

Caracterización de las prácticas del cultivo de tomate rojo bajo invernadero en Aquixtla, Puebla

Eryka Zamora Islas¹

Gloria Carola Santiago Aspiazu²

Julia Judith Mundo Hernández³

Resumen

La identificación de las prácticas del cultivo de tomate rojo bajo invernadero permite acercarse al impacto de transformación territorial generado a partir de la introducción de los procesos de modernización agroalimentarios en Aquixtla, lugar localizado en las estribaciones de la Sierra Norte de Puebla, México, en el límite político entre Puebla, Tlaxcala e Hidalgo. El propósito de este estudio fue caracterizar dichas prácticas a partir la aplicación de encuestas y entrevistas para identificar los aspectos que han contribuido a la generación de impactos transformadores del territorio. La utilización de una metodología mixta, cualitativa y cuantitativa, permitió conocer las características de las acciones agrícolas, la identificación de agentes involucrados y las afectaciones ambientales, sociales y económicas en el territorio. A través de este proceso se identificaron nueve categorías centrales de análisis: condiciones sociales del productor, condiciones de producción, condiciones técnico-tecnológicas, condiciones ambientales, condiciones del personal, condiciones económicas, condiciones sociales del personal, condiciones laborales y condiciones de salud, que evidencian la huella en el territorio, como resultado del proceso de cultivo tecnificado y que impiden el desarrollo sustentable en Aquixtla, Puebla.

La tecnificación agroalimentaria, como política pública y como parte de los compromisos del gobierno de México para garantizar la seguridad alimentaria, ha tenido un impacto positivo, sin embargo, para el ordenador territorial es necesario conocer los contrastes y particularidades en el proceso de cultivo, identificar los elementos que impiden el desarrollo sustentable y aproximarse al estudio del impacto en el territorio que causa el cultivo de tomate rojo.

Como resultado se observó que los elementos que impiden el desarrollo sustentable son el manejo inadecuado de residuos agroplásticos y agroquímicos, las prácticas tecnológicas y los patrones de uso y distribución del agua.

Conceptos clave: Impacto transformador territorial, Caracterización de prácticas agrícolas, agricultura protegida.

Introducción

La caracterización de las prácticas del cultivo de tomate rojo bajo invernadero en Aquixtla, Puebla, permite identificar el impacto de transformación que se genera en el territorio ya sea

¹ Arquitecta. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. eryka.zamora@alumno.buap.mx

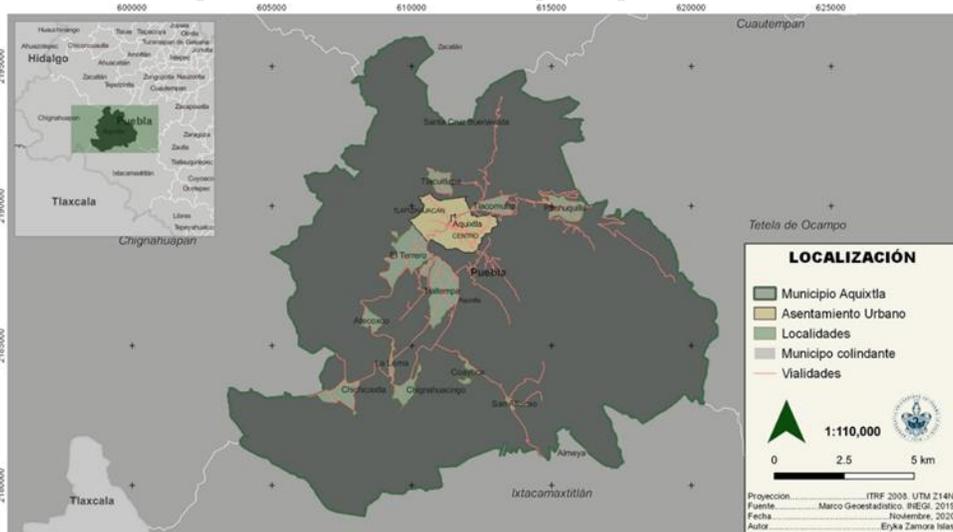
² Doctora. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. carola.azpiazu@correo.buap.mx

³ Doctora. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, julia.mundo@correo.buap.mx

positivo o negativo, así como a los diferentes agentes que participan en el proceso, dicha caracterización formará parte del proceso metodológico de una investigación posterior.

Aquixtla se localiza en las estribaciones de la Sierra Norte de Puebla, México, en el límite político entre Puebla, Tlaxcala e Hidalgo, colinda al norte con el municipio de Zacatlán, al oriente con Tetela de Ocampo, al sur con Ixtacamaxtitlán y al poniente con Chignahuapan. Ver mapa 1.

Mapa 1. Localización municipio Aquixtla, Puebla.



Elaboración propia con datos del Marco Geo estadístico Nacional de INEGI. (2020).

En este municipio se cultivó papas (*Solanum tuberosum*) a cielo abierto hasta 1995, por el uso inadecuado de insecticidas, la tierra ya no fue fértil y menciona Mancilla (2017) el municipio fue declarado como zona bajo control fitosanitario (DOF, 2000).

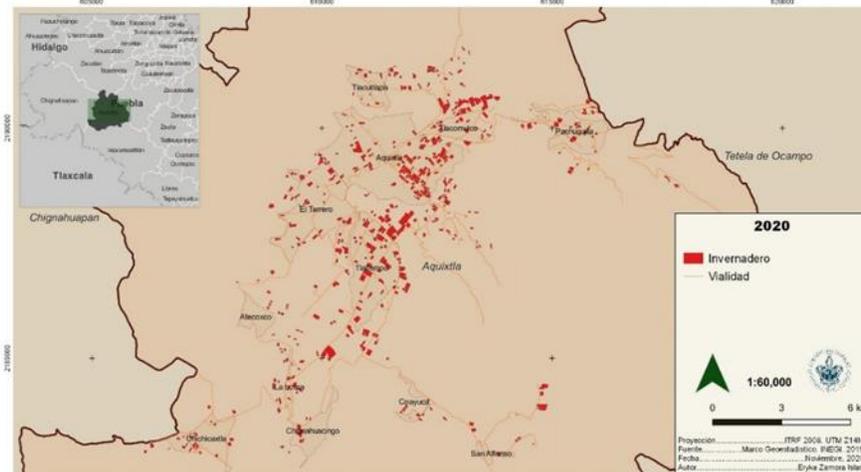
A partir de 2003, con un programa piloto de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), se instalaron los primeros invernaderos para la producción de tomate rojo con 3 naves de 300m² cada uno, en 2004 se instaló una hectárea de invernadero distribuida en 10 productores, 5 del municipio de Aquixtla y 5 de Tetela de Ocampo, en 2005 se construyen 23 invernaderos más, con el apoyo económico de los fondos de los Fideicomisos Instituidos en Relación a la Agricultura (FIRA) y con el Programa de Desarrollo de Capacidades, Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural⁴. A través de la Universidad Autónoma de Chapingo, los productores fueron capacitados en las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), manejo fitosanitario y gestión de residuos.

