Invernadero y cultivo del estrato tres.



Invernadero, cultivo y cosecha del estrato cuatro.





Anexo 2

Manejo tecnológico por invernadero. Cuatro casos.

Fertilización

Caso uno

En 200 L de agua se mezcló: nitrato de potasio 60 g, sulfato de magnesio 65 g, sulfato de potasio 63 g, fosfato monopotásico 30 g.

El riego se realiza en forma manual con una manguera.

- a) Después del trasplante y hasta el inicio de la floración se regó con 750 ml cada planta.
- b) Al inicio de la floración y hasta la fructificación se regó con 1 L cada planta.
- c) Al inicio de la fructificación y hasta la cosecha se regó con 1.5 L cada planta.
- d) Durante la cosecha se regó con 1.5 L a cada planta.

Caso dos

Después del trasplante se inició la aplicación de nutrientes durante el periodo del 21 de diciembre 2018 al 14 de febrero 2019, de la siguiente forma:

- a) Entre el trasplante y la floración se aplicó una mezcla de té de frutas preparada con: papaya, piña, plátano, papa, aguacate, betabel, calabaza de castilla, leche bronca, melaza, ceniza, harina de roca, cáscara de huevo y sábila; el proceso de fermentación es anaeróbico al 5% (10 L en 200 L de agua). Se aplicó (de forma manual) 1 L por planta una vez cada ocho días. Para un mejor aprovechamiento se regó todos los días con 500 L diarios.
- b) Desde el inicio de la floración y hasta la fructificación (15 de febrero al 30 de abril 2019) continuó la aplicación del té de frutas al 10% (20 L en 200 L de agua). Se aplicó de forma manual 1 L por planta, una vez cada ocho días. Todos los días se regó con agua. En el mes de abril no se fertilizó durante dos semanas con el objetivo de estresar a la planta y así lograr la madurez.
- c) A partir del inicio de la producción (02 de mayo 2019) hasta el término de la cosecha, se aplicó el té de frutas al 15% (30 L en 200 L de agua), en forma manual con un bote, 1 L por planta

una vez cada ocho días; todos los días se regó con agua. La cantidad de fertilizante utilizada desde el trasplante hasta el día 20 de mayo, fue de 400 L.

Caso tres

- a) Desde el trasplante (2 de abril) hasta inicios de la floración se aplicaron 550 L diarios en el riego con la siguiente mezcla: nitrato de calcio 360 g, nitrato de potasio 430 g, sulfato de magnesio 260 g, fosfato monoamónico 50 g y fosfato monopotásico 290 g, mezclados en 1,100 L de agua.
- b) A partir de la floración (1 de mayo) hasta inicios de la producción, la nutrición cambió, aplicando 825 L diarios con la siguiente mezcla: nitrato de calcio 500 g, nitrato de potasio 800 g, sulfato de magnesio 600 g, fosfato monoamónico 60 g y fosfato monopotásico 290 g, mezclado en 1,100 L de agua.
- c) A partir del inicio de la cosecha (el 31 de mayo) la fórmula de la nutrición cambió; en el riego se aplicaron 1,100 L diario de la mezcla: nitrato de calcio 800 g, nitrato de potasio 800 g, sulfato de magnesio 600 g, fosfato monoamónico 60 g y fosfato monopotásico 290 g, mezclados en 1,100 L de agua.
- d) Durante la cosecha (19 de junio) aumentó la aplicación de calcio y de potasio, se continuó aplicando en el riego 1,100 L diarios de los siguientes nutrientes: nitrato de calcio 1,000 g, nitrato de potasio 900 g, sulfato de magnesio 600 g, fosfato monoamónico 60 g y fosfato monopotásico 290 g, mezclados en 1,100 L de agua.

Caso cuatro

La mezcla de productos que se usó diariamente en el riego para ambos cultivos fue la siguiente:

- a) Para la etapa del trasplante hasta la floración, se usaron: nitrato de potasio, 8.6 kg; sulfato de potasio, 3.5 kg; fosfato monopotásico, 4.9 kg; nitrato de calcio, 17 kg; micros, 700 g y ácido nítrico, 7 L, mezclados en 28,500 L. Los riegos se iniciaron un día después del trasplante, se realizaron dos riegos diarios, con duración de 15 minutos cada uno, se riega con 3,562.5 L diarios.
- b) Iniciada la etapa de floración, las cantidades de fertilizantes aumentaron: nitrato de potasio, 9 kg; sulfato de potasio, 4.5 kg; fosfato monopotásico, 6 kg; nitrato de calcio, 18 kg; micros, 800

g y ácido nítrico, 8 L, mezclados en 28,500 L. Los riegos se llevaron a cabo de la siguiente forma: 2 dos riegos diarios de 20 minutos cada uno, se regó con 5,140.8 L diarios.

