



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS PUEBLA

POSTGRADO EN GESTIÓN DEL DESARROLLO SOCIAL

**ANÁLISIS DE LA PRUEBA DE SISTEMAS ACUAPÓNICOS EN
TRASPATIOS PERIURBANOS, SAN LORENZO ALMECATLA,
CUAUTLANCINGO PUEBLA**

GABRIELA GONZÁLEZ SÁNCHEZ

TESINA

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRÍA PROFESIONALIZANTE

PUEBLA, PUEBLA

2021

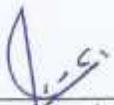
La presente tesina, titulada: **Análisis de la prueba de Sistemas Acuapónicos en traspacios periurbanos, San Lorenzo Almecatla, Cuautlancingo, Puebla**, realizada por la alumna: **Gabriela González Sánchez**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRÍA PROFESIONALIZANTE

GESTIÓN DEL DESARROLLO SOCIAL

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



DR. JESÚS FELIPE ÁLVAREZ GAXIOLA

ASESOR:



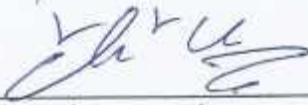
DR. LUCIANO AGUIRRE ÁLVAREZ

ASESOR:



DR. JUAN ALBERTO PAREDES SÁNCHEZ

ASESOR:



DRA. MARÍA DE LOS ÁNGELES VELASCO HERNÁNDEZ

Puebla, Puebla, México, 9 de julio del 2021

ANÁLISIS DE LA PRUEBA DE SISTEMAS ACUAPÓNICOS EN TRASPATIOS PERIURBANOS, SAN LORENZO ALMECATLA, CUAUTLANCINGO, PUEBLA.

**Gabriela González Sánchez, MPGDS
Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, 2021**

El presente trabajo de investigación-tesina se llevó a cabo con las y los productores de San Lorenzo Almecatla, una de las juntas auxiliares del municipio de Cuautlancingo, que han participado en el proyecto de capacitación y seguimiento denominado traspatios integrales de la MAP (Microrregión de Atención Prioritaria) Valles de Puebla del Campus Puebla del Colegio de Postgraduados, logrando algunos de ellos tener excedentes en la producción orgánica de hortalizas, y aprovechar que se encuentran en un área periurbana y una población bastante grande que radica en los fraccionamientos instalados en todo el municipio para comercializar los productos obtenidos de sus traspatios. La experiencia y conocimientos logrados en la capacitación y práctica de la agricultura orgánica en el traspatio, llevó a seis productoras y productores a interesarse por probar la producción de alimentos a través de la acuaponía; tecnología que, mediante la sinergia de la piscicultura y la hidroponía, crea un sistema simbiótico, con grandes beneficios como el ahorro del agua y que promueve la sustentabilidad de los recursos. Esta investigación analizó los aspectos que favorecen la introducción de esta innovación, en términos de la aceptación de los productos de la misma por parte de sus familias, expectativas de los productores que ya han establecido sistemas acuapónicos y factibilidad de que la tecnología de dichos sistemas permanezca. En la cuestión metodológica se dio un proceso participativo entre las y los productores con los miembros de personal de la MAP Valles de Puebla, a través de talleres, acompañamiento y seguimiento sobre instalación de los sistemas acuapónicos y aplicación de un cuestionario. Entre los resultados destacan: el establecimiento de los sistemas acuapónicos fue parcial, ya que cinco de los seis sistemas llegaron a la construcción del estanque, cuatro a realizar la prueba con tilapia del Nilo y solamente uno pudo instalarse de manera total: cultivar tilapia y lechuga. Respecto a la tecnología, ésta aún hace falta afinarse pues de los cuatro sistemas, en dos murieron los peces y en otros dos el peso fue inferior al esperado.

Palabras clave: *Acuaponia, Seguridad Alimentaria, Traspatio, Periurbano, Aceptación, Expectativa.*

ANALYSIS OF THE TEST OF AQUAPONIC SYSTEMS IN PERIURBAN BACKYARDS, SAN LORENZO ALMECATLA, CUAUTLANCINGO, PUEBLA.

**Gabriela González Sánchez, MPGDS
Colegio de Postgraduados, Campus Puebla, 2021**

This research-thesis work was carried out with the producers of San Lorenzo Almecatla, one of the auxiliary boards of the municipality of Cuautlancingo, who have participated in the training and follow-up project called integral backyards of the MAP (Priority Attention Micro-region, by its acronym in Spanish) Valles de Puebla of the Campus Puebla of the Colegio de Postgraduados. Some of them have achieved surpluses in the organic vegetable production, and take advantage of the fact that they are in a peri-urban area and a fairly large population living in the subdivisions installed throughout the municipality to market the products obtained from their backyards. The experience and knowledge gained in the training and practice of backyard organic agriculture led six producers to become interested in trying food production through aquaponics, a technology that, through the synergy of fish farming and hydroponics, creates a symbiotic system with great benefits such as water savings and promotes the sustainability of resources. This research analyzed the aspects that favor the introduction of this innovation, in terms of the acceptance of its products by their families, the expectations of the producers who have already established aquaponic systems and the feasibility that the technology of these systems will remain. In terms of methodology, there was a participatory process between producers and staff members of Priority Attention Micro-region, MAP Valles de Puebla, through workshops, accompaniment and follow-up on the installation of aquaponic systems and the application of a questionnaire. The results include: the establishment of the aquaponic systems was partial, since five of the six systems were able to build the pond, four were able to carry out the test with Nile tilapia and only one was able to be fully installed: growing tilapia and lettuce. The technology has yet to be fine-tuned, as two of the four systems fish die and two of them were underweight.

Key words: *Aquaponics, Food Security, Backyard, Periurban, Acceptance, Expectation.*

AGRADECIMIENTOS

Al CONACYT por permitirme estudiar un postgrado de calidad con beca.

A los catedráticos del Colegio de Postgraduados, por compartir sus conocimientos y experiencias durante mi proceso de formación.

Al Dr. Jesús Felipe Álvarez Gaxiola, por su guía en la elaboración de esta tesina,

Al Dr. Luciano Aguirre Álvarez, por aceptarme en colaborar en el inicio de un brillante proyecto.

Al Dr. José Alberto Paredes Sánchez, por su retroalimentación nutrida en cada revisión.

A la Dra. María de los Ángeles Velasco Hernández, por creer en mis capacidades y apoyarme desde mis estudios de licenciatura e impulsarme a continuar preparándome.

A las familias productoras de San Lorenzo Almecatla, por la confianza depositada en mi persona, permitirme entrar en sus hogares y convivir con ellos.

A cada uno de mis compañeros de estudio, por todos los momentos que compartimos, en el aula, las salidas, los viajes, los mensajes, estarán siempre en mi corazón.

A mi querida familia; mis mamás por estar en los momentos más importantes de mi vida, mi hermana por sus pláticas y sus consejos, a mi querido sobrino, por su sonrisa franca que ilumina los momentos complicados.

A mi esposo, por su apoyo incondicional, sus consejos, su comprensión, su infinito amor, por impulsarme a superarme cada día y alcanzar mis sueños.

A mi hija, por compartir su tiempo y su espacio para realizar este proyecto, por inspirarme a ser mejor persona.

A Dios, por permitirme alcanzar una meta más en mi vida.

CONTENIDO

LISTA DE TABLAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II. MARCO DE REFERENCIA	4
2.1 Características Físicas del Área Objeto de Estudio	4
2.2 Factores Sociodemográficos	6
2.3 Actividades sobre Agricultura Periurbana	7
CAPÍTULO III. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	9
3.1 Análisis del Objeto de Estudio	9
3.2 Objetivo General.....	15
3.3 Objetivos Específicos	15
CAPÍTULO IV. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	17
4.1 Agricultura Periurbana	18
4.2 Agricultura Familiar	21
4.3 Seguridad Alimentaria	23
4.4 Aceptación	24
4.5 Factibilidad.....	25
4.6 Viabilidad	28
4.6.1 Viabilidad técnica.....	28
4.7 Expectativa	31
4.8 El Traspatio.....	33
4.9 Innovación	35
4.10. Acuaponía.....	39

4.11. La Acuaponía como Estrategia de Producción en Traspatio	42
CAPÍTULO V. METODOLOGÍA	44
5.1. Área de Estudio	44
5.2. Población Objetivo	46
5.3. Técnicas Metodológicas	47
CAPÍTULO VI. RESULTADOS.....	53
6.1 Los Sistemas Acuapónicos, las y los Productores.....	55
6.2. Aceptación de los Productos de los Sistemas Acuapónicos.....	91
6.3 Expectativas Económicas de las y los Productores.....	92
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	96
7.1 Aclaraciones Previas	96
7.2 Conclusiones	97
7.3 Recomendaciones	101
BIBLIOGRAFÍA	103
ANEXOS	110
1. Encuesta dirigida a la o el productor de traspatio sobre la instalación del sistema acuapónico.	110
2. Cuestionario dirigido a personal del COLPOS que participó en la etapa de instalación y operación de los sistemas acuapónicos.....	115

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Objetivos de los servicios de la agricultura periurbana	19
Tabla 2. Tipos de expectativas de acuerdo a los cuatro enfoques de Pelegrín	32
Tabla 3. Integrantes de la familia de la Sra. Lucía Salinas Luna.....	56
Tabla 4. Integrantes de la familia de la Sra. Patricia Tapia López	63
Tabla 5. Integrantes de la familia de la Srita. Gilberta Paisano Bonilla	70
Tabla 6. Integrantes de la familia del Sr. Ricardo Olivares García	74
Tabla 7. Integrantes de la familia del Sr. Gregorio Rueda Hernández	80
Tabla 8. Integrantes de la familia del Sr. Oscar Vázquez Ramírez	85

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1. Mapa de ubicación de San Lorenzo Almecatla	45
Ilustración 2. Área destinada a la producción acuapónica en el traspatio de la Sra. Lucía Salinas	58
Ilustración 3. Diseño de tanque con dos mamparas.....	59
Ilustración 4. Eliminación de la cama biointensiva para construcción de estanque	60
Ilustración 5. Módulo completo con la técnica de Película Nutritiva, traspatio de la Sra. Lucía Salinas.....	61
Ilustración 6. Condición del estanque de la Sra. Patricia Tapia al inicio de la investigación	66
Ilustración 7. Área contigua al estanque, con producción de hortalizas mediante camas biointensivas	66
Ilustración 8. Limpieza de los sedimentos en el estanque de la Sra. Patricia Tapia	67
Ilustración 9. Estanque limpio, sin barda perimetral.....	68
Ilustración 10. Estanque acondicionado con barda perimetral	68
Ilustración 11. Llenado y estanque lleno del sistema de la Sra. Patricia Tapia López ..	69
Ilustración 12. Estanque previsto para el sistema acuapónico de la Srita. Gilberta Paisano, vista desde el acceso trasero	72
Ilustración 13. Limpieza del estanque para habilitarlo en el sistema acuapónico	73
Ilustración 14. Estanque del Sr. Ricardo Olivares García, al fondo se observa la estructura de la granja, en desuso	76
Ilustración 15. Parte de los establos de la granja dentro del predio del Sr. Ricardo Olivares García	77
Ilustración 16. Estanque del Sr. Vista del predio del Sr. Ricardo Olivares interesado en establecer un sistema acuapónico	77
Ilustración 17. Limpieza del estanque, retiro de sólidos voluminosos	78
Ilustración 18. Propuesta de diseño para el traspatio del Sr. Ricardo Olivares, instalando los tres diferentes modelos de sistema acuapónico.....	79