Una vez adquirida la tecnología, se retiró la capacitación a los productores sin quitar totalmente el financiamiento para construir más invernaderos hasta diciembre de 2018. La

⁴ Programa de Desarrollo de Capacidades, Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural, formó parte de los programas de fomento, de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a través del cual, profesionales del área son contratados por La Secretaría para llevar el conocimiento agrícola a los productores y los exhortan a adoptar nuevas y mejores formas para trabajar en sus cultivos y ganados.

técnica agrícola se extendió y de 33 invernaderos que existían en 2005 a la fecha existen 703 invernaderos instalados de distintas superficies. Ver mapa 2.

Mapa 2. Ocupación del Territorio por Invernaderos en Aquixtla, Puebla.



Fuente: elaboración propia, con datos del Marco Geo estadístico Nacional de INEGI y georreferenciación con base en imagen satelital de Google Earth. (2020).

Con la construcción constante de nuevos invernaderos y el retiro de la capacitación de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), los nuevos productores con menor experiencia en el cultivo, no tienen la adecuada capacitación sobre las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), sobre el manejo fitosanitario, gestión de residuos plásticos y de envases de agroquímicos y la importancia del uso de equipo de seguridad.

Huella en el territorio.

En México, el cultivo de Tomate rojo en invernadero, como política pública agroalimentaria de recuperación al campo y seguridad alimentaria, no es cuestionada, por lo que no se ha documentado de qué forma ha impactado el territorio. Desde esta perspectiva, esta investigación, realizada en Aquixtla, ha contribuido a la identificación de la huella del cultivo de tomate rojo sobre el territorio, desde diferentes ámbitos de estudio.

En el **ámbito ambiental** hay acumulación o incineración de residuos plásticos de las cubiertas y por la operación de los invernaderos, modificación de cauce en diferentes puntos del río Ayacuatolánico y barrancas, así como modificación del paisaje. En el **ámbito social** existen prácticas de inequidad de género y nula utilización de equipo de seguridad. En el ámbito **técnico-tecnológico** los productores resuelven el control fitosanitario por medio de técnicos agrícolas y autoconsumo, lo que en algunos casos se convierte en uso excesivo e inadecuado de fertilizantes y agroquímicos. En el **ámbito normativo** la certificación en inocuidad es voluntaria, no hay regulación para la construcción de nuevos invernaderos, así como el uso y distribución discrecional del agua para riego y potable. En el **ámbito económico** el rescate de las tierras de labor fue posible y la actividad agrícola del municipio se recupera con el proceso, los salarios aumentaron y la tasa de desempleo disminuyó, la

inversión en infraestructura agrícola se incrementó, se posibilitó la inversión en insumos agrícolas, el uso y adquisición de medios de transporte personales se aceleró. Ver imágenes 1,2,3,4 y 5.

Imagen 1. Residuos de agro plásticos.



Fuente: elaboración propia (2021).

Imagen 2. Residuos por operación de invernaderos



Fuente: elaboración propia (2020)

Imagen 3. Incineración de residuos a cielo abierto.



Fuente: elaboración propia (2021).

Imagen 4. Acumulación de residuos plásticos.



Fuente: elaboración propia (2020).

Imagen 5. Modificación del paisaje por la presencia de invernaderos.



Fuente: elaboración propia (2021).

La política pública agroalimentaria.

En México las empresas y gobierno han impulsado y promovido la Agricultura bajo invernadero como estrategia de rescate al campo y para generar empleos. El objetivo fundamental es aumentar la productividad y reducir la vulnerabilidad en los cultivos (Pratt y Ortega, 2019).

Como parte de las estrategias del Gobierno de México en su Programa Especial de Cambio Climático 2014–18 (SEGOB, 2014), donde dice: “Estrategia 2.3: Implementar prácticas agropecuarias, forestales y pesqueras sostenibles que reduzcan emisiones y disminuyan la vulnerabilidad de ecosistemas; área de acción 2.3.2 establece: “Tecnificar la superficie agrícola mediante el riego y la agricultura protegida para reducir la vulnerabilidad climática y aumentar la seguridad alimentaria”. Tanto la estrategia, como la acción, se ajustan plenamente a las recomendaciones y directrices de la FAO sobre la intensificación sostenible de la producción agrícola (Pratt y Ortega 2019).

En materia de planificación, en el contexto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), el país se compromete a “...construir infraestructura de calidad, emplear las técnicas más avanzadas y fortalecer las operaciones para garantizar la disponibilidad de agua destinada para la agricultura” (Pratt y Ortega 2019).

A pesar de compromisos gubernamentales como los mencionados, autores como Ortiz, et., al., (2012) y Ortega et., al., (2014), observan que en México la mayoría de los invernaderos operan con niveles de tecnología baja, lo cual deriva en bajos rendimientos, a excepción del estado de Aguascalientes donde se encuentra el Clúster Metropolitano de alimentos que cuenta con 16 ha. de invernadero de tecnología media y Agropark en Querétaro con invernaderos de alta tecnología (Mancilla, 2017).

Respecto a la agricultura protegida en la región del Altiplano, de San Luis Potosí, México, García, et., al. (2016) concluyen que las unidades pequeñas obtienen bajo volumen de producción, que sólo incide sobre el mercado local o regional lo que reduce su rentabilidad. Las unidades de mayor volumen no tienen estrategia de mercado y comercialización, no cuentan con organización entre productores, ni figura legal para obtener apoyos gubernamentales. Característica que sitúa sus invernaderos en nivel de tecnología baja.

En la región colindante a Aquixtla, Ortega et., al., (2007) realizaron un estudio para la caracterización y funcionalidad de invernaderos en Chignahuapan, Puebla, México, clasificándolos, de acuerdo a la tipología, equipos y tecnología utilizada, en tres niveles: baja, media y alta; y según su periodo de vida útil, así como la tolerancia a los desplazamientos de la estructura de cubierta, en 5 niveles tecnológicos. Se concluye que el 100 % de invernaderos son de baja tecnología según la clasificación de Pieter de Rijk (2008) y de García et al., (2010).