- c) El 28 de mayo se cambió la fórmula de nutrición, iniciada la etapa de fructificación: nitrato de potasio, 10 kg; sulfato de potasio, 7 kg; fosfato monopotásico, 6.2 kg; nitrato de calcio, 19 kg; micros, 800 g y ácido nítrico, 8 L mezclados en 28,500 L, se riega con 6,048 L diarios; se realizan cuatro riegos diarios de 15 minutos
- d) El 18 de julio se cambió la fórmula de nutrición, iniciada la etapa de producción y hasta la cosecha: nitrato de potasio, 11.5 kg; sulfato de potasio, 7.4 kg; fosfato monopotásico, 6.6 kg; nitrato de calcio, 19 kg; micro mix, 700 g; micro fe, 200 g y, ácido nítrico, 8 L; esta cantidad de fertilizante se agrega a 10,000 L de agua con la que se riegan los 2,300 m² al día; se realizan cuatro riegos diarios de 15 minutos

Aplicaciones foliares para la nutrición

Caso uno

Para reforzar la nutrición para el desarrollo de los frutos, entre el 15 de mayo y 31 de julio se aplicó calcio y boro 20 g en 20 L de agua. Las aplicaciones se realizaron una vez por semana.

Caso dos

Entre el 24 de diciembre y 28 de enero se aplicaron al follaje aminoácidos, 80 ml en 12 L de agua, y cola de caballo, 350 g en 12 L de agua para evitar daños por heladas. Las aplicaciones se realizaron cada 7 días.

Caso tres

Para fortalecer la nutrición en todas las etapas de la planta, durante tres meses (15 de marzo al 20 de junio) se realizaron aplicaciones foliares de diferentes nutrientes, como se describe a continuación:

- Para el crecimiento de la planta, el 15 de marzo se aplicó: aminocel (L-aminoácidos (aminoácidos libres 50%, nitrógeno 10%, fosforo 8%, potasio 10%, fierro 0.1%, zinc 0.03%, manganeso 0.02%, magnesio 0.01%, molibdeno 0.005%, boro 0.01%) 30 g,

fosfacel (NP nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 100 ml, humifert (Nutriente foliar NPK con ácidos húmicos (nitrógeno 10%; fósforo 5%; potasio 5%; ácidos húmicos 3%; fitohormona (ácido giberélico) 6.5 ppm; tiamina 1.5 ppm; azufre (S) 1.5 g/L; calcio (Ca) 0.25 g/L; magnesio (Mg) 0.25 g/L; boro 0.01 g/L; cobre 0.4 g/L; hierro 0.6 g/L; manganeso 0.4 g/L; molibdeno 0.01 g/L; zinc 0.8 g/L) 100 ml, ktionic (complejo orgánico fúlvico) 100 ml y adherente 10 ml, mezclado en 3 L de agua.

- Trece días posteriores (28 de marzo) se asperjó aminocel L-aminoácidos (aminoácidos libres 50%, nitrógeno 10%, fosforo 8%, potasio 10%, fierro 0.1%, zinc 0.03%, manganeso 0.02%, magnesio 0.01%, molibdeno 0.005%, boro 0.01%) 25 g, fosfacel NP (nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 25 g, ktionic complejo orgánico fúlvico) 10 ml y adherente 5 ml en 5 L de agua, para fortalecer la nutrición de la etapa de floración.
- Cuatro días después (1 de abril) se aplicó fosfacel (NP nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 25 g, humifert (Nutriente foliar NPK con ácidos húmicos) 10 ml y maxigrow (extractos orgánicos 8.3 %) 5 ml en 5 L de agua, para nutrición de las plantas.
- Inmediatamente el 3 de abril se aplicó aminocel (L-aminoácidos (aminoácidos libres 50%, nitrógeno 10%, fosforo 8%, potasio 10%, fierro 0.1%, zinc 0.03%, manganeso 0.02%, magnesio 0.01%, molibdeno 0.005%, boro 0.01%) 25 g, ktionic (complejo orgánico fúlvico) 10 ml, maxigrow (extractos orgánicos 8.3 %) 5 ml y adherente 3 ml en 5.5 L de agua, para fortalecer la planta.
- Seis días posteriores (9 de abril) se aplicó la misma mezcla (aminocel (L-aminoácidos (aminoácidos libres 50%, nitrógeno 10%, fosforo 8%, potasio 10%, fierro 0.1%, zinc 0.03%, manganeso 0.02%, magnesio 0.01%, molibdeno 0.005%, boro 0.01%) 25 g, ktionic (complejo orgánico fúlvico) 10 ml, maxigrow (extractos orgánicos) 5 ml y adherente 3 ml) mezclado en 6 L de agua, nuevamente para nutrir la planta.
- Cinco días (11 de abril) después se aplicó fosfacel (nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 25 g, humifert (Nutriente foliar NPK con

ácidos húmicos) 10 ml, humus de lombriz 50 ml y adherente mezclado en 6 L de agua, para nutrición de las plantas.