Ilustración 19. Opción 1, área para instalar el sistema acuapónico en el traspatio del Sr. Gregorio Rueda H.	82
Ilustración 20. Opción 2, área para instalar el sistema acuapónico en el traspatio del Sr. Gregorio Rueda H.	83
Ilustración 21. Estanque construido con ladrillo y cemento en área de opción 1	84
Ilustración 22. Área disponible para instalar sistema acuapónico del Sr. Vázquez	86
Ilustración 23. Diseño de estanque con sistema película nutritiva en el traspatio del Sr. Oscar Vázquez.....	87

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Los retos actuales para obtener alimentos de forma segura, inocua, orgánica y de producción sustentable son varios a vencer. La investigación del presente documento, se sitúa en la Junta Auxiliar de San Lorenzo Almecatla, municipio de Cuautlancingo, en el estado de Puebla, que de acuerdo al CONEVAL (2018), se encuentra con alto índice de marginación, uno de los factores de mayor impacto es la inseguridad alimentaria que padecen los habitantes del mencionado lugar.

Debido a lo mencionado con anterioridad, la importancia de esta investigación es analizar los aspectos que rodean a la implantación de una nueva tecnología, como lo es la acuaponía, al ser establecida por los productores de traspatio, mediante la cual, obtendrán doble producción, animal y vegetal, introduciendo a la dieta familiar otro tipo de proteína.

Desde hace más de 5 años, el Campus Puebla del Colegio de Postgraduados, en coordinación con la Regiduría de Agricultura y Ganadería del municipio de Cuautlancingo, han capacitado a 150 familias para la instalación de huertos de traspatio con la finalidad principal de ser productores de sus propios alimentos; sin embargo, algunos de los productores han obtenido recursos con la venta de sus excedentes y al mismo tiempo se ha fortalecido el tejido social de su comunidad al involucrar a vecinos y familiares en esta actividad. En adición a lo anterior, desde hace un par de años, algunos productores tuvieron la inquietud de introducir sistemas acuapónicos para producir algunas especies hortícolas y peces, con estos últimos se procura incorporar un tipo diferente de proteína animal a su dieta, con el beneficio extraordinario de poderlo comercializar en su comunidad.

Esta situación, conduce a los productores de traspatio de la comunidad objeto de estudio a ensayar una innovación tecnológica como es la acuaponía, sistema de producción de alimentos que permite obtener doble producción tanto animal y vegetal en un solo sistema, y que, al mismo tiempo, favorece a mantener la seguridad alimentaria, así como continuar con el fortalecimiento del tejido social y obtener beneficios no sólo comerciales, sino también apoyar a continuar practicando la sustentabilidad seguida por una buena

cantidad de productoras y productores de traspatio en esta comunidad, pues ya que esta tecnología permite ahorrar considerablemente el recurso hídrico. Además, favorece la comercialización de alimentos que son difíciles de adquirir por diversos factores, como son el alto costo del transporte, el almacenamiento y conservación en equipos de refrigeración. Sin embargo, al tener la producción *in situ*, es posible bajar los costos y ofrecer a los clientes potenciales productos a precios accesibles y de buena calidad, disminuyendo también los costos al medio ambiente.

Este trabajo también pretende analizar la aceptación de los productos resultantes de la acuaponía entre los consumidores locales, para apoyar en términos de la comercialización a los productores de traspatio que han implementado los sistemas acuapónicos en sus respectivos traspatios.

El presente documento de tesina está integrado por siete capítulos: el Capítulo I, Introducción, ofrece algunos elementos para resaltar la importancia del estudio sobre la implantación de la acuaponía por productores de traspatio en San Lorenzo Almecatla, Cuautlancingo, Puebla; así como la problemática que genera la inseguridad alimentaria a nivel mundial, nacional, estatal, en el municipio de Cuautlancingo y en la junta auxiliar objeto de estudio. En el Capítulo II, Marco de Referencia, aborda las características físicas del área objeto de estudio de la presente investigación, así como los factores sociodemográficos y las actividades que se realizan en relación a la agricultura periurbana y la práctica de la agricultura de traspatio. El Capítulo III, Delimitación de la Investigación, presenta el alcance de este trabajo, mediante el análisis del objeto de estudio, así como, los objetivos que pretende lograr este trabajo. El Capítulo IV, Fundamentos Teóricos, incorpora un conjunto de conceptos fundamentales, derivados de teoría congruentes con los principales ejes temáticos de este trabajo como agricultura familiar, periurbano, sustentabilidad, factibilidad, viabilidad y aceptación, utilizados en el desarrollo de esta investigación. En el Capítulo V, se expone el enfoque metodológico desde los lineamientos de la investigación participativa, la aplicación de instrumentos para realizar el levantamiento de la información mediante encuestas y el guion que sirvió de guía para la realización de las entrevistas semiestructuradas dirigidas a los actores clave objeto de estudio, con el fin de dar respuesta a los objetivos planteados. El Capítulo

VI, Resultados, de acuerdo al objetivo general; se expone el grado de aceptación por parte de los miembros de las familias productoras ante la experiencia con sus respectivos sistemas acuapónicos, sobre el primer objetivo específico: son identificadas las características de las familias productoras, así como de los sistemas acuapónicos que instalaron o que desean instalar las y los productores para mantener la sostenibilidad y la integridad de sus traspatios; del segundo objetivo específico; se expone la aceptación para consumir los productos del sistema acuapónico, por parte de los familiares de las y los productores que establecieron; por último, para dar respuesta al tercer objetivo específico, se presentan las expectativas que tiene las y los productores de traspatio, que establecieron o están por establecer sistemas acuapónicos, en términos de crecimiento, volumen de producción y venta de la producción de sus sistemas acuapónicos. En el Capítulo VII Conclusiones y Recomendaciones, son presentadas las lecciones aprendidas durante la primera experiencia que tuvieron las y los productores de traspatio ante la instalación y operación de los sistemas acuapónicos, así como los factores que deberían ser considerados para las siguientes prácticas.

CAPÍTULO II. MARCO DE REFERENCIA

El presente trabajo de investigación en que se fundamenta este documento de tesina, se lleva a cabo en la junta auxiliar de San Lorenzo Almecatla perteneciente al municipio de Cuautlancingo. Dicho municipio forma parte de la zona conurbada de la ciudad de Puebla, y su cabecera, San Juan Cuautlancingo, se encuentra a unos cuantos kilómetros de la ciudad en cuestión y un conjunto de poblaciones como San Pedro y San Andrés Cholula y otras que conforman el área conurbada. La ubicación territorial del municipio de Cuautlancingo y de San Lorenzo Almecatla favorece para el desarrollo de un intenso tráfico comercial y demanda de alimentos de tipo agropecuario. Además, en la cabecera municipal, San Juan Cuautlancingo, se asienta una considerable población, residentes de la gran cantidad de fraccionamientos establecidos en ésta. El crecimiento exponencial de los fraccionamientos, de la apertura de establecimientos comerciales y la creciente infraestructura urbana han limitado la superficie de cultivo que antaño existía, y transformando a la cabecera municipal, así como a las localidades del municipio de un paisaje predominantemente rural a un paisaje urbano y periurbano. La situación antes descrita ha favorecido para que el Campus Puebla del Colegio de Postgraduados y el Ayuntamiento de dicho municipio hayan promovido la producción de hortalizas en el traspatio y con el estilo de agricultura orgánica, a fin de evitar la contaminación del suelo, agua y atmósfera en un área periurbana y urbana densamente poblada.

En este capítulo, se van a presentar de manera breve las características físicas del área objeto de estudio y los aspectos más relevantes de los factores sociodemográficos de la misma.

2.1 Características Físicas del Área Objeto de Estudio

El municipio de Cuautlancingo se localiza en la parte centro oeste del estado de Puebla, colinda al norte con el estado de Tlaxcala, al este con Tlaxcala y la ciudad de Puebla, al sur con los municipios de San Pedro Cholula y Puebla capital y al oeste con el municipio de Coronango (INEGI, 2009).

El municipio de Cuautlancingo tiene una extensión territorial de 38.17 Km², se localiza en el sector principal de la altiplanicie del estado de Puebla, con un ligero descenso en dirección al noroeste-sureste, hacia el río Atoyac que es un de las cuencas más importantes del estado. El río en cuestión se origina en la vertiente oriental de la Sierra Nevada, baña el oriente del municipio, en un recorrido de 8 km, y limita con el estado de Tlaxcala. Recibe las aguas de algunas corrientes intermitentes provenientes de los lomeríos del interior del municipio del río Prieto, por lo que la zona es privilegiada en recursos hídricos; sin embargo, la contaminación del río Atoyac podría poner en riesgo la disponibilidad de este recurso en los años futuros (INEGI, 2009).

Goza de un clima templado subhúmedo, es decir, con lluvias en verano, temperatura media anual entre 12 y 18 °C. En invierno el rango de temperatura oscila entre -3 y 18 °C. La precipitación anual promedio se encuentra entre 800 y 1,000 mm.

El suelo está ocupado de la manera siguiente: agricultura con el 30%, pastizal 3% y la zona urbana corresponde al 67% donde se ha aprovechado para el crecimiento urbano e industrial (INEGI, 2009).

Las zonas urbanas están creciendo sobre rocas ígneas extrusivas del Neógeno y suelo aluvial del Cuaternario, en llanura aluvial con lomerío y sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados (INEGI, 2009).

La edafología del municipio de Cuautlancingo, domina la textura arenosa con tres tipos de suelos, de acuerdo a su origen:

Feozem: es el suelo adecuado para cultivos que toleran el exceso de agua, su fertilidad es de moderada a alta, se encuentra en terrenos planos, estas características indican que puede utilizarse para agricultura de riego o temporal con grandes rendimientos. Este tipo de suelos se encuentran en la Junta Auxiliar de San Lorenzo Almecatla.

Regosol: ocupa casi el total de la superficie del municipio, con fertilidad variable y productividad condicionada a la pedregosidad y profundidad donde se encuentra.