Particularmente en estudios realizados en Aquixtla, como el de Mancilla (2017), titulado: “El desarrollo de un simulador de crecimiento de un cultivo de Jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) con aplicación de nitrógeno para invernaderos en Aquixtla, Puebla”, se identificó a los productores con base en el nivel tecnológico del invernadero; desde el enfoque de la productividad, concluye que los invernaderos son de baja tecnología.

Contexto normativo municipal

En el ámbito normativo a nivel local, el programa Municipal de Desarrollo de Aquixtla (2018-2021), establece como objetivo: “...considerar los asuntos críticos sociales, económicos y medioambientales que vivimos en la actualidad..., apoyar al campo y detonar nuestro potencial agroalimentario de manera sustentable..., impulsar una gestión integral del agua para mejor aprovechamiento humano y productivo debiendo garantizar la correcta distribución tanto para uso doméstico, como para riego, buscar subsidios de programas federales para apoyos a productores del campo, tanto en cultivos líderes del municipio ...”

Así mismo, dentro de los ejes estratégicos del Plan se plantea, como objetivo general en el eje 6, del Reordenamiento Territorial: “...regular usos y aprovechamientos del suelo en los centros de población del municipio, con el fin de utilizar y aprovechar el territorio de manera ordenada y sustentable” y, como estrategia general, “ordenar y regular el crecimiento de los asentamientos humanos, mediante la determinación de los diferentes usos del suelo a lo largo de la extensión territorial del municipio.”

Las acciones y proyectos en el Eje 3, Desarrollo social, en el Programa 7. Equidad de género y reducción de las desigualdades. Se programaron a corto plazo, Talleres de igualdad de género y a mediano plazo, Ferias del Libro con temáticas como desigualdad y equidad de género y revisión y creación de normatividad y leyes para la equidad de género.

En las acciones y proyectos del Eje 5. **Desarrollo económico-agrario**, la agricultura como principal actividad económica, Se programaron acciones a corto plazo como: “Clasificar la calidad de la producción agrícola del Municipio con respecto a estándares nacionales e internacionales, valorar los diferentes cultivos, calidad, cantidad, comercialización – en su caso – y transformación de éstos a través de la producción existente, conocer a detalle, productor por productor, el modo y los medios de producción de los que dispone y hacer una base de datos con esta información, clasificándolos y ubicándolos en mapas de todo el Municipio, crear brigadas de tecnificación, en colaboración con Instituciones a nivel local, municipal, estatal y nacional, que puedan proveer del conocimiento técnico a los agricultores en el lugar donde residen y formar asociaciones agrícolas por localidad, que procuren la mejora constante de sus productos, así como la mejora en la calidad de vida de éstos mismos.”

A mediano plazo se planeó : “Mejorar de forma gradual las semillas utilizadas en todos los procesos de siembra, de todos los cultivos, promover la mejora continua de la calidad del cultivo de Jitomate a través de la mejora paulatina de la tierra, o a través de métodos innovadores y sustentables de cultivo alternativo e introducir más hectáreas de las actuales en programas de apoyo al campo, a los agricultores y a sus familias, tanto estatales y federales con el afán de incrementar la producción del Municipio.”

A largo plazo se consideró: “Colocar invernaderos en aquellas zonas más propicias para la producción, implementar sistemas de riego en todas aquellas zonas donde los invernaderos no sean posibles, conseguir que cuando menos el 75% de los productores de Jitomate del Municipio se conviertan en comercializadores y no solo en consumidores de su propia cosecha y generar un mercado a escala municipal, estatal y nacional, con vista hacia el turismo y la mercantilización de calidad, a través de estrategias de marketing y de control de calidad.”

Características de las prácticas agrícolas en el cultivo de tomate rojo en invernadero.

Materiales y métodos.

Para caracterizar las prácticas internas del cultivo de tomate rojo en invernadero en Aquixtla, Puebla, se utilizó una metodología mixta, cualitativa y cuantitativa, se realizó un primer acercamiento con agentes clave y con base en los resultados, se diseñaron dos cuestionarios con preguntas cerradas y abiertas dentro de los cuales se consideraron nueve categorías centrales de análisis relacionadas en la tabla 1:

Tabla 1. Categorías y variables de análisis.

Categoría	Variable	Categoría	Variable
Cuestionario 1		4. Condiciones ambientales	Disposición de residuos
1. Condiciones sociales del productor	Edad	5. Condiciones del personal	Disposición de biomasa
	Estado civil		Uso del agua
	Escolaridad		Requerimiento del empleo
	Religión	Salario	
	Experiencia en el cultivo	6. Condiciones Económicas	Comercialización
2. Condiciones de producción	Tipo de propiedad	Cuestionario 2	Producción anual
	Área del invernadero		7. Condiciones social del personal
	Tipo de ciclo		Edad
	Tipo de cultivo		Estado civil
	Producción de planta		Escolaridad
	Tipo de hortaliza		Religión
	Producción anual		Experiencia laboral
3. Condiciones técnico-tecnológicas	Asesoría agrícola	8. Condiciones laborales	Tipo de contrato
	Análisis de laboratorio	9. Condiciones de salud	Cargo
	Uso de agroquímicos		Equipo de seguridad
	Fitopatología		Actividades recreativas
			Accidentes de trabajo

Fuente: elaboración propia (2021).

El proceso se realizó de la siguiente forma:

a). Entrevista abierta a agentes clave: como punto de partida para la caracterización del proceso de cultivo del tomate rojo en Aquixtla, se realizaron entrevistas con preguntas abiertas a 7 productores propietarios de invernaderos de distinta extensión, un comprador, un constructor de invernadero y un técnico fitosanitario.

b). Elaboración de cuestionario: se elaboró un cuestionario distribuido en 6 categorías y 23 variables con preguntas cerradas en 5 categorías y en la categoría ambiental se incluyeron preguntas abiertas en la variable de uso del agua.

Para identificar las prácticas de los agentes que participan en el proceso de cultivo se diseñó y aplicó un segundo cuestionario con preguntas cerradas aplicadas al personal que labora en los invernaderos, considerando 3 categorías y 10 variables.

c). Muestreo:

Se utilizó un muestreo de investigación cualitativa, por lo que la información guía el muestreo, refiere Crespo (2007) que la mejor forma de obtener los datos es en campo y la propia información es la que va guiando el muestreo, pues queremos reflejar la realidad y los puntos de vista de los participantes.