- A los cinco días (16 de abril) se repitió la dosis del 9 de abril (aminoce1 (L-aminoácidos (aminoácidos libres 50%, nitrógeno 10%, fosforo 8%, potasio 10%, fierro 0.1%, zinc 0.03%, manganeso 0.02%, magnesio 0.01%, molibdeno 0.005%, boro 0.01%) 25 g, ktionic (L-aminoácidos (aminoácidos libres 50%, nitrógeno 10%, fosforo 8%, potasio 10%, fierro 0.1%, zinc 0.03%, manganeso 0.02%, magnesio 0.01%, molibdeno 0.005%, boro 0.01%) 10 ml, maxigrow (extractos orgánicos 8.3 %) 5 ml y adherente 3 ml en 6 L de agua), para fortalecer el crecimiento.
- Dos días posteriores (18 de abril) se repitió la dosis del 11 de abril, pero disminuyó la cantidad de humus de lombriz (fosface1 (NP nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 25 g, humifert (Nutriente foliar NPK con ácidos húmicos) 10 ml y humus de lombriz 20 ml en 6 L de agua) para nutrición de plantas.
- Pasados cinco días (23 de abril) se repitió la dosis del 9 de abril (aminoce1 (L-aminoácidos (aminoácidos libres 50%, nitrógeno 10%, fosforo 8%, potasio 10%, fierro 0.1%, zinc 0.03%, manganeso 0.02%, magnesio 0.01%, molibdeno 0.005%, boro 0.01%) 25 g, ktionic (complejo orgánico fúlvico) 10 ml, maxigrow (extractos orgánicos 8.3 %) 5 ml y adherente 3 ml en 6.5 L de agua) para la nutrición.
- A los dos días (25 de abril) repite la aspersión de fosface1 (NP (nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 25 g, humifert (nutriente foliar NPK con ácidos húmicos) 10 ml y humus de lombriz 70 ml en 6 L de agua, para la nutrición de las plantas.
- A los cuatro días posteriores (29 de abril) se aplicó aminoce1 (con L-aminoácidos libres 50%, nitrógeno 10%, fosforo 8%, potasio 10%, fierro 0.1%, zinc 0.03%, manganeso 0.02%, magnesio 0.01%, molibdeno 0.005%, boro 0.01%) 25 g, ktionic (complejo orgánico fúlvico) 10 ml, maxigrow (extractos orgánicos 8.3 %) 5 ml en 6.5 L de agua.
- A los tres días (2 de mayo) se continuó con la aplicación con fosface1 (NP-nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 25 g, humifert (nutriente foliar NPK con ácidos húmicos) 10 ml, maxigrow (extractos orgánicos 8.3 %) 5 ml y 3 cucharadas de miel en 6.5 L de agua, para nutrición de plantas.

- A los cuatro días (6 de mayo) se aplicó guanofertil (extracto de excremento de murciélago) 30 ml, fosface1 (NP-nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 30 g y 3 cucharadas de miel en 6.5 L de agua, para la nutrición de las plantas.
- A los tres días (9 de mayo) se asperjó fosface1 (NP-nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 30 g, humifert (NPK con ácidos húmicos) 10 ml y maxigrow (extractos orgánicos 8.3 %) 5 ml en 6.5 L de agua, para la nutrición. En esta etapa se presentó aborto de flores.
- A los cuatro días (13 de mayo) se aplicó fosface1 ((NP-nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 30 g, guanofertil ((extracto de excremento de murciélago) 30 ml, ktionic (complejo orgánico fúlvico) 10 ml en 6.5 L de agua: Además de nutrir las plantas, evitar aborto de flores.
- Pasados tres días (16 de mayo) se repitió la dosis con fosface1 (NP-nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 30 g, guanofertil (extracto de excremento de murciélago) 30 ml, ktionic (complejo orgánico fúlvico) 10 ml en 6.5 L de agua, para fortalecer flores y frutos.
- A los cinco días (21 de mayo) se aplicó fosface1 (NP-nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 30 g, humifert (NPK con ácidos húmicos) 15 ml, megafol (bioestimulante natural (aminoácidos y proteínas, betaínas, vitaminas)) 10 ml y tres cucharadas de miel en 7 L de agua, para el amarre de flores y frutos.
- A los dos días (23 de mayo) se asperjó fosface1 (NP-nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 30 g, ktionic (complejo orgánico fúlvico) 15 ml y tres cucharadas de miel en 8 L de agua, para la nutrición.
- Pasados cinco días (28 de mayo) se usó megafol (bioestimulante natural (aminoácidos y proteínas, betaínas, vitaminas)) 10 ml, fosface1 (NP-nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 30 g, humifert (NPK con ácidos húmicos) 15 ml y tres cucharadas de miel en 7 L de agua, para el amarre de flores y frutos.
- A los 14 días (11 de junio) se utilizó fosface1 (NP-nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 30 g, megafol (bioestimulante natural (aminoácidos y proteínas, betaínas, vitaminas)) 5 ml, ktionic (complejo orgánico fúlvico) 5 ml y 3 cucharadas de miel en 12 L de agua, para la nutrición.