Vertisol: tiene textura arcillosa y pesada, se agrietan notablemente cuando se seca, es altamente fértil, aunque puede presentar dificultades para labrar, con el manejo adecuado es apto para una gran variedad de cultivos. En caso de tener agua de riego de mala calidad, el suelo puede salinizarse o alcalinizarse.

La flora está compuesta por lomeríos y sierras con bosques de coníferas, encinos y bosques mixtos, sin embargo, es una mezcla de zona agrícola, pecuaria y forestal. De especies animales, se pueden encontrar conejos, ardilla, tlacuaches, murciélagos, patos y otras aves silvestres (CONABIO, 2011). Además de especies domesticadas que forman parte de la pequeña ganadería en traspatio.

2.2 Factores Sociodemográficos

El municipio de Cuautlancingo, está formado por tres juntas auxiliares; Sanctorum, San Juan Cuautlancingo y San Lorenzo Almecatla (lugar donde se realiza la investigación), dichas localidades contienen la mayor cantidad de población del municipio (INAFED, 2019).

San Lorenzo Almecatla es considerado como un asentamiento urbano, sin embargo, por su ubicación cercana a la ciudad de Puebla y sus actividades agrícolas y ganaderas, también se le distingue como una zona periurbana (Ávila, 2019).

De acuerdo al INEGI (2010), San Lorenzo Almecatla contaba con 13,217 habitantes, repartidos en 6,787 mujeres y 6,430 hombres. En los últimos años, se han construido diversos desarrollos habitacionales, donde han migrado, principalmente pobladores de las ciudades de Puebla y Tlaxcala, tanto por los costos relativamente bajos de las viviendas en esa zona, como también acercarse a los centros de trabajo que se encuentran en los corredores industriales. Este incremento de población demanda servicios y bienes, siendo la alimentación un aspecto de primera necesidad.

En cuanto a la educación, el promedio de escolaridad es de 9.14 años. San Lorenzo Almecatla cuenta con 9 instituciones educativas de nivel preescolar, con 3 de educación primaria, 2 de secundaria y la misma cantidad para media superior. No cuenta con

instituciones para personas con capacidades especiales y las existentes, ninguna imparte materias en alguna lengua indígena. Su población analfabeta es baja, sólo el 2.6%.

El 98% de las viviendas en San Lorenzo Almecatla cuenta con energía eléctrica, el 91% con agua potable entubada y 97% con infraestructura sanitaria.

La dinámica socioeconómica que tiene San Lorenzo Almecatla es multidiversa, se encuentra en el área periurbana de la ciudad de Puebla, beneficiado con el corredor industrial Finsa, uno de los corredores industriales más importantes del país dedicado a la industria automotriz, la planta armadora de Volkswagen desde la década de los años de 1960, rodeada por varias empresas que proveen de autopartes, donde diversos habitantes tienen empleo; sin embargo, carecen de mayor infraestructura en los ámbitos educativos, de salud, culturales, deportivos y recreativos (INEGI, 2015).

También cuentan con actividades agrícolas, en extensiones considerables de terreno y desde los últimos 5 años se han implementado huertos de traspatios para consumo de la unidad familiar productora (COESPO, 2019).

El CONEVAL reportó en 2010, que San Lorenzo Almecatla padece un índice de desarrollo humano de 0.75 y el 11.16% de pobreza alimentaria, su grado de marginación es “bajo” y su grado de rezago social es considerado como “muy bajo”.

2.3 Actividades sobre Agricultura Periurbana

El municipio de Cuautlancingo ha sido beneficiado desde el año de 2015 con el trabajo en conjunto del Ayuntamiento local y del Campus Puebla del Colegio de Postgraduados, mediante el proyecto de traspatios integrales, con el fin de fomentar el autoconsumo de la producción de traspatio de la población. Varios académicos del Campus Puebla, han impartido capacitación y asesoría a los habitantes del municipio.

En entrevista con el Sr. Alberto Xicotencatl, (28 de septiembre de 2020), empleado del ayuntamiento del periodo 2018-2021 en la Regiduría de Agricultura y Ganadería, los

apoyos otorgados a los habitantes del municipio de Cuautlancingo consistieron en la entrega de plántula, borregos, gallinas, sistemas de riego. A partir del año 2019, emprendieron los programas: “Sembrando Vida” en el que se entregó semilla de maíz; “Incentivos al Campo”, los recursos proporcionados fueron fertilizantes foliares y fertilizantes químicos. Para huertos de traspatio, los apoyos consistieron en la entrega de plántula de lechuga italiana y romana, col, brócoli, semilla de ejote, calabaza y rábano. En cuanto a la ganadería, fueron entregados borregos y paquetes de gallinas de postura, además de tener un programa piloto de apicultura; estos programas tienen el fin de fomentar la pequeña ganadería en traspatio.

La entrega de apoyos se realiza mediante convocatoria abierta a todos los habitantes del municipio, hacen el compromiso con las personas beneficiadas, en trabajar y recibir capacitación, participar en las reuniones y a que sean encaminadas para tener éxito en su producción. Tanto el Campus Puebla del Colegio de Postgraduados como el Ayuntamiento de Cuautlancingo tienen reuniones de trabajo y padrones para dar seguimiento a los productores de traspatio y han capacitado a más de 700 personas.

La Regiduría de Agricultura y Ganadería del municipio de Cuautlancingo apoya a la población con diversos programas, para asegurar el abasto alimentario, mediante el fortalecimiento de las necesidades prioritarias para que las familias tengan seguridad alimentaria (Ayuntamiento de Cuautlancingo, 2021), mediante la entrega de semillas, árboles frutales, animales de la pequeña ganadería.

CAPÍTULO III. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Análisis del Objeto de Estudio

La falta de disponibilidad de alimentos puede ser el origen de la inseguridad alimentaria, sin embargo, desde la producción pueden ser los siguientes factores: inaccesibilidad a suelos productivos o en situación de erosión, escasez de agua suficiente en calidad y cantidad, semillas a alto costo, problemas para control de plagas o daños por eventos climáticos, falta de conocimiento y desarrollo de habilidades para producir sus propios alimentos (FAO, OPS, WFP y UNICEF, 2019).

Para los alimentos ya producidos, un factor importante es la falta de recursos económicos para obtenerlos; no obstante, pueden ser también: la distancia que habría que recorrer para adquirirlos, los regímenes de gobierno que limitan el consumo, conflictos sociales y eventos que no están en las manos de los consumidores resolver.

De acuerdo al “Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe” (FAO, OPS, WFP y UNICEF, 2019), la inseguridad alimentaria ha aumentado considerablemente en los últimos años; a nivel mundial se estima que casi 690 millones de personas padecen hambre, al carecer de acceso regular a alimentos suficientes, que sean inocuos y nutritivos, para permitir su crecimiento, desarrollo y tener una vida saludable y activa.

Al no tener la certeza de poder consumir alimentos adecuados, se puede caer en un espiral de situaciones que complicarían cada vez más la salud y el bienestar de las personas que padecen la inseguridad alimentaria, ya que esta incertidumbre causa estrés y el sacrificio de otras necesidades básicas. En el caso de los niños, afecta gravemente a su crecimiento y desarrollo, ya que disminuye su capacidad intelectual e induce a otro rezago; el educativo (FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF, 2020). En general, la inseguridad alimentaria podría provocar en las personas que la padecen, el consumo de alimentos no nutritivos, aumentando así la desnutrición y la obesidad, haciéndolos más susceptibles a enfermedades crónicas como la diabetes e hipertensión arterial.

En 2019, según la FAO (2020), 48 millones de personas padecían hambre en América Latina y el Caribe, cifra que ha aumentado conforme pasan los años, además, en esta región, hay una gran desigualdad de los ingresos, lo cual hunde más a estos habitantes en situaciones vulnerables, al no tener empleo digno y estable ni servicios de seguridad social.

Para la República Mexicana, desde el sexenio del Lic. Enrique Peña Nieto, en diciembre de 2012, inició una estrategia de inclusión y bienestar social, denominada “Cruzada Nacional Contra el Hambre” para combatir la mal nutrición en la que se encontraba, en ese momento, el 46.2% de los mexicanos en situación de pobreza, de los cuales el 10% se encontraban en pobreza extrema (Cruzada Nacional Contra el Hambre, 2012).

En 2014, el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), presentó el estudio “El acceso a los alimentos en los hogares; un estudio cualitativo, 2013-2014”, en el que se identifican rasgos sociodemográficos y socioeconómicos asociados con mayor frecuencia a las dificultades para acceder a alimentos; jefatura femenina, estructura doméstica ampliada, pocos proveedores económicos para varios consumidores, menores de edad involucrados en el ciclo doméstico y ausencia de recursos para generar prácticas de autoconsumo de alimentos. Esta última característica abre una ventana de oportunidad para formar a productores de traspatio, aprovechando el espacio en sus propios hogares, fomentando las relaciones intrafamiliares de trabajo en equipo para obtener beneficio común, como son: el autoempleo, el autoconsumo de alimentos con alto contenido nutricional y, al mismo tiempo, inocuos.

El estado de Puebla, de acuerdo a la información que brinda el diagnóstico del Programa de Unidades Móviles Alimentarias para el Estado de Puebla y con datos del CONEVAL (2012), tiene el tercer lugar en pobreza multidimensional, donde el indicador de carencia por acceso a la alimentación es uno de los componentes para medir este tipo de pobreza. Dentro de este rubro, se encuentran 3 millones 878 mil 116 personas, que representa el 64.5% del total de la población estatal.

El municipio de Cuautlancingo, que colinda con la capital poblana, forma parte de los 9 municipios que concentran el mayor número de personas con carencia alimentaria en el estado de Puebla (Secretaría de Desarrollo Social del Estado de Puebla, 2014), con 33 mil 945 personas. El Plan Estatal de Desarrollo Social 2011-2017, tenía como estrategias para mitigar la inseguridad alimentaria mediante el otorgamiento de alimentos a la población vulnerable y brindar capacitación para generar autosuficiencia y salir de la situación en la que viven (Actualización del Programa Sectorial de Desarrollo Social, 2017).

Cuautlancingo, es un municipio periurbano, goza de cierta infraestructura urbana, sin perder las características rurales, como actividades dedicadas a la agricultura; estos sitios denominados periurbanos, practican la agricultura de traspatio, actividad que consiste en, de acuerdo con Nair y Kumar (2006, citados en Olvera *et al.*, 2017), producir alimentos complementarios en espacios en los mismos predios donde tienen sus viviendas, aportando a su dieta variados nutrientes, ya que pueden ser especies vegetales como hortalizas, aromáticas, medicinales, tubérculos, frutales, por mencionar algunos, además de la crianza de animales.