En el estudio cualitativo se emplean muestras pequeñas no aleatorias ya que el interés de la investigación cualitativa se centra en un caso que presenta interés intrínseco para reflejar realidades múltiples, por lo que la generalización no es el objetivo de la investigación. Crespo (2007).

Las etapas a utilizar fueron; muestreo no probabilístico por conveniencia, muestreo por avalancha y muestreo teórico:

I. El investigador empieza con una noción general de dónde y con quién comenzar. Se suelen utilizar procedimientos de conveniencia o avalancha. II. La muestra se selecciona de manera seriada, es decir, los miembros sucesivos de la muestra se eligen basándose en los ya seleccionados y en qué información han proporcionado. III. Con frecuencia se utilizan informantes para facilitar la selección de casos apropiados y ricos en información. IV. La muestra se ajusta sobre la marcha. Las nuevas conceptualizaciones ayudan a enfocar el proceso de muestreo. V. El muestreo continúa hasta que se alcanza la saturación. VI. El muestreo final incluye una búsqueda de casos confirmantes y desconfirmantes (selección de casos que enriquecen y desafían las conceptualizaciones de los investigadores). Crespo (2007).

El primer instrumento se aplicó a 34 productores: con base en los agentes clave entrevistados, se encuestó a 10 productores, seis pequeños productores (entre 800 y 5,000 m² y cuatro medianos productores (de 5,000 a 10,000 m²). Con ayuda del segundo instrumento desarrollado se encuestó a 10 empleados de los invernaderos, se identificó que los agentes con mayor incidencia en el proceso de cultivo son los productores por lo que se seleccionaron a 10 productores más para aplicar el cuestionario, con mayor área de invernadero (más de 10,000 m² en adelante). Finalmente, para ampliar la muestra y buscar diferencias en la información obtenida, se eligió entrevistar a 14 productores con base en la ubicación de sus invernaderos para situar el muestreo en el total del sitio de estudio.

d). Caracterización: con base en las categorías centrales de análisis y sus variables, se agruparon las características de las prácticas en el proceso de cultivo del tomate rojo en invernaderos de acuerdo al porcentaje de incidencia para cada categoría y variable por productor y personal laborando.

Resultados

Los resultados se expresan de acuerdo a las categorías para productores y empleados.

1. Condición social del productor

1.1. Edad: Se observó que la edad promedio de los productores es de 41.52 años, la edad mínima es de 23 años y la edad máxima es de 66 años. Los productores en edad promedio

más jóvenes (39 años) son los que cuentan con menor extensión de invernadero y los productores con mayor edad promedio (51 años) cuentan con la mayor extensión de invernadero.

1.2. Estado civil: El 93.54% de los productores encuestados son casados sin ser la edad un factor determinante y el 6.45% son solteros.

1.3. Escolaridad: El 9% de los productores entrevistados cuenta con nivel de escolaridad básico, el 29% cuenta con nivel escolar básico secundaria, el 29% de los productores encuestados cuenta con nivel medio superior y el 32% cuenta con nivel escolar superior. Se observa que los productores participantes con menor extensión de invernadero de 0.05 a 0.50 ha., cuentan con nivel de escolaridad media y nivel básico, en dos casos con nivel licenciatura. Los productores con invernaderos de 1.50 ha cuentan con escolaridad de nivel superior, licenciatura e ingeniería y en menor porcentaje nivel básico, secundaria.

1.4. Religión: El 100% de los productores entrevistados son católicos, sin referenciar ninguna otra religión o creencia.

1.5. Experiencia en el cultivo en invernadero: La experiencia de los productores varía entre uno y veinte años con un promedio de 10 años. De este grupo, el 35% se considera como nuevos productores ya que tienen de uno a cinco años de experiencia, el 32% cuenta con 16 años de experiencia y construyeron sus invernaderos en el periodo de capacitación realizado por SAGARPA a través del Programa de Desarrollo de Capacidades, Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural, esto los agrupa como productores capacitados en “buenas prácticas agrícolas”. El 68% restante, no cuenta con ninguna capacitación formal en este tipo de prácticas.

2. Condiciones de producción

2.1. Tipo de propiedad.

El 94% de los productores son propietarios de los invernaderos en que producen, el 12% renta otros invernaderos además de los propios, el 6% no son propietarios, por lo que rentan invernaderos para producir el tomate rojo.

2.2. Área del invernadero.

Más de la mitad de los productores (53%) son propietarios de invernaderos pequeños (0.05 – 0.50 ha), el 12% son medianos productores (0.51 – 1.00 ha) y sólo el 18% es poseedor de invernaderos de 1.5 ha. en adelante, esto significa que más de la mitad (25.45 ha) de la superficie de invernaderos se encuentra en manos de grandes productores.

2.3. Tipo de ciclo.

Del total de los productores entrevistados el 85% cultiva a dos ciclos “cortos” (6 meses), desde la limpieza y preparación del invernadero, trasplante, crecimiento y cosecha, el 6% de los productores cultiva a un solo ciclo “largo”, prolongando los meses de cosecha, se realiza un solo proceso de cultivo durante el lapso de 1 año. El 9% de los productores con mayor extensión de invernadero realiza ambos tipos de ciclo de acuerdo a la cantidad de agua con la que cuente para su cultivo en el periodo de 1 año.

2.4. Tipo de cultivo.

Los sistemas de cultivo utilizados en la zona de Aquixtla en el cultivo de tomate son fertiirrigación el cual es directamente en suelo con aplicación de abonos orgánicos para mejorar el sustrato al inicio del ciclo y constante aplicación de agroquímicos, químicos, orgánicos o biológicos durante el desarrollo de la planta. Así como hidroponía el cual es en un sustrato inerte como tezontle o grava con aplicación de agroquímicos durante el crecimiento de la planta. Actualmente de los productores entrevistados, el 94% cultiva en fertiirrigación y el 6% de los productores conserva cultivos en hidroponía para producto destinado a centros comerciales o exportación.

2.5. Producción de planta.

Germinar la semilla de tomate rojo requiere un mes de crecimiento en un semillero. Se realiza en charolas de poliestireno expandido con 200 cavidades y sustrato vegetal. El 65% de los productores compra la plántula preparada para trasplantar. El 32% de los productores germina su propia planta y el 3% algunos ciclos compran la plántula y otros ciclos producen su planta.