- A los siete días (18 de junio) se aplicó fosfacel (NP-nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 30 g, 5 ml maxgrow (extractos orgánicos 8.3%) y 10 ml de humifert (NPK con ácidos húmicos) en 12 L de agua, para la nutrición.
- A los dos días (20 de junio) se asperjó con fosfacel (NP-nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 30 g, 5 ml megafol, bioestimulante natural (aminoácidos y proteínas, betaínas, vitaminas) 10 ml de ktionic (complejo orgánico fúlvico) y 10 ml humifert (NPK con ácidos húmicos) en 12 L de agua, para la floración.
- Pasados cinco días (25 de junio) se aplicó 30 g de fosfacel (NP-nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%), 5 ml de maxigrow (extractos orgánicos 8.3%), 10 ml de humifert, (NPK con ácidos húmicos) 5 ml de adherente en 11 L de agua, para la nutrición.
- A los dos días (27 de junio) se aplicó 30 g de fosfacel (NP-nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%), 10 ml de ktionic, (complejo orgánico fúlvico) 10 ml de humifert (NPK con ácidos húmicos) y 3 cucharadas de miel en 11 L de agua, para la nutrición.
- Finalmente, a los cinco días (2 de julio) se aplicó 25 g de aminocel, (con L-aminoácidos libres 50%, nitrógeno 10%, fosforo 8%, potasio 10%, hierro 0.1%, zinc 0.03%, manganeso 0.02%, magnesio 0.01%, molibdeno 0.005%, boro 0.01%) 25 g de fosfacel (NP-nitrógeno total 11%; fósforo 58%; L-aminoácidos libres 3%; extracto orgánico 2%) 5ml de maxigrow (extractos orgánicos 8.3%) 10 ml de humifert (NPK con ácidos húmicos) y 3 cucharadas de miel mezclados en 5 L de agua.

Caso cuatro

Las aplicaciones foliares para la nutrición de las plantas se realizaron entre el 15 de abril al 16 de agosto, en la siguiente forma:

- La primera fue el 15 de abril, se aplicó crecento (biofortificante orgánico y regenerador celular (ácidos húmicos, fúlvicos, lignina y microelementos) 4 ml por 1 L, amikrone (aminoácidos 64 %) 2 ml por 1 L, maxiader 1 ml por 1 L, para el crecimiento vigoroso de las plantas.

- El 4 de mayo se aplicó CaB 2.5 ml por 1 L de agua, maxiader 1 ml por 1 L de agua.
- El 24 de mayo se aplicó crecento (biofortificante orgánico y regenerador celular (ácidos húmicos, fúlvicos, lignina y microelementos) 4 ml por 1 L de agua, amikrone (aminoácidos 64 %) 2 ml por 1 L de agua y maxiader 1 ml por 1 L de agua.
- El 15 de junio se asperjó arrivo (cipermetrina) 1 ml por 1 L de agua, sugar mover (fertilizante a base de 9% de boro, 0,03% de molibdeno) 2.5 ml por 1 L de agua y keylate Fe (hierro 5%) 1 L de agua.
- El 21 de junio se aplicó CaB 400 ml y amikrone (aminoácidos 64 %) 250 ml en 100 L de agua.
- El 27 de junio se aplicó Fierro 200 g, sulfato de magnesio 2.5 kg, amikrone (aminoácidos 64 %) 200 ml en 200 L de agua.
- El 12 de julio se aplicó kcolor (Potasio 45 %) 3 ml por L de agua, florastar (P,K,B y Mo) 2 g por L de agua y surfacid (alcohol tridecílico, polioxietilénico y ácido fosfórico) 1 ml por L de agua.
- El 19 de julio se aplicó stimplex (extracto de *Ascophyllum nodosum*) 2 ml por L de agua y softguard (K 2% - citosán 2 %) 1 ml por L de agua.
- El 27 de julio se aplicó engordone (PK) 100 g y florafrut (*Ascophyllum nodosum*) 125 ml en 200 L de agua.
- El 10 de agosto se aplicó engordone (PK) 100 g y K-45 1 L en 200 L de agua.
- El 16 de agosto se aplicó fertisynergy calidad (sulfato de zinc 20% + sulfato de manganeso 15% + ácido bórico 5 %) 250 g, loxtan (alfacipermetrina + imidacloprid) 125 ml y fuitmax (aminoácidos libres + N + K₂O + B + Mo + algas) 250 ml en 200 L de agua, para el engorde de frutos.

Productos aplicados al suelo

Caso tres

Después del trasplante se realizaron aplicaciones de diferentes productos al suelo, para prevenir enfermedades y para nutrir al suelo. Éstas se aplicaron durante el periodo del 4 de marzo al 20 de junio. Las aplicaciones se hicieron de la siguiente forma:

- El 4 de marzo se regó el suelo con radifarm (materia orgánica 37%, proteína, 13.6 %, aminoácidos 1.2%, fierro 0.2% zinc 0.2 %) 250 ml y humifert (NPK con ácidos húmicos) 100 ml mezclados en 90 L de agua, para proteger la raíz.
- El 7 de marzo se regó con guanofertil (extracto de excremento de murciélago) 450 ml en 90 L de agua (a cada planta se aplicó con 100 ml).
- El 14 de marzo se regó con humifert (NPK con ácidos húmicos) 150 ml, ktionic (complejo orgánico fúlvico) 100 ml y fosfacel (NP) 100 ml en 90 L de agua (a cada planta se aplicó 100 ml), para fortalecerlas.
- El 16 de marzo se regaron con sinertrol (extractos de plantas (lignanós, flavonoides, oxidantes y enzimas)- benzoato y sorbato) 250 ml en 90 L de agua (se aplicó a cada planta 100 ml) para el control de nematodos. Esta aplicación se repitió cada 15 días.
- El 18 de marzo se aplicó en el riego bhytelex 80 ml en 90 L de agua (a cada planta se aplicó 100 ml), para prevenir la pudrición de la raíz.
- El 20 de marzo se aplicó humus de lombriz 10 ml, ktionic (complejo orgánico fúlvico) 5 ml, fosfacel (NP) 30 ml en 5 L de agua, para la nutrición de las plantas.
- El 21 de marzo se aplicó en el riego raizal 400 (N-P-K-Mg-S) 500 g y urea 500 g en 90 L de agua (a cada planta se aplicaron 100 ml).
- El 25 de marzo se aplicó sexplano 250 ml en 90 L de agua (a cada planta se aplicó 100 ml) para amarre de flores y evitar el aborto floral.
- El 27 de marzo se aplicó guanofertil (excremento de murciélago) 250 ml en 90 L de agua (a cada planta aplicó 100 ml).
- El 29 de marzo se aplicó en el riego simetrol (extractos de plantas (lignanós, flavonoides, oxidantes y enzimas)- benzoato y sorbato) 250 ml en 90 L de agua (en cada planta se usó 100 ml), para los nematodos.
- El 31 de marzo se usó previcur (propamocarb clorhidrato) 50 ml y humifert (NPK) 40 ml en 90 L de agua, para prevenir la pudrición de tallo.
- El 2 de abril se aplicó humus de lombriz 175 ml, agromil (citoquininas) 175 ml en 90 L de agua (se regó a cada planta 100 ml), para combatir a los nematodos.
- El 4 de abril se aplicó bhytelex 10 ml en 90 L de agua (se aplicó a cada planta 100 ml) para prevenir pudrición de raíz.

- El 8 de abril se aplicó raizal 400 (N-P-K-Mg-S) 500 g y urea 500 gr en 90 L de agua (por planta se aplicó 100 ml), para estimular crecimiento de raíces.
- El 15 de abril se usó simetrol ((lignanos, flavonoides, oxidantes y enzimas)- benzoato y sorbato) 250 ml en 90 L de agua (se aplicaron 100 ml por planta), para prevenir nematodos.
- El 18 de abril se aplicó biocaña 600 ml en 90 L de agua (se usaron 100 ml por planta), para nutrir a las raíces.
- El 26 de abril se regó con guanofertil (extracto de excremento de murciélago) 300 ml y bioxermil 100 ml en 90 L de agua.
- El 27 de abril se aplicó 30 ml de ácido sulfúrico en 550 L de agua para evitar el taponado de la cintilla.
- El 5 de mayo se aplicó biocaña 500 ml en 90 L de agua (100 ml por planta) para la nutrición.
- El 11 de mayo se regó con sinertrol (extractos de plantas (lignanos, flavonoides, oxidantes y enzimas)- benzoato y sorbato) 500 ml en 90 L de agua (100 ml por planta) para el control de nematodos.
- El 12 de mayo se repitió la dosis con biocaña 500 ml en 90 L de agua para la nutrición.
- El 28 de junio se aplicó 500 ml de menafin en 90 L de agua, (100 ml por planta) para el control de nematodos.

Caso cuatro

Se aplicaron diferentes productos entre el 6 de abril y 16 de agosto, de la siguiente forma:

- El 6 de abril se aplicó vía drench previcur energy (propamocarb) 1.5 ml por 1 L de agua para prevenir enfermedades por hongos del suelo.
- El 8 de abril se aplicó dióxido de cloro en 3 L de agua.
- El 12 de abril se aplicó por el sistema de riego probacil (*Bacillus subtilis*) 500 ml para control de enfermedades y bacterias en el suelo.
- El 20 de abril se aplicó por el sistema de riego furadan (carbofuran) 500 ml en 100 L de agua.
- El 21 de abril, se aplicó por el sistema de riego rootex (combinación de N 7% + P 47% + K 6% + aminoácidos + ácidos orgánicos 18.5% + fitohormonas) 200 g.

- El 21 de abril se aplicó por el sistema de riego Tokat 240 ce (metalaxyl) 150 ml y kilotón (quintozeno + thiram) 150 ml en 200 L de agua para prevenir tizón tardío.
- El 23 de abril se aplicó por el sistema de riego acadian suelo (NPK) 2 L, growmate soil (ácidos húmicos) 4 L, maxiader 1 ml en 1 L de agua.
- El 24 de abril se aplicó por el sistema de riego furadam (carbofuran) 500 ml.
- El 30 de abril se aplicó verango prime (fluopyram) 200 ml en 100 L de agua, maxiader 1 ml en 1 L de agua.
- El 8 de mayo se aplicó kasumin (kasugamicina) 200 ml, tokat 240 ce (metalaxyl) 100 ml y kilotón (quintozeno + thiram) 100 ml en 1000 m².
- El 14 de mayo se aplicó rootex plus (N 7% + P 47% + K 6% + aminoácidos + ácidos orgánicos 18.5% + fitohormonas) 1 kg en 2000 m²
- El 31 de mayo se aplicó por el sistema de riego tokat 240 ce (metalaxyl) 150 ml y kilotón (quintozeno + thiram) 150 ml en 200 L de agua.
- El 14 de junio se aplicó vidate L (oxamil) 3 L en 200 L de agua para el control de nematodos.
- El 15 de junio se aplicó enraizador rootex plus (aplicó N 7% + P 47% + K 6% + aminoácidos + ácidos orgánicos 18.5% + fitohormonas) 1 L para todo el invernadero.
- El 18 de junio se aplicó por el sistema de riego probacil (*Bacillus subtilis*) 1 L y acadian (NPK) 2 L en 200 L de agua.
- El 18 de junio se aplicó por el sistema de riego rootex plus (N 7% + P 47% + K 6% + aminoácidos + ácidos orgánicos 18.5% + fitohormonas) 1 L y melaza 2 L.
- El 23 de junio se aplicó por el sistema de riego 200 ml de tokat 240 ce (metalaxyl) y kilotón (quintozeno + thiram) 200 ml en 200 L de agua.
- El 27 de junio se aplicó por el sistema de riego ranman (ciazofamida) 50 ml en 100 L de agua.
- El 29 de junio se aplicó por el sistema de riego dióxido de cloro 2 L.
- El 13 de julio se aplicó 333 ml de tokat 240 ce (metalaxyl) y kilotón (quintozeno + thiram) 333 ml en 67 L de agua.