El Campus Puebla del Colegio de Postgraduados ha trabajado con productores de traspatio en el municipio de referencia en coordinación con la Regiduría de Agricultura y Ganadería, desde hace aproximadamente cinco años, mediante programas de transferencia de tecnología en alrededor de 150 huertos hortícolas biointensivos, beneficiando a las familias productoras en las distintas juntas auxiliares del municipio.

Diferentes académicos del Campus han capacitado a las familias productoras con el fin de incorporar métodos de producción que refuercen aún más el principio de sustentabilidad con el que rige al proyecto de traspatios integrales, como son la preparación de lombricomposta y ácidos húmicos para incorporar materia orgánica de alta calidad a los huertos familiares, establecer las camas biointensivas con el método de doble excavación con el fin de permitir una mayor cantidad de plantas y mejor desarrollo de sus raíces. En dichas camas, son incorporadas plantas que favorecen la reproducción de insectos benéficos que combaten a aquellos que son nocivos o

mediante trampas de luz, atrayentes y materiales brillantes, además de uso de biopreparados a base de sustancias vegetales para combatir plagas y enfermedades.

En el municipio de Cuautlancingo existen traspatios de tamaño reducido, y frecuentemente se establecen huertos en diversos espacios como las paredes, techos, patios o jardines, utilizando materiales de desecho como cajones de madera, tambos sin fondo, cajas plásticas, que permiten sembrar las hortalizas al aplicar los conocimientos adquiridos por parte de las familias productoras sin utilizar fertilizantes químicos, insecticidas u otros agroquímicos y ser coherentes con los principios de la agricultura orgánica.

Además, se ha promovido la crianza de la pequeña ganadería del traspatio, principalmente de aves, conejos, caprinos y ovinos, en aspectos como estabulación, alimentación y cuidados de los mismos; pero principalmente para utilizar los estiércoles como fuente de materia orgánica y preparar lombricomposta y lixiviados. Estas actividades permiten integrar proceso y actividades de los sistemas agrícolas y pecuario del sistema de traspatio.

Por otra parte, se ha promovido y capacitado a las familias del municipio de Cuautlancingo en el cultivo y uso de plantas medicinales, aromáticas y de ornato, agregando valor mediante la elaboración de jabones, pomadas y remedios para enfermedades no graves, con el fin de mantener el bienestar de la salud de la comunidad a costos asequibles y al mismo tiempo conservando los saberes tradicionales de las plantas medicinales.

La capacitación a las familias que participan, también incluye instrucción en el rubro financiero, mediante la orientación y conformación de cajas de ahorro y préstamo, como una organización de autoayuda con el objetivo principal del ahorro colectivo y el otorgamiento de préstamos de manera individual al fortalecer el tejido social de la comunidad basado en la confianza (Martínez *et al.*, 2013).

La experiencia y madurez que han adquirido, pueden ser factores que influyan en la decisión de adoptar e introducir una nueva tecnología, que permita obtener producción

animal y vegetal en un mismo sistema, además de que la primera, estaría constituida por especies piscícolas, que no son tan fáciles de adquirir localmente, tanto por la carencia de recursos económicos como por la distancia a los mercados donde se expenden. A esto se le denomina producción en sistemas acuapónicos.

Como parte del proyecto de traspatios integrales en el municipio de Cuautlancingo, específicamente en la comunidad de San Lorenzo Almecatla, se promueve entre los productores participantes en dicho proyecto la producción de alimentos a través de la acuaponía, la cual también garantiza una producción sustentable y abona en favor de la seguridad alimentaria de las familias.

La acuaponía es un sistema que combina la producción vegetal con la piscícola, creando una relación simbiótica benéfica para ambas especies. La producción de peces es una opción generadora de alimentos con alto valor nutricional además es una actividad importante del quehacer social y económico (SAGARPA, 2003). La acuaponía es versátil, en el sentido que puede ajustarse al espacio, recursos y preferencias de los productores de traspatio periurbano.

De acuerdo con Martínez (2018), la innovación tecnológica, como la acuaponía en traspatio, es vista como un fenómeno social, que tiene la capacidad de complementar funciones, ya que combina las capacidades técnicas, productivas, financieras, comerciales y administrativas, al diversificar la oferta. La idea de la innovación surge de satisfacer la necesidad productiva, que es fundamental para consolidar los procesos de aceptación, pues se convierte en una práctica del desarrollo de la localidad y la aceptación es la manera en cómo esa nueva producción será penetrada entre los posibles consumidores.

San Lorenzo Almecatla es una de las tres juntas auxiliares del municipio de Cuautlancingo, y una de las comunidades donde el proyecto de traspatios integrales promovidos por el Campus Puebla del Colegio de Postgraduados ha tenido bastante impacto en el establecimiento de huertos biointensivos. En dicha comunidad seis productoras y productores participantes (hombres y mujeres) en el proyecto en cuestión, han establecido o están por establecer sistemas acuapónicos de diferentes

características en cuanto al tamaño de los estanques, las técnicas de operación de los sistemas (película nutritiva, camas con lecho inerte, placas flotantes) y a las expectativas respecto del destino de la producción y de que esta actividad se convierta en un ingreso económico y, en algunos casos, en ciertas etapas de evolución del proyecto en autoabastecimiento de alimentos frescos y nutritivos para la familia.

Al inicio del funcionamiento de los sistemas acuapónicos se tiene previsto introducir el cultivo de lechuga en la producción vegetal y la tilapia del Nilo, la especie piscícola. La especie vegetal ha sido cultivada en los huertos biointensivos por varios años por estos productores y la gran mayoría de los participantes del proyecto integral de traspatios, y la han incorporado como alimento en la dieta de las familias, por lo que tendrán pocos problemas para aceptarla como alimento producto de la acuaponía. La tilapia es una especie novedosa en cuanto a su cultivo, cuidados y consumo, no sólo de los productores de los sistemas acuapónicos en San Lorenzo Almecatla sino de los habitantes de todo el municipio de Cuautlancingo. Sin duda, la tilapia del Nilo tendrá mayores dificultades en cuanto a la producción, ya que en este aspecto los productores están aprendiendo sobre su manejo; pero quizás el mayor conflicto a la que se enfrentan los productores es la incertidumbre sobre la aceptación de parte de las familias para su consumo. Y también existen dudas sobre el consumo de la lechuga como producto de la acuaponía que, aunque es aceptada como hortaliza fresca en la dieta alimenticia de la población del municipio, siempre se ha consumido como producto de huertos biointensivos o huertos convencionales.

La aceptación de los productos resultantes de los sistemas acuapónicos es un aspecto primordial para la supervivencia y continuidad de los sistemas en cuestión, ya que de ello depende que éstos crezcan en tamaño, en cantidad de sistemas a establecerse y que puedan constituirse en una alternativa de captación de recursos económicos de las familias de los productores y, sobre todo, una opción para la incorporación de proteína animal. La aceptación de los productos de los sistemas acuapónicos y los aspectos que esperarían resolver los productores de dichos sistemas, se constituyen en expectativas a cumplirse con la innovación puesta en marcha en San Lorenzo Almecatla.

Los miembros del Campus Puebla del Colegio de Postgraduados, específicamente los integrantes de la Microrregión de Atención Prioritaria (MAP) Valles de Puebla, esperan que esta innovación sea factible de ser adoptada por una mayor cantidad de productores del proyecto de traspatios integrales para garantizar mejorar la nutrición de una mayor cantidad de pobladores del municipio para contribuir a lograr la seguridad alimentaria de una cantidad importante de familias del mismo.

El documento de la presente tesina es el producto en una gran proporción de un trabajo de investigación llevado a cabo en el área de estudio de la misma, la cual forma parte del municipio de Cuautlancingo, Puebla y que además forma parte de MAP Valles de Puebla del Colegio de Postgraduados. La investigación en cuestión se planteó como objetivos, los siguientes:

3.2 Objetivo General

Analizar los aspectos que favorecen la introducción de una nueva tecnología como la acuaponía con las y los productores de traspatio en San Lorenzo Almecatla, en términos de la aceptación de los productos de la misma por parte de sus familias, expectativas de los productores que ya han establecido o están por establecer sistemas acuapónicos y factibilidad de que la tecnología de dichos sistemas permanezca.

3.3 Objetivos Específicos

- 1) Identificar las características de los sistemas acuapónicos y de las familias que han instalado o desean instalar en sus traspatios las productoras y productores de San Lorenzo Almecatla como una alternativa para mantener la sostenibilidad y la integralidad del traspatio.
- 2) Conocer la aceptación de parte de las familias de las productoras y productores de sistemas acuapónicos del área objeto de estudio para consumir los productos resultantes de los sistemas acuapónicos (lechuga y tilapia) establecidos en sus traspatios

- 3) Identificar las expectativas de las y los productores que han establecido o están por establecer sistemas acuapónicos en San Lorenzo Almecatla en términos de crecimiento, volumen de producción y venta de los productos.

CAPÍTULO IV. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

En este capítulo se encuentran los conceptos utilizados para el desarrollo de la investigación, por lo tanto, se ha recurrido a diversos postulados, con el fin de tener una explicación teórica del planteamiento del problema para poder enfrentarlo de acuerdo a las diferentes perspectivas o enfoques que se han empleado con anterioridad.

En el apartado de la Agricultura Periurbana; se pretende definir el espacio físico y social que se encuentra entre las zonas urbanas y rurales, que a veces es difícil de identificar, sin embargo, tiene características que convierten en esta zona como espacios con grandes oportunidades. Después se describe a la Agricultura Periurbana en el Mundo y posteriormente a la Agricultura Periurbana en México, en ambos apartados se puede visualizar las semejanzas que hay entre las diversas zonas y se describen experiencias en la zona local del estado de Puebla.

Otro apartado es el de la Agricultura Familiar donde se mencionan las diferencias con la Agricultura Industrial y sus principales características. A continuación, se describe a la Seguridad Alimentaria, este concepto es de suma importancia para este trabajo de investigación ya que es un aspecto que se pretende mantener mediante la producción en traspatios y la mano de obra de las familias productoras.

Son tratados los conceptos de Aceptación, Factibilidad, Viabilidad y Acuaponía, ya que pueden confundirse entre sí, sin embargo, cada uno tiene significado específico y que son fundamentales tener claro para el desarrollo de esta investigación.

Finalmente, se desarrollan los conceptos de Traspatio, Innovación y Acuaponía, ya que el objeto de estudio se desarrolla con productoras y productores en huertos de traspatio, quienes se encuentran implementando una técnica innovadora, la cual es la doble producción, tanto hortícola como piscícola en sistemas acuapónicos, por lo tanto, es necesario tener la información de lo que tratan dichos sistemas.

4.1 Agricultura Periurbana

De acuerdo a Hernández (2016), en el espacio periurbano son visibles las tensiones generadas por los procesos de transformación del territorio, ya que es una transición entre la zona urbana y rural, donde se encuentran los usos que degradan el ambiente que rodea a la ciudad. Puede crear conflictos en el uso de suelo en el espacio periurbano que suponen una carga ambiental, social y económica.