2.6. Tipo de hortaliza.

El total de los productores entrevistados cultiva tomate rojo (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero de los cuales el 53% ha sembrado otro tipo de cultivo, como pimiento morrón, arándano, pepino, cebolla, lechuga, calabacitas, chile serrano, siendo el tomate rojo la hortaliza que continúan cultivando. El 47% de los productores no ha intentado cultivar otro tipo de hortaliza.

3. Condiciones técnico-tecnológicas

3.1. Asesoría Agrícola

El control fitosanitario y fitopatológico es una de las claves en el cultivo del tomate rojo, en Aquixtla. El 29% de los productores entrevistados no cuenta con un asesor agrícola, por lo que el manejo en sus cultivos es autoconsumo, el 35% de los productores se apoya en técnicos agrícolas que laboran en tiendas de agroquímicos, por lo que la asesoría no tiene costo adicional, los productores deben adquirir los agroquímicos recomendados en las tiendas en las que laboran los asesores. El 35% de los productores contratan a un técnico agrícola independiente que puede ser fijo o atender el cultivo por visita semanal.

3.2. Análisis de laboratorio

De los productores entrevistados el 19% realiza o ha realizado análisis de laboratorio para conocer las condiciones del suelo y agregar al cultivo los nutrientes necesarios y el 44% de los productores entrevistados nunca ha realizado análisis en los suelos de sus invernaderos. El 44% de los productores realizó análisis de la calidad del agua que utilizan para los cultivos y el 56% de los productores no ha realizado análisis de agua. El 32% de los productores que no realizan análisis de suelos y agua cuentan con área de invernadero de 0.05 a 0.50 ha. el 20% de los mismos productores realizaron estudios de laboratorio anteriormente, pero actualmente ya no los realizan. Se observa que los productores que realizan estudios de laboratorio son los productores con mayor área de invernaderos.

3.3. Uso de agroquímicos

Se obtuvo que del total de los productores encuestados el 32% utiliza agroquímicos de origen químico, el 53% del total de los productores está cambiando los productos químicos por productos orgánicos por lo que utilizan ambos productos y el 15% de los productores busca utilizar exclusivamente productos orgánicos. El 12% del total de los productores está agregando técnicas con productos biológicos y de origen natural, como cultivos alternativos y mezcla de otras hortalizas como materia en el sustrato.

3.4. Fitopatología

Entre las diferentes clasificaciones que se pueden realizar de las plagas de las plantas que disminuyen la calidad del cultivo, reduce el valor de la cosecha o incrementa los costos de producción, se consideraron enfermedades causadas por hongos, bacterias o virus e invasores como insectos, ácaros y nematodos. Se observó que las enfermedades que más afectan los cultivos son las causadas por hongos, siendo Tizón (*Phytophthora infestans*) y botrytis (*botrytis cinérea*) las más frecuentes en el 100% de los cultivos de los productores entrevistados. La segunda causa de enfermedades que afectan los cultivos es por bacterias siendo *Clavibacter* (*Clavibacter michiganensis*) también llamado como cáncer bacteriano la que más afecta en su tipo a los cultivos. Las enfermedades causadas por virus son las que a la fecha afectan en menor medida, se observa que el 15% de los productores entrevistados han encontrado virus rugoso del tomate (Tomato Brown Rugose Fruit Virus "ToBRFV") en sus cultivos, mencionan que se origina desde la semilla. De las plagas causadas por invasores las de mayor incidencia en los cultivos son las causadas por ácaros o insectos la que más afecta es la mosca blanca (*Bemisia tabaci*), los segundos invasores más frecuentes son nematodos (*Meloidogyne incógnita*) es el 59% de los productores los ha encontrado en sus cultivos, los cuales atacan la raíz de las plantas. Se observa que la tercera plaga que más afecta a los cultivos son las rosquillas (*Spodoptera littoralis*).

4. Condición ambiental,

4.1. Disposición de residuos.

Los cultivos de tomate rojo en invernadero en Aquixtla, producen residuos plásticos por la operación del invernadero y producto del mantenimiento de éstos.

De acuerdo con los cuestionarios aplicados, se observó que los plásticos que forman el invernadero, los productores los utilizan el más tiempo posible, que puede ser mayor al de garantía o de vida útil recomendado para los mismos, los cambian cuando se rompen o dañan, sin embargo, por la zona en la que se ubican son vulnerables a las rachas de viento anual, lo cual daña plásticos con varios años de instalación y plásticos nuevos, de acuerdo al censo 2021 del Ayuntamiento Municipal, 122 productores fueron afectados en sus instalaciones, el 89% de los productores censados tuvo daño parcial y el 11% de los productores tuvo daño total en sus invernaderos. Lo que representa cambio de plásticos y generación de residuos en promedio de 283 metros de plásticos de 4.20 de ancho y 253 m. en promedio de plásticos de 6.20 de ancho por productor afectado, lo que representa un total de 336,881.40 m² de plástico cambiado por las rachas de viento en febrero de 2021.

El destino final de los plásticos de acuerdo a los cuestionarios aplicados, el 47% de los productores los reutiliza para cubrir áreas más pequeñas del invernadero como faldones o esquinas o los regalan a habitantes de la comunidad para tapar cosas como leña, el 15% de los productores los deposita en el sistema municipal de recolección de basura, el 15% los incinera en zonas cercanas a sus cultivos, el 5% de los productores los acumula cerca de sus invernaderos, porque no sabe qué hacer con ellos, el 18% son productores nuevos y no ha realizado aún cambio de plásticos.

Respecto de los plásticos producto de la operación de los invernaderos, se generan en cada ciclo (6 meses o 1 año):

Preparación de piso (acolchado): El 100% de los productores entrevistados utiliza fertirrigación, por lo que colocan polietileno de baja densidad en la zona de siembra. El 18% de los productores entrevistados cambia el acolchado cada 6 meses; el 76% de los productores cambia el acolchado cada 12 meses y el 6% realiza el cambio cada 18 meses. Al término del ciclo el 9% de los productores reutiliza el acolchado para cultivos en campo abierto; el 50% de los productores lo deposita en el sistema de recolección de basura municipal; el 35% de los productores lo incinera en zonas aledañas; el 3% de los productores lo almacena en un terreno desocupado porque no sabe qué hacer con ese residuo y el 3% de los nuevos productores no ha realizado cambio de acolchados.