- El 15 de julio se aplicó por el sistema de riego rootex (N 7% + P 47% + K 6% + aminoácidos + ácidos orgánicos 18.5% + fitohormonas) 3 kg y acadian (NPK) 2 L en 200 L de agua.
- El 19 de julio se aplicó por el sistema de riego ranman (ciazofamida) 250 ml en 100 L de agua.
- El 27 de julio se aplicó por el sistema de riego ranman (ciazofamida) 300 ml en 200 L de agua.
- El 6 de agosto se aplicó vía sistema de riego 100 L de bio preparado natucontrol (*Trichoderma harzianum*) 200 g, melaza 2 L y suero de leche 2 L, acadian (NPK) 2 L, growmate soil (ácidos húmicos 16%) 2 L, ms subtilis (*Bacillus subtilis*) ½ L y thurin uk (*Bacillus thuringiensis*) ½ L en 200 L de agua.
- El 16 de agosto se aplicó vía sistema de riego 40 L de bio preparado natucontrol (*Trichoderma harzianum*) 200 g, melaza 2 L y suero de leche 2 L, acadian, (NPK) 2 L, growmate soill (ácidos húmicos 16%) 2 L, ms subtilis (*Bacillus subtilis*) ½ L y thurin uk (*Bacillus thuringiensis*) ½ L en 200 L de agua).

Productos aplicados para combatir plagas y enfermedades

Caso uno

Para el combate de la mosca blanca se aplicó una mezcla de 10 ml de karate (Lambdacialotrina) y 20 ml de jabón neutro en 10 L de agua. Para la prevención de cenicilla y tizón se aplicó 20 g de benomilo (Bencimidazol+) en 20 L de agua. Las aplicaciones se realizaron entre el 25 de marzo y el 26 de agosto en forma intercaladas. Primero se aplicó el insecticida, a los 7 días nuevamente se aplicó insecticida y a los siguientes 7 días el fungicida; es decir, dos aplicaciones de insecticida y una de fungicida.

Caso dos

Para prevenir la pudrición del tallo se utilizó caldo bordelés 200 g en 20 L de agua para todas las plantas. Se realizaron aplicaciones cada 15 días durante el periodo del 15 de enero al 30 de junio.

Para combatir a la mosquita blanca y el pulgón, se hicieron aplicaciones foliares de la siguiente mezcla: jabón neutro 1 g, manzanilla 10 g y solución de bicarbonato de sodio en 1 L de agua. Se realizaron aplicaciones cada 7 días durante el periodo del 28 de diciembre de 2018 al 26 de julio de 2019.

Caso tres

Para controlar plagas y enfermedades se aplicaron diferentes insecticidas durante el periodo del 5 de marzo al 13 de julio, como se señala a continuación:

- El 5 de marzo se aplicó como adherente miel, 4 cucharadas en 2.5 L para todas las plantas.
- El 11 de marzo se aplicó captan plus (N-(triclorometiltio-4- ciclohexen-4-en-1,2-dicarboximida) 100 g en 90 L de agua (100 ml por planta), para tizón tardío, mancha de la hoja o antracnosis y mancha gris.
- El 22 de marzo se fumigó con kuramil (polifenoles naturales) 30 ml y adherente 5 ml en 5 L de agua, para prevenir las manchas en las hojas y tizón tardío.
- El 23 de marzo se aplicó con el riego confidor (imidacloprid) 30 ml y ktionic (complejo orgánico fúlvico) 40 ml en 90 L de agua (100 ml por planta), para prevenir mosquita blanca.
- El 30 de marzo se fumigó con captan plus (N-(triclorometiltio-4- ciclohexen-4-en-1,2-dicarboximida) 25 g y prozycar (carbendazim) 25 g en 5 L de agua, para prevenir la cenicilla y tizón tardío.
- El 6 de abril se fumigó con kuramil (polifenoles naturales) 15 ml, cuperhidro (hidróxido cúprico) 25 g y adherente 3 ml 5.5 L de agua, para el tizón tardío y manchas en las hojas.
- El 13 de abril se aplicó captan plus (N-(triclorometiltio-4- ciclohexen-4-en-1,2-dicarboximida) 25 g, prozycar (carbendazim) 25 g y adherente en 6 L de agua para prevenir tizón tardío y cenicilla.
- El 20 de abril se aplicó cuperhidro (hidróxido cúprico) 30 g, kuramil (polifenoles naturales) 25 ml en 6.5 L de agua, para prevenir tizón tardío.
- El 4 de mayo se aplicó en el riego menafin 500 ml en 90 L de agua (100 ml por planta) para nematodos. Además, se fumigó con cuperhidro (hidróxido cúprico) 30 gr, kuramil (polifenoles naturales) en 6.5 L de agua, para prevenir tizón tardío y cenicilla.