De acuerdo con Yacamán (2018), la agricultura periurbana ha sufrido diversas transformaciones, desde mediados del siglo XIX, propiciado por la industrialización, con la aglomeración de grandes cantidades de habitantes en las zonas urbanas, donde se concentra el mayor consumo alimentario, situación que solicita la gestión de la planificación territorial. Para satisfacer la demanda alimenticia de forma saludable y cercana al consumidor, la agricultura periurbana tiene un papel importante en la dinámica socio económica de la región, ya que provee alimentos frescos y disminuye el costo generado por la transportación de los productos para comercializarlos.

En años recientes, la agricultura periurbana se le ha relacionado con el concepto de multifuncionalidad debido a las propuestas sobre su futuro y a las relaciones que forja con la sociedad tanto urbana como rural (Borelli; citado en Yacamán, 2018). La multifuncionalidad se refiere a que las actividades que se realizan no son sólo con el fin alimentario, sino que en el ámbito de las relaciones sociales y económicas son cada vez más fortalecidas y al mismo tiempo benefician al medio ambiente.

Las relaciones multifuncionales de la agricultura periurbana, también han impactado positivamente al hacer más eficiente los servicios que se llevan a cabo en el entorno urbano y rural, asegurando que se consigan objetivos en los ejes ambientales, sociales y económicos, que son del interés general de la comunidad, como se observa en el siguiente cuadro:

Tabla 1. Objetivos de los servicios de la agricultura periurbana

Eje ambiental	Eje social	Eje económico
<ul style="list-style-type: none">) Biodiversidad) Control biológico) Prevención de la erosión) Reciclaje de nutrientes) Ahorro de recursos naturales. 	<ul style="list-style-type: none">) Mejora de calidad de vida) Soberanía alimentaria) Identidad local) Permanencia del conocimiento local) Fortalecimiento del tejido social. 	<ul style="list-style-type: none">) Sistema agroalimentario local) Diversificación del empleo.) Autoproducción de alimentos.) Agroturismo) Flujo de recursos económicos en la comunidad

Fuente: Elaboración propia, basado en Yacamán (2018).

Desde el eje ambiental, la agricultura periurbana, respeta la biodiversidad de la zona, el control biológico se realiza sin agroquímicos, esta situación lleva a la agricultura orgánica, que también abarca el uso de abonos naturales, con residuos de otras áreas productivas del traspatio, es decir, se lleva a cabo el reciclaje de nutrientes. Estas acciones favorecen el ahorro de recursos naturales, la preservación y mantenimiento del ambiente.

En el ámbito social, la agricultura periurbana mejora la calidad de vida al obtener alimentos inocuos y nutritivos para la familia, les permite tomar decisiones sobre la cantidad y los tipos de alimentos a cultivar, es decir, ejercen la soberanía alimentaria, propicia la identidad local, al tener producción de acuerdo a sus costumbres y tradiciones alimentarias, por temporada e incluso de acuerdo a sus creencias religiosas, de esta forma también permanece el conocimiento local, los saberes siguen vigentes, al comunicarlos a las generaciones más jóvenes. Estas situaciones dan como resultado, el fortalecimiento del tejido social donde se practica la agricultura periurbana.

Finalmente, en el eje económico, al tener un sistema agroalimentario local, la población no padecería inseguridad alimentaria, tendría la posibilidad de diversificar las actividades que remuneren recursos ante situaciones de falta de oportunidades laborales, además

con la autoproducción de alimentos, tiene la oportunidad de proveer a su familia con alimentos variados, que permiten obtener nutrientes para mantener en buen estado su salud. Si después del consumo familiar, tiene producción excedente que puede comercializar, obsequiar o intercambiar con otras familias de su comunidad, fomenta el flujo de recursos económicos en la comunidad; además si en algún momento crea vínculos con instituciones para realizar actividades de agroturismo, también será otra actividad que podría generar recursos económicos.

4.1.1 Agricultura periurbana en el mundo

Hernández (2006), menciona que la agricultura periurbana provee alimento en grandes cantidades a los habitantes, no sólo de las zonas periurbanas, sino también a los urbanos y rurales, mediante diversos mecanismos de transacción, además de la venta, puede ser mediante el intercambio u obsequio. La producción es muy importante para la seguridad alimentaria de los consumidores que podrían padecer pobreza o encontrarse en situación vulnerable.

En América Latina, las familias gastan hasta el 80% del total de sus ingresos en alimentos y aun así padecen inseguridad alimentaria (Hernández, 2006). La agricultura periurbana puede ser una opción para autoabastecerse de alimentos frescos, inocuos con producción a bajo costo, además de permitir el autoempleo.

Estudios realizados por la FAO en 2015, señalan que se requiere una inversión de US \$500 para generar un puesto en agricultura periurbana transformándola en una actividad viable para personas en situación de vulnerabilidad, por ejemplo, mujeres, pobres, indígenas y con rezago educativo. Además, se podría agregar valor, al acumular experiencia en la comercialización, mediante la entrega a domicilio, alinear la producción a las tradiciones y costumbres de la zona.

4.1.2 Agricultura periurbana en México

Ávila (2019) consigna que, en México, las expresiones territoriales son cada vez más difusas en relación de las zonas urbanas y periurbanas, algunas formas tradicionales de producción aún persisten, como son las chinampas y se han creado redes de comercialización con restaurantes gourmet, para surtir de su valiosa producción orgánica. En el estado de Puebla, se han creado importantes espacios de producción agrícola periurbana para el abasto de mercados orgánicos, basado en la proximidad geográfica y las cadenas cortas. En la zona periurbana de Monterrey, Nuevo León, se han instaurado huertos que proveen a restaurantes gourmet. En el occidente, específicamente en Guadalajara, diversas universidades han encabezado programas de capacitación para establecer huertos en las zonas periurbanas. En los estados de Veracruz y Chiapas, la producción periurbana además de satisfacer las necesidades alimenticias la han conjugado con la recreación mediante la producción de especies vegetales ornamentales.

Como se observa en el párrafo anterior, la mayoría de los estudios son realizados en la periferia de grandes ciudades, y no se ha puesto atención en las ciudades medianas y pequeñas, y debido al crecimiento poblacional, también son obligadas de ser desarrolladas sustentablemente (Calderón y Soto, 2014).

4.2 Agricultura Familiar

De acuerdo al documento emitido por el Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA), la caracterización del concepto de la agricultura familiar tiene diversos enfoques, influido por la cultura, economía, situaciones medio ambientales y geográficas, por lo tanto existe una gran diversidad de definiciones, sin embargo, es posible identificar las características fundamentales, una de estas es aquella que define como la actividad agropecuaria que se realiza preponderantemente con el trabajo del productor y su familia (CEDRSSA, 2014).

Otra característica de la agricultura familiar, es la actividad que se lleva a cabo en el medio rural, con productos que se obtienen directamente de la naturaleza, donde los

familiares realizan varias actividades que pueden ser el cultivo de especies vegetales, cacería, ganadería, avicultura, pesca, silvicultura, acuacultura y apicultura, así da un amplio uso de la biodiversidad.

En relación al destino de la producción de la agricultura familiar, en primer lugar, es para satisfacer las necesidades alimentarias del núcleo, además de preservar saberes y costumbres con el consumo de plantas medicinales cultivadas por ellos mismos.

Además del autoconsumo, los productores pueden realizar intercambios o ventas de sus productos, en el mercado local, de esta forma, el tejido social es fortalecido, además de obtener recursos económicos.

Otra característica que da cuenta la referencia mencionada al principio de este apartado, es el tamaño de las superficies de producción, que generalmente son pequeñas, en comparación con la agricultura comercial, y puede tener variaciones gracias al tipo de terreno, clima, humedad, forma de riego, al utilizar el espacio disponible donde se utiliza la mano de obra de parte de los miembros de la familia.

La fuerza de trabajo familiar, generalmente es manual, determinada con el uso de herramientas como la pala, el machete, el azadón entre otras, además de usar insumos agrícolas de elaboración casera, como abonos hechos a partir de sus residuos orgánicos de otras áreas agroproductivas y del hogar, de esta forma, la agricultura familiar en varias ocasiones es también agricultura orgánica.

En cuanto a la tecnología aplicada en la agricultura familiar, son sencillas y eficaces, mediante la conservación de saberes tradicionales y conocimientos adquiridos por la experiencia vivida, reproducidas por generaciones a través de la práctica y la transmisión oral, por lo tanto, el agricultor familiar, tiene control sobre las tecnologías que utiliza, y esto le otorga altas posibilidades de modificarlas, perfeccionarlas e incluso adquirir nuevas tecnologías.

De acuerdo a SAGARPA y FAO (2012), y a Yúnez *et al.* (2013), la Agricultura Familiar se puede caracterizar, de acuerdo con su potencial productivo y económico, considerando tres niveles de integración:

- J) Agricultura Familiar de Subsistencia (AFS), aquella que es orientada exclusivamente al autoconsumo, tiene disponibilidad de tierras e ingresos insuficientes para garantizar la reproducción económica, provocando que parte de la superficie productiva sea rentada, además de que los miembros se ven en la necesidad de recurrir al trabajo asalariado y depender de apoyos gubernamentales. Este grupo ha sido caracterizado como en descomposición, con escaso potencial agropecuario y con tendencia a la asalarización mientras no varíe el acceso a activos y a dinamizar su demanda.
- J) Agricultura Familiar en Transición (AFT), cuenta con mayor superficie productiva que el grupo anterior, la producción obtenida se destina al autoconsumo y venta. Tiene actividades diversificadas, sin embargo, presenta dificultades para generar ingresos y producción suficientes para la reproducción familiar. Se encuentra en situación inestable respecto a la producción y es dependiente de apoyos gubernamentales para complementar sus ingresos, facilitar su acceso al crédito y a las innovaciones, así como lograr una eficiente articulación a los mercados.
- J) Agricultura Familiar Consolidada (AFC). Tiene sustento suficiente en la producción propia y venta en mercados locales, genera excedentes para la capitalización de la unidad productiva.

Como se observa, de acuerdo a esta tipificación, es posible identificar a una buena parte de las y los productores participantes en el proyecto de traspatios integrados, en plena evolución de una agricultura familiar de subsistencia a una agricultura familiar de transición (sobre todo los que han establecido los sistemas acuapónicos) y pretenden llegar al estrato de agricultura familiar consolidada.

4.3 Seguridad Alimentaria

En los años de 1970, surgió el concepto de seguridad alimentaria, para la siguiente década, se agregó la idea del acceso económico y físico y en la última década, fueron adicionadas las preferencias culturales y las características de la inocuidad y se reafirma como un derecho humano FAO (2011).