Sistema de riego: el 9% de los productores utiliza manguera auto compensada, la cual representa una inversión mayor, pero no requiere cambio, únicamente mantenimiento menor. El 91% de los productores utiliza *cintilla* la cual se cambia de acuerdo al daño que presente en cada ciclo; el 74% cambia *cintilla* cada 2 ciclos cortos (12 meses), 6% de los productores cambia cada ciclo corto (6 meses); 6% cambia cada 3 ciclos (18 meses) y 5% cambia cada 4 ciclos (24 meses). El 44% de los productores deposita el residuo de *cintilla* en el sistema de recolección de basura municipal, el 26% de los productores la incinera en zonas aledañas a su invernadero, el 18% de los productores la reutiliza o regala para cultivos en campo abierto; el 3% de los productores la almacena porque no sabe qué hacer con ella, el 3% de los productores la entrega en la ciudad de México para reciclaje, el 6% no ha cambiado *cintilla* o no realiza cambio por utilizar otro sistema de riego.

Germinar la semilla, como se especificó en la categoría 2. (Condiciones de producción), los productores que fabrican (32%) su propia planta utiliza charolas de poliestireno expandido (unicel), las cuales se lavan, desinfectan y utilizan de 8 a 10 veces, los productores que compran plántula la reciben en fundas de plástico flexible desechable en cada ciclo. El destino final de las fundas de plástico flexible es que el 35% de los productores las deposita en el sistema de recolección de basura municipal, el 18% las incinera en zonas aledañas a sus invernaderos y el 6% las almacena porque no sabe qué hacer con ellas.

Tutoreo: o soporte vertical de la planta se utilizan anillos de plástico y rafia. El 100% de los productores utiliza rafia y anillos de plástico en este proceso; el 15% de los productores cambia rafia cada 12 meses, el 38% cambia rafia cada 24 meses, 41% de los productores cambia rafia cada 36 meses, el 6% de nuevos productores aún no han realizado cambio. El destino final de las rafia y anillos es que el 68% de los productores deposita estos residuos en el sistema de recolección de basura municipal; el 29% de los productores incinera estos residuos en zonas aledañas a sus cultivos, el 3% son productos nuevos que no han cambiado el sistema de tutoreo.

Los residuos producto de envases de agroquímicos (plaguicidas y fertilizantes) el 47% de los productores los deposita en el sistema de recolección de basura municipal sin ningún tratamiento previo, el 35% de los productores los incinera, el 3% de los productores los entrega a la empresa expendedora de los mismo productos, la cual los recicla, 3% de los productores los deposita en el sistema de recolección de basura con el cuidado de realizar triple lavado, como especifican las buenas prácticas agrícolas, el 6% de los productores los almacenas en sus áreas de trabajo porque no saben qué hacer con ellos y el 6% de los productores reporta entregarlos en un centro de acopio municipal que fue construido para la recolección de dichos residuos el cual, al realizar recorrido de campo se pudo constatar que las instalaciones están en desuso.

En el proceso de cosecha el 100% de los productores reporta que almacena los frutos en cajas de plástico de 20 y 30 kg. El tiempo de uso de las mismas es indefinible ya que depende del cuidado, cuando se rompen los productores las reparan y continúan utilizándolas. El destino final de las cajas es que el 35% de los productores las envían al sistema de recolección de basura municipal, el 15% de los productores las venden o entregan a empresas para reciclarlas, 9% de los productores las incinera y el 3% las almacena en lugares cercanos a sus invernaderos porque no sabe qué hacer con esos residuos.

4.2. Disposición de biomasa

La disposición de tallos al final del ciclo de cultivo 59% de los productores los tira en un terreno vacío para que se desintegre al aire libre, el 38% de los productores encuestados la composta para utilizar posteriormente en el mejoramiento del suelo y el 3% de los productores la incinera.

4.3. Uso del agua.

El requerimiento promedio para un módulo de cultivo de 1,000 m² por día es de 2.500 lts., cambia de acuerdo a la etapa de desarrollo de la planta. Los productores de tomate rojo en Aquixtla obtienen agua de manantiales para riego, de lluvia, de cauce de ríos, de barrancas y la compran por pipa de los ríos cercanos o en el municipio de Chignahuapan.

El 85% de los productores encuestados obtiene agua de manantial para riego, 15% obtiene agua de lluvia, además de las dos fuentes mencionadas el 29% obtiene agua de cauce de ríos y 6% obtiene agua de barrancas. El 79% de los productores almacena agua de las cubiertas de los invernaderos y el 21% no canaliza el agua de las cubiertas. Del total de la disposición del líquido el 56% de los productores reporta que es suficiente el agua con la que cuenta y el 44% de los productores encuestados dice que no es suficiente el agua para sus cultivos.

El 79% de los productores piensa que no será suficiente el agua en el futuro, la percepción es que ha disminuido la cantidad de lluvia anual y por tanto los manantiales disminuyen, el 21% de los productores expresa que sí será suficiente la cantidad de agua de que disponen para sus cultivos.

5. Condición del personal.

5.1. Requerimiento del empleo

Por cada módulo de 1,000m² se requiere de una persona que realice todas las actividades del proceso de cultivo, para los productores con mayor área de invernadero, el rendimiento estimado por persona es desde 1800 a 2,000m² para realizar las actividades cotidianas del cultivo y en actividades complejas como trasplante, corte de hojas y cosecha, se requiere de 2 a 4 personas adicionales por cada 1,000m², las cuales se contratan por día.

Los productores con área menor de invernadero no contratan empleados, realizan las actividades de manera familiar y los productores con mayores áreas de invernadero tienen puestos de trabajo, el mayor rango es encargado de invernadero o de área.

5.2. Salario

El personal realiza distintas actividades en el invernadero, por lo que establecen la remuneración económica de acuerdo al desempeño. El promedio actual para los hombres es de \$224.95 diarios, el mayor salario es de \$300 y el menor salario es de \$200.00 diarios y para las mujeres el salario promedio es de \$216.25 diarios, el mayor salario es de \$300 y el menor salario es de \$170.00 diarios. Algunos productores diferencian la remuneración económica de las mujeres con respecto a los hombres, argumentan que “las mujeres no cargan”, se refieren a que en el periodo de cosecha las mujeres realizan el proceso de corte del fruto, pero no transportan cajas con producto del área de cultivo al área de almacenamiento del tomate, y al medio de transporte. Sin embargo, del trabajo en campo se pudo observar que las mujeres realizan con mayor eficiencia otras labores del manejo de la planta y en el proceso de cosecha son más eficientes porque no maltratan el fruto.