- El 11 de mayo se fumigó con captan (N-(triclorometiltio-4- ciclohexen-4-en-1,2-dicarboximida) 30 g, prozycar (carbendazim) 25 g en 6.5 L de agua, para prevenir tizón y cenicilla.
- El 18 de mayo se fumigó con cuperhidro (hidróxido cúprico) 30 g, kuramil (polifenoles naturales) 25 ml en 7 L de agua, para la prevención de tizón tardío.
- El 25 de mayo se fumigó con captan plus (N-(triclorometiltio-4- ciclohexen-4-en-1,2-dicarboximida) 30 ml, prozycar (carbendazim) 25 g y tres cucharadas de miel en 8 L de agua, para prevenir tizón tardío.
- El 30 de mayo se aplicó muralla (imidacloprid-deltametrina) 10 ml y adherente 5 ml en 9.5 L de agua, para combatir a la mosquita blanca.
- E 1 de junio se aplicó cuperhidro (hidróxido cúprico) 30 g, kuramil (polifenoles naturales) 10 ml, 3 cucharadas de miel en 9.5 L de agua, para el tizón tardío.
- El 6 de junio se fumigó con muralla (imidacloprid-deltametrina) 10 ml y 3 cucharadas de miel en 10 L de agua, para combatir la mosquita blanca.
- El 8 de junio se fumigó con captan (N-(triclorometiltio-4- ciclohexen-4-en-1,2-dicarboximida) 30 g, prozycar (carbendazim) 25 g y 3 cucharas de miel en 12 L de agua, para tizón tardío.
- El 14 de junio se asperjó cipertoato (dimetoato + cipermetrina) 17 ml y adherente 5 ml en 13 L de agua para mosca blanca.
- El 22 de junio se fumigó con cuperhidro (hidróxido cúprico) 30 g, 5 ml de kuramil (polifenoles naturales) en 11 L de agua, para tizón tardío.
- El 29 de junio se fumigó con captan (N-(triclorometiltio-4- ciclohexen-4-en-1,2-dicarboximida) 30 g, prozycar (carbendazim) 25 g en 11 L de agua, para prevenir el tizón tardío.
- Finalmente, el 13 de julio se fumigó con cuperhidro (hidróxido cúprico) 30 g, 10 ml de kuramil (polifenoles naturales) y 3 cucharadas de miel en 11 L de agua para el tizón tardío.

Caso cuatro

Entre el 12 de abril y el 18 de agosto se aplicaron diferentes insecticidas y fungicidas para el control de plagas y prevención de enfermedades.

- 20 de abril se aplicó final bacter (sulfato de gentamicina + clorhidrato de oxitetraciclina) 2 g en 1 L de agua, para prevenir mancha bacteriana maxiader 1 ml en 1 L de agua e imidakan (nicotideniodes + imidacloprid) 350 ml.
- 21 de abril se aplicó palgus (spinetoram) y maxiader 1 ml en 1 L de agua, para el combate del gusano soldado.
- 23 de abril se aplicó palgus (spinetoram) 0.75 ml por 1 L de agua, maxiader 1 ml por 1 L de agua, agromil plus (citoquininas) 1 ml por 1 L de agua.
- 24 de abril se aplicó mancosol (mancozeb 80%) 80 kg en 150 L de agua y maxiader 1 ml por 1 L de agua, para prevenir enfermedades foliares producidas por hongos endoparásitos.
- 28 de abril se aplicó sivanto (flupyradifurone) 250 ml en 200 L de agua y maxiader 1 ml en 1 L de agua para la prevención de la mosquita blanca.
- 29 de abril se aplicó terra Q (oxitetraciclina), 1.5 g en 1 L de agua, agromil plus (citoquininas) 1.5 ml en 1 L de agua y maxiader 1 ml en 1 L de agua.
- 7 de mayo se aplicó sivanto (flupyradifurone) 250 ml en 200 L de agua y maxiader 1 ml en 1 L de agua para la prevención de la mosquita blanca.
- 11 de mayo se aplicó mancosol 80 (mancozeb 80%) 1.5 kg en 200 L de agua y maxiader 1 ml en 1 L de agua.
- 12 de mayo se aplicó verango (fluopiram) 100 ml en 1000 m².
- 14 de mayo se aplicó talonil (clorotalonil-75%) 5 ml en 1 L de agua y maxiader 1 ml en 1 L de agua.
- 16 de mayo se aplicó imidakan (nicotideniodes + imidacloprid) 3 ml en 1 L de agua y maxiader 1 ml en 1 L de agua para combatir a la mosquita blanca.
- 23 de mayo se aplicó rally (myclobutanil) 1 sobre en 200 L de agua y maxiader 1 ml en 1 L de agua.
- 25 de mayo se aplicó blasón ultra (metalaxil) 500 g en 200 L de agua, florastor 2 g en 1 L de agua y maxiader 1 ml en 1 L de agua para prevenir tizón y alternaría.
- 26 de mayo se aplicó kasumin (kasugamicina) 1 L e hidróxido de cobre 1.5 kg en 200 L de agua.
- 01 de junio se aplicó kasumin (kasugamicina) 3 ml por 1 L de agua e hidróxido de cobre 4 g y maxiader 1 ml por 1 L de agua.