Para el Instituto de Nutrición para Centroamérica y Panamá, la seguridad alimentaria es el estado que las personas gozan del acceso físico, económico y social de los alimentos que necesitan para su adecuado consumo y aprovechamiento biológico, al mismo tiempo garantiza su estado de bienestar que coadyuva a lograr su desarrollo (FAO, 2011).

En 1996, la Organización de las Naciones Unidas, celebró la Cumbre Mundial de la Alimentación, y desde este evento se considera a la seguridad alimentaria cuando las personas, en todo momento tienen acceso a suficiente alimento seguro y nutritivo para poder llevar una vida activa y sana. En esa misma cumbre, 185 países reafirmaron la declaratoria del derecho de toda persona a tener acceso a alimentos sanos y nutritivos y a no padecer hambre.

Desde el punto de vista jurídico, el Estado, al firmar los convenios internacionales, tiene tres obligaciones básicas (Jusidman, 2014):

-) Respetar; no intervenir con acciones que afecten las posibilidades de que las personas produzcan sus alimentos o accedan legal, física o económicamente a estos.
-) Proteger; tomar medidas para que los particulares o las empresas no priven del acceso de las personas a una alimentación adecuada, ni a las generaciones futuras, además de que sean ofrecidos alimentos que pueden perjudicar a la salud y a una adecuada nutrición.
-) Facilitar; promover actividades que fortalezcan el acceso a los alimentos en caso de eventos fortuitos como desastres naturales o crisis económicas.

4.4 Aceptación

Martínez (2018) postula que la aceptación de un producto es la medida que sirve para expresar la penetración del mismo en un determinado mercado. Es importante conocer la aceptación que tendrá un producto, por lo tanto, se debe hacer estudios para poder determinar los gustos y preferencias de los consumidores, así como las tendencias de los clientes.

Los seres humanos pueden aceptar diferentes productos y generalmente, es una actividad impulsada para mejorar la calidad de vida, de diversas formas, en cuanto a la búsqueda o permanencia de mejorar la salud, el bienestar y la comodidad. Sin embargo, pueden ser aceptados productos nuevos del mercado también por los ideales de estar a la moda o tener el objeto de novedad. En este caso, los productos nuevos deben tener su estudio de obsolescencia y tiempo de permanencia en el mercado.

La aceptación de un producto nuevo es recibida en la sociedad de acuerdo al gusto, precio, expectativa, utilidad y otros sentimientos que motivan al consumidor y cliente para mejorar algún aspecto de su vida.

Si bien es cierto que a futuro las y los productores de sistemas hidropónicos en traspatio pretenden introducir al mercado los productos derivados de dichos sistemas, en una primera instancia se pretende que dichos alimentos sean aceptados por las familias de los productores, y posteriormente por la población en general de San Lorenzo Almecatla, ya que de ello dependerá que la incorporación de la proteína animal proveniente de la tilapia del Nilo y las cualidades de la especie vegetal (lechuga) sea del gusto de la gente y se puedan convertir en alternativas nutricionales. Un primer nivel para evaluar el gusto de la población por ambos alimentos lo constituye los miembros de las familias que han establecido los sistemas acuapónicos. Si la evaluación resulta positiva a dicho nivel, cabe la posibilidad de que dichos productos puedan convertirse en elementos esenciales de una mejor alimentación; pero también se crearían las condiciones para que en el futuro se pueda establecer un mercado de dichos productos, instalar otros sistemas acuapónicos y con ello contribuir a garantizar la seguridad alimentaria.

4.5 Factibilidad

De acuerdo con Quiroa (2020), la factibilidad determina la posibilidad de poder desarrollar un proyecto que se podría implementar, para que tenga resultados favorables, al establecer diferentes tipos de estrategias y alcanzar el éxito. El estudio de factibilidad permite conocer si es posible llevar a cabo el proyecto o no lo es, también permite identificar las condiciones ideales para realizarlo y cómo poder solucionar las posibles dificultades que se podrían presentar durante el desarrollo del proyecto.

Existen diferentes tipos de factibilidad que son descritos a continuación y que deben ser considerados al realizar un estudio sobre el particular:

4.5.1 Factibilidad operativa

Se relaciona con el personal que realizará el proyecto, al verificar las competencias laborales necesarias para llevarlo a cabo. Se debe considerar el grado de dificultad de las actividades a desarrollar, el miedo que podrían tener las personas que desempeñaran las labores, analizar si las personas van a poder adaptarse al cambio, si este se produce rápidamente, por último, evaluar si no se puede volver obsoleto en un corto lapso de tiempo y tener listos planes de contingencia ante cualquier eventualidad.

4.5.2 Factibilidad técnica

Evalúa si la infraestructura técnica que posee el proyecto, es decir, los conocimientos, habilidades, equipos, herramientas necesarias para poder responder favorable y eficientemente de acuerdo a la planificación, procedimientos, funciones y métodos involucrados en el proyecto. Estos recursos técnicos son aquellos que servirán de apoyo a otros como los productivos, comerciales o financieros.

4.5.3 Factibilidad económica

Se realiza un análisis exhaustivo de la relación costo beneficio del proyecto para sopesar ambos aspectos. Si se observa que los costos superan a los beneficios, la mejor opción es no desarrollarlo, sin embargo, es posible realizar cambios en el proyecto. Si, al contrario, los beneficios son mayores a los costos, la implementación del proyecto tendrá menos probabilidad de fracaso y pérdida.

4.5.4 Factibilidad comercial

Determina la posibilidad de que exista un número adecuado de clientes, quienes estarán dispuestos a consumir o utilizar los productos que el proyecto pretende ofrecer al mercado. Además, evalúa la logística de distribución y comercialización para saber si es adecuado a las necesidades del mercado. El estudio de factibilidad comercial permite conocer el sector mediante la recopilación de la información de los posibles mercados. Es importante obtener información sobre productos similares, así como los aspectos que lo dirigió hacia su éxito o fracaso

4.5.5 Factibilidad política y legal

Verifica que el proyecto por desarrollar cumpla con la normatividad aplicable, para evitar estar en contra de las disposiciones legales y que por lo tanto no resulte viable. También incluye los aspectos religiosos y culturales de la localidad donde se podría llevar a cabo el proyecto, es importante estudiarlos para evitar que se encuentren en desacuerdo con usos y costumbres.

4.5.6 Factibilidad de tiempo

Permite conocer si el tiempo que se ha planificado para llevar a cabo el proyecto coincide con el tiempo real que se necesita para ser implementado, considerando los factores mencionados con anterioridad, su disponibilidad y permanencia, así como la gestión de los mismos.

Finalmente, la factibilidad permite saber si un proyecto es posible realizarlo o lo contrario, también permite saber las dificultades que se pueden presentar y cómo poder salir adelante y permite visualizar las condiciones ideales para llevar a cabo el proyecto con éxito.

4.6 Viabilidad

Existe otro término que es utilizado en el ámbito empresarial, se trata de la viabilidad, de acuerdo a Kupferberg (2020), es un análisis que tiene la finalidad de conocer la probabilidad de llevar a cabo un proyecto con éxito, es el aspecto más importante antes de iniciar un proyecto, mediante el estudio de viabilidad, es posible vislumbrar la duración, los recursos necesarios, la forma en cómo se iniciará, continuará e incluso finalizará exitosamente un proyecto.

Las ventajas de realizar estudios de viabilidad son las siguientes:

-) Permite concentrarse en los aspectos más importantes del proyecto para abordarlo completamente.
-) Los aspectos esenciales son priorizados.
-) Optimiza resultados y establece nuevas alternativas eficaces.
-) Determina los momentos para continuar y finalizar.
-) Recopila información de calidad para la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo.
-) Incrementa las probabilidades de éxito actual y a futuro.
-) En caso de ser necesario, asegura el acceso a financiamiento.

Tanto González *et al.* (2017) como Rus (2020), mencionan los siguientes tipos de viabilidad:

4.6.1 Viabilidad técnica

Que se refiere a las posibilidades tecnológicas para llevar a cabo el proyecto, incluye la optimización de los recursos para crear productos atractivos para el mercado, mediante el análisis comparativo de ventajas y desventajas de los productos que se encuentran disponibles en el mercado local o donde se llevará a cabo la comercialización.

4.6.2 Viabilidad económica y financiera

Contar con los recursos económicos suficientes para llevar a cabo la idea y que aporte beneficio a la organización. Además, conocer cuáles son las partes con las que se financiará el proyecto, con recursos propio o ajenos, este último puede ser mediante préstamos y precisa de evaluar diversas opciones. Puede realizarse mediante la recopilación de información cuantitativa para la determinación del aspecto monetario, así como también la búsqueda y comparación de los materiales que se adaptan al presupuesto con el que se cuenta.

4.6.3 Viabilidad comercial

Es necesario estudiar a que mercado va dirigido el producto, la forma en cómo será distribuido y almacenados los productos además de la aceptación por parte de los consumidores y hacer proyecciones de ventas lo más realistas posible, sin caer en excesos optimistas, analizando el contexto socioeconómico donde será comercializado.

4.6.4 Viabilidad ambiental

Es la capacidad de supervivencia del medio natural, en los sistemas de agro negocios, se refiere a la sustentabilidad, es decir, que sea respetuoso con los recursos naturales actuales, que permitan cubrir sus necesidades actuales, sin poner en riesgo los recursos que necesitaran las generaciones futuras.

4.6.5 Viabilidad social

Cuando un proyecto tiene impacto positivo en beneficio de un conjunto de personas, y puede medirse no sólo de forma directa, sino también en función de lo que se puede materializar a largo plazo. En caso de que sólo se tenga ventajas para unas cuantas personas, deja de tener viabilidad social, y se convierte en exclusivo.

Un estudio de viabilidad es conveniente para evidenciar las ventajas y desventajas de un proyecto, en este caso se trata de la implementación de sistemas acuapónicos en los

traspacios periurbanos de San Lorenzo Almecatla. De esta forma se podrá saber cuáles son los aspectos en lo que se deberá hacer énfasis y cómo actuar, además, al analizar el mercado donde se ofrecerán los productos y poder así gestionar los riesgos. Otro aspecto de estudiar las alternativas y estructuras con las que se cuenta, tiene la finalidad de determinar la cantidad de recursos disponibles y poder definir el alcance que se tendrá, finalmente se evalúan los costos de cada etapa que intervienen y será posible evaluar que tan buena o mala puede ser esa inversión.

De acuerdo al artículo de la página de internet Impulsa popular (2015) los conceptos de factibilidad y viabilidad, son diferentes, sin embargo, tienen una estrecha relación y dependen uno del otro. El primero se refiere a la posibilidad de hacer un proyecto, una vez hecho ese estudio, se puede analizar si es viable, es decir, que sea atractivo desde sus diferentes aristas, es decir, que se recuperará la inversión y se obtendrá una ganancia.