6. Condición económica.

6.1. Comercialización.

El 38% de los productores encuestados venden la producción de tomate rojo en la central de abastos de la Ciudad de México, el 38% de los productores encuestados vende el tomate rojo a alguna empacadora, el 26% vende la producción a compradores locales o compradores menores que llegan al lugar en busca del tomate, el 9% de los productores encuestado vende su cosecha a centros comerciales como Wal-Mart y Soriana.

6.2. Producción anual.

Se estima que el área existente de invernaderos en Aquixtla es de 195.53 ha., distribuidas en 703 módulos de distintas áreas. La producción anual estimada en promedio por cada módulo de 1,000m² es de 34.00 ton., por tanto, la producción anual en promedio en el municipio es de 66,481.04ton. El mayor índice de producción por 2 ciclos cortos y por 1,000m² es de 50 ton. Y el menor índice de producción es de 18 toneladas. Se observa que los productores con mayor extensión de invernadero obtienen mayor rendimiento en la producción y los productores que tienen menor área de invernadero tienen menor producción por ciclo y por cada 1,000m².

7. Condición social del personal.

7.1. Edad. La edad promedio de los empleados es de 29 años, con empleados desde 54 años y hasta 13 años de edad.

7.2. Estado civil. De los empleados encuestados el 50% es casado y el 50% es soltero.

7.3. Escolaridad. El 50% de los encuestados tiene nivel escolar básico primaria, 40% tiene nivel escolar básico secundaria y el 10% tiene ingeniería y se desempeña como asesor agrícola independiente.

7.4. Religión. El 100% de los entrevistados es de religión católica.

7.5. Experiencia laboral. El tiempo promedio de experiencia laborando en invernaderos es de 7 años, el mayor tiempo es de 15 años y el menor tiempo es de 1.5 años.

8. Condición laboral.

8.1. Tipo de contrato

El 100% de los empleados encuestados no cuenta con un contrato formal, sólo acuerdos verbales, no se solicitan documentos personales y los requisitos son disponibilidad de horario, responsabilidad, en algunos casos experiencia y ganas de trabajar. El 80% de los entrevistados cuenta con un acuerdo de trabajo fijo, el 20% cuenta con un acuerdo de trabajo eventual, por lo que debe laborar en distintos invernaderos, de los cuales el 10% de los encuestados se contrata a través de terceros.

8.2. Cargo

Se desempeñan labores comunes en los invernaderos, los cargos que existen son encargados de área: tendrán a su cargo al personal eventual. Asesor técnico: es responsable de vigilar el proceso fitopatológico y toma de decisiones en la aplicación de fertilizantes o plaguicidas. Sin cargo, es el personal que realizará las actividades cotidianas en el invernadero cuyas actividades están bajo responsabilidad del encargado de área o del propietario del invernadero.

9. Condición de salud.

9.1. Equipo de seguridad.

De acuerdo con el manual de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) el personal debe utilizar zapato cerrado, manga larga, cubre bocas, sin joyería, guantes desechables, bata, etc. Sin embargo, de las encuestas realizadas se reportó que el 40% de los empleados utiliza guantes, el 40% utiliza cubre bocas, el 20% utiliza bata de trabajo, el 20% no utiliza ningún equipo de seguridad. De la observación de campo se constató que no utilizan cubrebocas, porque a decir de su voz "con el calor del invernadero es difícil respirar", los guantes los utilizan únicamente cuando se les insiste en que lo hagan y en ocasiones cuando cortan hojas, para el manejo de los agroquímicos y fumigación no se utiliza ningún equipo de protección.

9.2. Accidentes de trabajo.

El 80% de las personas encuestadas no ha tenido ningún accidente en el trabajo, 20% si ha tenido accidentes de trabajo menores.

9.3. Actividades recreativas.

Las actividades recreativas o deportivas que realizan es participar en torneos locales de futbol los domingos en la liga deportiva municipal el 60% de los encuestados participa en la liga de futbol, 40% de la población no realiza ninguna actividad recreativa o de deporte, el 80% de los encuestados no tiene ningún pasatiempo, el 20% si tiene pasatiempos.

Discusión

En un periodo que abarca de 8 a 10 años en el que las tierras de cultivo en Aquixtla, dejaron de ser fértiles y no fue posible continuar cultivando papas, los productores buscaron alternativas de empleo entre la ganadería, la emigración y los más jóvenes, la educación para encontrar mejores oportunidades de trabajo fuera del municipio, de acuerdo con las entrevistas a agentes clave.

A través de la identificación de las condiciones sociales de los productores, se puede afirmar que quiénes fueron capacitados para implementar un cambio tecnológico agroalimentario y lo hicieron persistir a través de los años en el municipio, son productores con mayor nivel de estudios, mayor experiencia y edad. Todos ellos cuentan con invernaderos grandes y han capacitado al personal que, con el tiempo y una vez capacitados y adquirida experiencia, se convierten en los “nuevos productores”.

En el proceso de implementación de la política pública, inicialmente como prueba piloto y posteriormente como parte de las estrategias de los compromisos internacionales del gobierno de México para la seguridad alimentaria, se definen las condiciones de producción actuales en el cultivo de tomate rojo, como continuidad de las técnicas aprendidas y comunicadas en las capacitaciones de extensionismo, dichas condiciones son el reflejo de la política pública desde su implementación. En las encuestas se observa que los productores nuevos inician con módulos de 1,000m², todos ellos cultivan tomate rojo (*Lycopersicon Esculentum* Mill), aun cuando han probado con otro tipo de hortaliza. La mayoría distribuye el cultivo en ciclos de seis meses. De la misma manera se conservan los elementos en los que no se capacitó durante la tecnificación agrícola, lo cual se profundizará más adelante.

Las condiciones técnico-tecnológicas de las prácticas en el proceso de cultivo bajo invernadero en Aquixtla, evidencian un nivel tecnológico bajo. La mayoría de los productores se apoya en técnicos agrícolas para el manejo fitosanitario y fitopatológico, el menor porcentaje de los mismos productores realiza análisis de laboratorio en suelos y agua, por lo que se suministra fertilizantes y plaguicidas bajo experiencia y recomendación, pero no sobre el aporte real del sustrato, lo que ocasiona acumulación de sales y la consecuente infertilidad de los terrenos de cultivo. Los productores al no conocer la importancia y posibles efectos del uso inadecuado de agroquímicos únicamente visualizan la disminución de sus cosechas por ciclo en el invernadero.