- 08 de junio se aplicó blasón ultra (metalaxil) 500 g en 200 L de agua y maxiader 1 ml en 1 L de agua para prevenir tizón y alternaría.
- 11 de junio se aplicó kasumin (kasugamicina) 3 ml en 1 L de agua e hidróxido de cobre 4 g en 1 L y maxiader 1 ml en 1 L de agua.
- 13 de junio se aplicó maxiader 1 ml en 1 L de agua, agromil plus (citoquininas) 1.5 ml en 1 L de agua y sivanto (flupyradifurone) 500 ml en 300 L de agua.
- 21 de junio se aplicó exalt (spinetoram) 100 ml y melaza 2 L en 100 L de agua.
- 22 de junio se aplicó cabrio (boscalid + pyraclostrobin) 500 g en 200 L de agua para la cenicilla.
- 29 de junio se aplicó captan 50, 7 g por 1 L de agua y surfacid (alcohol tridecílico polioxietilénico + ácido fosfórico) 1 ml por L de agua.
- 30 de junio se aplicó cabrio c (boscalid + pyraclostrobin) 300 g, softguanol 200 g en 200 L de agua para la cenicilla.
- 3 de julio se aplicó movento (spirotetramat) 1 ml por L de agua, se aplicó surfacid (alcohol tridecílico polioxietilénico + ácido fosfórico) 1 ml por L de agua y sugar mover (Boro 9% + Mo 0,03%) 3 ml por L de agua para combatir paratíoz y mosca blanca.
- 6 de julio se aplicó captan 50, 7g por L de agua y surfacid (alcohol tridecílico polioxietilénico + ácido fosfórico) 1 ml por L de agua.
- 13 de julio se aplicó captan 50 7 g por L de agua, Terra Q (oxitetraciclina) 200 g por L de agua y surfacid (alcohol tridecílico polioxietilénico + ácido fosfórico) 1 ml por L de agua.
- 13 de julio se aplicó movento (spirotetramat) 1 ml por L de agua, imidakam (nicotideniodes + imidacloprid) 3 ml por L de agua y surfacid (alcohol tridecílico polioxietilénico + ácido fosfórico) 1 ml por L de agua.
- 19 de julio se aplicó movento (spirotetramat) 1 ml por L de agua, imidakam (nicotideniodes + imidacloprid) 2.5 ml por L de agua y brexil (Hierro 10%) 1g por L de agua.
- 27 de julio se aplicó mega (gobernadora (*Larrea tridentata*)) 7 ml por L de agua y surfacid (alcohol tridecílico polioxietilénico + ácido fosfórico) 1 ml por L de agua.
- 27 de julio se aplicó loxton (imidacloprid + alfacipermetrina) 125 ml y surfacid (alcohol tridecílico polioxietilénico + ácido fosfórico) 1 ml por L de agua en 200 L de agua.

- 01 de agosto se aplicó loxtan (imidacloprid + alfacipermetrina) 125 ml y surfacid (alcohol tridecílico polioxietilénico + ácido fosfórico) 1 ml por L de agua en 200 L de agua.
- 3 de agosto se aplicó mega (gobernadora (*Larrea tridentata*)) 7 ml por L de agua y surfacid (alcohol tridecílico polioxietilénico + ácido fosfórico) 1 ml por L de agua.
- 10 de agosto se aplicó spectra 500 ml y surfacid (alcohol tridecílico polioxietilénico + ácido fosfórico) 1 ml por L de agua en 200 L de agua.
- 12 de agosto se aplicó loxtan (imidacloprid + alfacipermetrina) 125 ml, stimplex (*Ascophyllum nodosum*) 200 ml y surfacid (alcohol tridecílico polioxietilénico + ácido fosfórico) 200 ml en 200 L de agua.
- 14 de agosto se aplicó spectra 12, 500 ml, cabrio c (boscalid + pyraclostrobin) 450 g y surfacid (alcohol tridecílico polioxietilénico + ácido fosfórico) 200 ml en 200 L de agua.
- 18 de agosto se aplicó spectra 12, 500 ml, cabrio c (boscalid + pyraclostrobin) 450 g en 200 L de agua.
- 24 de agosto se aplicó Mustang max (zeta-cipermetrina) 1.75 por L de agua, surfacid (alcohol tridecílico polioxietilénico + ácido fosfórico) 1 ml por L de agua y mega 7 ml por L de agua.