Por supuesto, no es posible tomar al pie de la letra los postulados que sobre las nociones de factibilidad y viabilidad se mencionan párrafos arriba, ya que en un elevado porcentaje se aplican a proyectos de tipo empresarial, y el caso de la instalación de los sistemas acuapónicos de la presente investigación se lleva a cabo con agricultores familiares de subsistencia, que posiblemente se encuentren en vías de evolución a una agricultura de transición. Esta última circunstancia hace que este tipo de productoras y productores tengan una lógica económica y productiva apegada a la cultura campesina: de emplear lo que mayormente tienen (fuerza de trabajo familiar), el apoyo mutuo y cooperación en el trabajo de otros miembros de la comunidad, hacer uso al máximo de materiales y recursos locales, aprovechar hasta donde sea posible materiales de desecho (reciclaje), establecer proyectos chicos e irlos desarrollando lentamente. No obstante, una vez que se tenga producción de tilapia y lechuga buscaran comercializar dichos productos, y es en dicha circunstancia que se requerirá tomar en cuenta algunos aspectos de viabilidad económica y financiera, comercial y técnica principalmente

En el caso de las y los productores de traspatio, es necesario mencionar que el proyecto de implementación de sistemas acuapónicos es altamente factible, ya que dichos

sistemas objeto de estudio ya han sido parcialmente establecidos; en los cuales (principalmente en la instalación de los estanques) se ha utilizado la mano de obra de la familia y otros miembros de la comunidad, aprovechando materiales locales y algunos de desecho (arena, ladrillo y otros). El que ya se hayan instalado los sistemas acuapónicos da cuenta de su factibilidad, pero ello no garantiza de que sean viables, principalmente desde el punto de vista económico, que los productos sean atractivos y que la inversión que se ha realizado para la instalación y operación sea devuelta, y que además se pueda obtener ganancia.

4.7 Expectativa

Westreicher, (2020) menciona que la expectativa se puede entender como la aspiración a cumplir un determinado propósito u objetivo. Este término es diferente a la esperanza, ya que esta no tiene un sustento, puede ser un simple deseo, es decir, que la expectativa tiene una base, por lo tanto, es un supuesto racional que no responde a la fe ni al deseo.

Pelegrín, *et al.* (2016), postulan que las expectativas son un concepto complejo, ya que el consumidor puede tener expectativas sobre la categoría de un servicio y al mismo tiempo sobre un proveedor específico, además, esta conceptualización es circunstancial y relativa a un momento temporal. Por lo tanto, integró diez tipos de expectativas de manera estructurada en cuatro enfoques:

Tabla 2. Tipos de expectativas de acuerdo a los cuatro enfoques de Pelegrín

Primer enfoque: Comparación	
Expectativas normativas	Es lo que el cliente considera que debería ser, representan el nivel de servicio o producto que debería proporcionar el vendedor respecto a la calidad.
Expectativas justas o merecidas	Es el nivel de servicio o producto que el cliente considera que le deben suministrar de acuerdo a los costos asociados.
Expectativas predictivas	Es el cálculo objetivo que un cliente realiza sobre lo que espera en situaciones concretas.
Segundo enfoque: Cantidad ideal	
Expectativas vector	Es la cantidad ideal que al cliente le gustaría le suministraran, hace referencia a los atributos en los que la cantidad ideal que el cliente requiere es infinita.
Expectativas de punto ideal	Es la cantidad ideal que al cliente le gustaría que le suministraran, hace referencia a los atributos en los que la cantidad ideales finita.
Expectativas de punto ideal alcanzable	La cantidad ideal es también factible.
expectativas de punto ideal clásico	Son aquellas que actualmente no son alcanzables por ningún suministrador.
Tercer enfoque: Niveles	
Expectativas deseadas	El nivel de servicio alcanzable que el cliente desearía que le suministraran, constituyen el nivel más alto de desempeño que un cliente considera que es alcanzable por los suministradores.
Expectativas adecuadas	Es la mínima cantidad de servicio que el cliente considera que debe ser esperada, reflejan el nivel mínimo de calidad de servicio o producto que un consumidor espera del suministrador.
Cuarto enfoque: Momento de valoración	
Expectativas iniciales o previas	Es lo que cliente espera antes de comenzar el servicio o el producto.
Expectativas próximas o intraencuentro	Es lo que el cliente espera una vez que ha comenzado el servicio o el uso del producto y antes de que termine.

Fuente:Elaboración propia a partir de Pelegrín *et al.* (2016).

De acuerdo a Pelegrín *et al.* (2016), es importante identificar y definir las expectativas para conocer el estándar a utilizar para medir correctamente los distintos aspectos de la calidad del producto y del servicio, así como la satisfacción que obtiene el cliente. Las expectativas no son estables en el tiempo, ni en el individuo, por lo tanto, la gestión de los momentos en que el cliente y proveedor están en contacto son relevantes para obtener la certeza en la medición de la satisfacción del consumidor.

Las expectativas tienen limitaciones, Chen (2010; citado en Pelegrín *et al.*, 2016), considera que es más adecuado el uso de la calidad de la experiencia como factor determinante de la satisfacción, basado en que la calidad del servicio se refiere al desempeño de los atributos desde un punto de vista objetivo, mientras que la calidad de la experiencia se refiere a la respuesta psicológica del individuo y es más subjetiva.

4.8 El Traspatio

Para estudiar al traspatio, es necesario considerarlo como un agroecosistema (González *et al.*, 2014) donde el grupo familiar campesino decide la producción que obtendrá mediante la relación de las diversas especies vegetales, animales, junto con los recursos hídricos, suelo, herramientas y equipos. Es entonces, el traspatio, un pedazo de naturaleza impactado por el ser humano donde se interrelacionan permanentemente los elementos agrícolas y pecuarios para proporcionar recursos alimenticios, energéticos y económicos para permitir la supervivencia de los elementos de la familia.

Por lo tanto, el traspatio tiene un papel importante en la dinámica de la agricultura familiar, al sobreponerse al acceso limitado de tierra, recursos y capital, utilizando la mano de obra de los integrantes de la familia, permite complementar con otras actividades no agrícolas (Duché *et al.*, 2017).

En el traspatio, se pueden producir hortalizas, plantas medicinales, aromáticas ornamentales y frutales, además la crianza de la pequeña ganadería, contribuyendo tanto las especies animales como las vegetales a obtener alimentos que complementan la dieta familiar. Desde la perspectiva ecológica, es la interacción de los elementos

bióticos y abióticos en una relación simbiótica y que permite el reciclaje de nutrientes (González *et al.*, 2014). Por lo tanto, surge otro concepto que forma parte inherente del traspatio, agroecología, que es definido como la aplicación de principios ecológicos al diseño de manejo de sistemas de agricultura sostenible (Gliessman, 2002). Consecuentemente, en los traspatios son aplicados los métodos agroecológicos para el combate, control y prevención de plagas, incorporación de materia orgánica para restituir la fertilidad del suelo, así se evita con esto, el uso de sustancias químicas derivadas de combustible fósil, obteniendo producción libre de estas.

En el traspatio integrado se propicia un intenso reciclaje de materiales y subproductos (desechos) de las especies animales y vegetales que conforman este pequeño agroecosistema; además del aprovechamiento de los desechos domésticos que utiliza la familia para la preparación de sus alimentos, los cuales son utilizados para incorporar como materia orgánica al suelos de labor o bien para producir lombricomposta o lixiviado y así obtener materia orgánica de alta calidad para mejorar el suelo de labor. Como agroecosistema, el traspatio establece un conjunto de interrelaciones entre los elementos que lo constituyen; a manera de ejemplo y sin la pretensión de ser exhaustivos, diremos que: los residuos generados en los cajones de siembra o camas biointensivas y, en sí, de las plantas cultivadas en el traspatio son aprovechados como alimento para las especies animales; los estiércoles subproductos de la pequeña ganadería que se aloja en el traspatio enriquecen la composta con materia orgánica de alta calidad (y evitando la aplicación de fertilizantes de síntesis) con la cual se nutrirá la tierra donde se realiza la producción de especies vegetales. Por lo tanto, se establece una interrelación entre los dos subsistemas principales que constituyen el traspatio, el subsistema agrícola y el subsistema pecuario; de esta manera, haciendo uso del reciclaje, de practicar el policultivo cuando establece huertos biointensivos se propicia una diversidad biológica y con la ayuda mutua y cooperación de los integrantes de la unidad de producción familiar se produce una sustentabilidad en la producción de alimentos del agroecosistema traspatio.

En el municipio de Cuautlancingo, desde el año 2015, la Regiduría de Agricultura y Ganadería firmó un convenio con el Campus Puebla del Colegio de Postgraduados con

el fin de colaborar en la capacitación de personas interesadas mediante convocatoria abierta a implementar huertos en sus traspatios. Son alrededor de 150 huertos los que actualmente son productivos, algunos con tal éxito que no son únicamente de subsistencia, sino que ya comercializan sus productos, tanto vegetales como animales.

Debido a la madurez obtenido por algunos productores de traspatio en dicha comunidad, que se interesaron en la adopción de una nueva tecnología, eligieron la acuaponía con el fin de producir peces y hortalizas sin uso de tierra.

Como se puede observar en los párrafos anteriores, la producción de alimentos en traspatios integrados, han tenido impacto favorable tanto para la sobrevivencia de personas en situación vulnerable, como para el cuidado del medio ambiente.

4.9 Innovación

Para varios productores de la agricultura familiar y de traspatio, puede haber cierta resistencia a modificar las tecnologías que han utilizado por varios años, sin embargo, al ser influenciados por la promoción y demostración de nuevas tecnologías, que faciliten sus labores, mejoren su productividad y permitan diversificar su producción, pueden ser proclives de incorporarlas. El reto es la forma en cómo se pueden introducir esas nuevas tecnologías (CEDRSSA, 2014).

De acuerdo a Medina y Espinosa (1994; citados en Delgado y Escobar, 2009:18), la raíz etimológica del término innovar proviene del latín *innovare*, que quiere decir cambiar o alterar las cosas introduciendo novedades, y proporcionan la definición como “La innovación es el proceso de integración de la tecnología existente y los inventos para crear o mejorar un producto, un proceso o un sistema”. Por otra parte, Elser (1992, citado en Delgado y Escobar, 2009:18), menciona que “la innovación es la producción de un nuevo conocimiento tecnológico diferente de la invención que es la creación de alguna idea científica teórica o concepto que pueda conducir a la innovación cuando se aplica el proceso de producción”.

Desde un punto de vista económico, la innovación consiste en la consolidación de un nuevo producto, proceso o sistema mejorado (Freeman, 1982; citado en Delgado y Escobar, 2009).