Las condiciones ambientales constituyen un ámbito en el que no se ha continuado con buenas prácticas pese a que los primeros productores capacitados por SAGARPA fueron instruidos sobre el manejo adecuado de los residuos de agroquímicos.

La política pública de tecnificación agroalimentaria no contempla un destino final adecuado para la generación de todos los tipos de residuos de cada ciclo de cultivo. Los plásticos de distintas características se acumulan en orillas de terrenos, en las zonas de los cultivos o son incinerados a cielo abierto en los invernaderos o en el mismo tiradero municipal sin un control adecuado.

La falta de acompañamiento al productor por parte del gobierno Federal y el gobierno municipal, repercute en la generación de impactos ambientales, daños a la salud y a los recursos naturales. Particularmente, el incremento del consumo de agua y manejo discrecional de su distribución pone en riesgo la convivencia pacífica de los habitantes de Aquixtla.

La inexistente vinculación entre los diferentes niveles de gobierno y la comunidad productora, la falta de procesos de evaluación del cultivo tecnificado y la carencia de mecanismos de regulación, no han favorecido el desarrollo sustentable de la comunidad. Las tierras de cultivo de los pequeños productores se han vuelto vulnerables al daño causado por la acumulación de los agroquímicos sin que se conozca y considere la importancia del estado de la tierra, lo que pone en riesgo la sostenibilidad de este tipo de actividad agroalimentaria.

Conclusión

En este estudio, se confirma que existe una cantidad importante de invernaderos en Aquixtla, Puebla que operan con baja tecnología, su nivel tecnológico no ha sido impulsado y no se apega a los compromisos establecidos por el gobierno mexicano. Autores como Ortiz et al. (2012) y Ortega et al. (2014) han señalado que es una situación generalizada en la República Mexicana.

Por otra parte, los estudios existentes están centrados en la rentabilidad y el nivel tecnológico con énfasis en la aplicación de técnicas para la optimización de la inversión y en algunos parámetros agrícolas como la fertilización, calidad y estructuras. Las prácticas internas reales no se han caracterizado desde el enfoque de la sustentabilidad y lo que es más preocupante, no se ha estudiado lo que sucede actualmente al finalizar los ciclos de cultivo, por lo que la generación de residuos plásticos, envases de agroquímicos y biomasa resulta un grave problema. Los ámbitos social, ambiental y económico deben incluirse como parte de una visión integral.

De igual manera del trabajo de campo realizado en las entrevistas a agentes clave, encuestas a productores y personal de invernaderos, así como la observación general del área de estudio y de solicitud de acceso a instrumentos proyectados en el Plan de Desarrollo, frente a la Secretaría de Desarrollo Rural Municipal y en la Secretaría General del H. Ayuntamiento de Aquixtla, se concluye que no se han realizado acciones en los Ejes de desarrollo proyectados, por tanto, la construcción de nuevos invernaderos continúa sin ser regulada y no existen los instrumentos necesarios a nivel local, el mismo hecho ocurre en las

acciones proyectadas en materia de Desarrollo Social, no se han llevado a cabo los talleres para favorecer la igualdad de género y mejorar las condiciones laborales.

En el ámbito tecnológico se planteó la promoción de la mejora continua, capacitación de productores, mejora de la tierra y mejora de la semilla, sin embargo, no se han desarrollado acciones con los productores, por lo que de forma individual se enfrentan a la problemática en ese ámbito. El desarrollo sustentable no se favorece como parte de las acciones realizadas en la administración pública al no desarrollarse los instrumentos y no ejecutar las acciones proyectadas a nivel municipal. Además, no está considerado en el Plan de desarrollo Municipal, la creación de instrumentos de regulación para la construcción de nuevos invernaderos, la gestión adecuada de residuos plásticos y residuos de envases de agroquímicos.

Referencias

- Buzai, Gustavo D.** (2013). *Sistemas de información geográfica SIG: teoría y aplicación*. - 1a ed. - Luján: Universidad Nacional de Luján, 2013.
- Crespo, C. M. y Salamanca A. B.** (2007). *El muestreo en la investigación cualitativa*.
- García, E.J.; Gómez, A.; Hernández, I.** (2016). *Caracterización de la Agricultura Protegida en la región del Altiplano, de San Luis Potosí, México*.
- Garza, C.A., Olivares, E., Vázquez, R. E. y García, N.E.** (2019), *Clasificación de regiones para la producción en invernaderos utilizando análisis multivariado*.
- Google Earth** (s.f.a) Imágenes históricas. Recuperado 1 diciembre 2007.
- Google Earth** (s.f.) Imágenes históricas. Recuperado 1 diciembre 2009.
- Google Earth** (s.f.) Imágenes históricas. Recuperado 1 diciembre 2011.
- Google Earth** (s.f.) Imágenes históricas. Recuperado 1 diciembre 2013.
- Google Earth** (s.f.) Recuperado noviembre 2020.
- H. Ayuntamiento Aquixtla** (2018-2021), *Programa Municipal de desarrollo*. –obtenido de: <https://planeader.puebla.gob.mx/pdf/Municipales2020/Aquixtla.pdf>
- INEGI** (2010) Marco Geoestadístico. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/>
- Luna, M.L.** (2011). *Producción de autoinductores y biopelículas microbianas y su relación con la calidad y composición química de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivado en la región de Aquixtla, Puebla*.
- Mancilla, J.A.**, (2017), *Desarrollo de un Simulador del crecimiento de un cultivo de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) con aplicación de nitrógeno para invernaderos en Aquixtla, Puebla*.
- Ortega, L.D., Ocampo, J, Sandoval, E., Martínez, C., Huerta-De La Peña, A., Jaramillo, J.L.** (2007) *Caracterización y funcionalidad de invernaderos en Chignahuapan, Puebla, México*.

Ortega, L. D., Martínez, C., Huerta de la Peña, A., Ocampo, J., Sandoval, E. y Jaramillo, J. L. (2014). *Uso y manejo de plaguicidas en invernaderos de la región norte del estado de Puebla, México.*

Ortega, L. D., Martínez, C., Waliszewski, S. M., Ocampo, J., Huichapan J., El Kassis, E., Soto G. y Pérez B. (2016). *Nivel tecnológico de invernadero y riesgo para la salud de los jornaleros.*

Pratt, L. y Ortega, J. M. (2019), *Agricultura protegida en México. Elaboración de la metodología para el primer bono verde agrícola certificado.*