Conforme a Castro y Fernández (2001), y la revisión que realizaron sobre las innumerables definiciones publicadas del término innovación, pueden afirmar que es el proceso que se realiza con un enfoque sistémico, requiere asociaciones y vínculos entre diversas áreas del conocimiento, para poder así, implementar y que mejore el funcionamiento en las formas de hacer las cosas basado en ideas creativas y transformadoras, que buscan extrapolar mejoras con éxito al mercado, con los productos, los procesos y los servicios para obtener un impacto positivo en los ejes económico, social o ambiental.

El desarrollo de una nueva tecnología, de acuerdo con Delgado y Escobar (2009), es el resultado de un proceso de aprendizaje interactivo y selectivo, es decir, es un proceso integral, donde interaccionan: la generación de una novedad, la toma de decisiones y la apropiación. Este proceso involucra actores del sector generador de conocimientos como a los del sector productivo, cada uno con roles importantes, y que, al desempeñarlos de manera eficiente, se puede lograr el éxito, mientras se adaptan al sistema social, ambiental y económico. Es también un proceso participativo y es el resultado de la creatividad entre personas que tienen la decisión de desarrollar una idea que, aunque en un principio sea inmadura, la interacción entre los diversos actores colabora a mejorarla.

Por otra parte, el Manual de Oslo, que es una guía para la realización de mediciones y estudios de actividades científicas y tecnológicas, editado por la OCDE y EUROSTAT, es un referente internacional que define conceptos y clarifica las actividades consideradas como innovadoras.

Es un documento que ha evolucionado respecto a cada edición; en la primera edición, del año 1992, la innovación está orientada por la ciencia y la tecnología, es decir, la innovación centrada en los productos y los procesos. La segunda edición, en 1997, refiere que la innovación se produce en las empresas, pero puede ser tecnología, los

productos y procesos, o no tecnológica; la organización y comercialización, marketing, liderazgo del gestor de innovación, calidad. La tercera edición, emitida en 2005, consigna que la innovación está centrada en las personas, no sólo en las empresas, sino también en las administraciones públicas y en general en todos los ámbitos económicos y sociales, con el objetivo de hacer frente a los retos futuros.

De acuerdo al Manual de Oslo, en su cuarta edición, la innovación es “un nuevo o mejorado producto o proceso, o una combinación de ambos, que difiere significativamente de los productos o procesos previos de la unidad institucional y que ha sido puesto a disposición de potenciales personas usuarias (productos) o implementado en la unidad institucional (proceso)”. Se refiere a cualquier unidad institucional de cualquier sector, incluido hogares y sus miembros individuales (OCDE, 2018:45).

La cuarta edición del manual de Oslo elimina la distinción entre la innovación tecnológica y la no tecnológica, con esta idea en la mente, se tiene que una innovación puede ser la combinación de varios tipos de innovaciones de producto y proceso, a saber:

Innovación de producto; es un bien o servicio nuevo o mejorado que difiere significativamente de los bienes o servicios previos de la empresa y que ha sido introducido en el mercado.

Innovación de proceso; proceso de negocio nuevo o mejorado para una o más funciones de negocio que difiere significativamente de procesos de negocio anteriores de la empresa y que ha sido implementado en la empresa.

Las actividades innovadoras son aquellas actividades financieras de desarrollo y de comercialización, llevadas a cabo por la empresa, que tienen por objetivo resultar en una innovación para la empresa, la cuales, para poder innovar, señala el manual de Oslo en su cuarta edición, las actividades a realizar son:

1. Investigación y desarrollo experimental, (I + D), es decir, la investigación científica y el desarrollo tecnológico.
2. Ingeniería, diseño y otros trabajos creativos.

3. Marketing e imagen de marca.
4. Formación a empleadas y empleados.
5. Desarrollo de software y base de datos.
6. Relacionadas con la adquisición de activos tangibles.
7. Gestión de la innovación.

El manual de Oslo (2018), presenta diferentes categorías de innovaciones:

-) Incremental; cuando se agrega o quita, combina, resta o suplanta, una parte a un producto o servicio.
-) Disruptiva/radical; cuando se incorpora al mercado un producto o servicio que en sí mismo es capaz de generar una categoría.
-) Nuevos productos: productos que son nuevos, tanto para la empresa que los desarrolla como para el mercado que los usa.
-) Productos me-too; nuevos para la empresa, pero no para el mercado.
-) Desarrollo de línea: productos que son nuevos para el mercado, pero no para la empresa.

Ahora bien, los productores de sistemas acuapónicos sujetos del presente estudio, son campesinos tradicionales que están implementando una innovación que podemos llamar progresiva o incremental, no es un empresario que utilice una innovación disruptiva o radical, proveniente de laboratorios o centros de investigación; la innovación de los sistemas acuapónicos objetos de estudio es tecnología que los productores van adaptando gradualmente y que han modificado a través de prueba y error a través del tiempo.

La instalación de los sistemas acuapónicos implica actividades que se realizan en las unidades de producción familiares, están bajo la gestión y administración de una familia que aporta trabajo a dichas unidades y, al igual que en la agricultura familiar, se privilegia el uso de la mano de obra familiar. Por lo que se puede afirmar que los productores de dichos sistemas en San Lorenzo Almecatla los han puesto en operación para tener una

f fuente de proteína animal, en primera instancia para el autoconsumo, y si es posible llevar los productos de la acuaponía a la primera etapa de comercialización (venta directa) en sus diferentes modalidades.

4.10. Acuaponía

Existen documentos que muestran que, en China en el siglo IX, en la siembra del cultivo de arroz en campos inundados, donde introdujeron peces, esta técnica de agricultura integrada es conocida como acuaponía temprana (FAO, 2004). Este tipo de sistemas se extendió a otras regiones de Asia y se utilizaba para complementar la alimentación de los habitantes agrícolas y de otras regiones, mediante la agricultura integrada.

En la región de Mesoamérica, según González y Torres (2014), en el primer cuarto del siglo XII, existió en la zona central y sur de lo que hoy es la República Mexicana, la civilización Azteca, quienes mantenían estrecha relación de su religión con la actividad agrícola. Dentro del territorio que ocupaban, actualmente en el sur de la Ciudad de México, se encuentra el lago de Xochimilco, donde dio origen a una técnica agrícola denominada Chinampas, derivado de una escasez de alimentos, el primer señor xochimilca; Acatonalli, propuso colocar sobre los canales, varas y encima limo, ancladas con las raíces de los árboles locales, para formar dichas chinampas y empezaron a producir maíz, frijol, calabaza y chile, además el agua contenía fauna de agua dulce, por lo que también, dio inicio de la agricultura integrada en el Continente Americano. Los desechos de los peces nutrían el agua y la parte sólida que se sedimentaba, era recuperada para fertilizar a las plantas que se encontraban sembradas sobre las chinampas (Díaz, 2006).

Como se puede observar, a pesar de que la acuaponía tiene antecedentes de cientos de años, es hasta la década de los años de 1970 del siglo pasado, cuando es impulsada con mayor fuerza (Caló, 2011), mediante las investigaciones realizadas por el Instituto de Nueva Alquimia (New Alchemy Institute) fundado por el Dr. Todd y el Dr. Mc Murtry y así desarrollaron la agricultura moderna orgánica y el concepto de acuicultura sostenible.

En 1978, el Dr. Lewis fortaleció los conocimientos de la acuaponía al comprobar que los subproductos orgánicos, es decir, las excretas de los peces tienen un gran valor nutricional para las plantas. En 1980, en la Universidad de Carolina del Norte, el Dr. McMurty, junto con el Dr. Sanders, crearon los sistemas acuapónicos con sustratos de arena en camas (Nelson, 2007).

Hasta mediados de la década de 1990, el Dr. Rakocy, de la Universidad de las Islas Vírgenes, desarrolló el uso de camas profundas con tilapias y tomate, observando que una de las principales fortalezas de este sistema, es que los módulos de producción pueden ser adaptados a cualquier tamaño y el espacio productivo es mínimo comparado con la producción obtenida, aportando grandes beneficios socio económicos.

En México, en el año 2001, la Universidad de Guadalajara realizó pruebas con sistemas experimentales utilizando tilapia y langosta australiana combinando con pepinos, tomate y lechugas. En 2004, en Baja California se funda la empresa Acuicultura del Desierto con la producción de trucha arcoíris, tilapia, hortalizas y especies aromáticas. En 2011, el Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada experimentó exitosamente un sistema de recirculación acuícola combinando tilapia y fresa (Gómez *et al.*, 2015).

La acuaponía es la producción integrada que combina técnicas de acuicultura e hidroponía, es decir, el cultivo de peces y de vegetales en agua, respectivamente, aprovechando las excretas de los peces y el alimento que no consumen, para enriquecer el agua y que constituyen nutrientes para las plantas, quienes, al absorber esas sustancias, limpian el agua, la cual regresa al estanque de peces con características que son óptimas para los peces.

Los sistemas acuapónicos recirculan el agua, por lo tanto, el ahorro del líquido vital es importante, ya que se repone mensualmente, un promedio del 10% del total del agua del sistema, que se pierde por absorción de las plantas y evaporación (Candarle, 2014).

De acuerdo con el mismo autor, existen tres diferentes tipos de sistemas acuapónicos (Ibid):

1. Película Nutritiva; o NFT por sus siglas en ingles de nutrient film technique, es el más conocido y parecido a la hidroponía convencional, las especies vegetales se encuentran sembradas en tuberías con agujeros, se crea un circuito donde pasa el agua constantemente. Esta técnica permite tener arreglos de forma piramidal, ascendente u horizontal.
2. Placas Flotantes, las plantas se colocan en placas de unicel con agujeros, en vasos ranurados, para que las raíces estén en contacto con el agua mientras las placas flotan. En este sistema es recomendable tener aireadores bajo las placas para suministrar el oxígeno necesario, ya que las placas evitan la aireación del agua.
3. Lecho Inerte; es el sistema más económico ya que el mismo lecho se utiliza como filtro mecánico y biológico y donde también se realiza la siembra de las especies vegetales. Además, es el que recomiendan los expertos y se puede empezar a utilizar este tipo de sistema acuapónico porque es de más fácil operación, mediante el uso de campanas sifón.

Los sistemas acuapónicos de referencia, aunque diferentes, tienen en común las siguientes características:

-) Estanque para peces, la capacidad está estrechamente relacionado con la cantidad de peces que albergará y la superficie de cultivo vegetal.
-) Tienen un filtro mecánico que elimina los residuos sedimentales o de mayor tamaño.
-) Usan un filtro biológico donde se encuentra material inerte donde se crea la película con la colonia de bacterias nitrificantes, encargadas de convertir la materia orgánica, amoníaco y nitrito en amonio y nitrato respectivamente para que las plantas absorban dichos nutrientes fácilmente.
-) Los módulos de los sistemas acuapónicos son versátiles, se pueden adaptar al espacio disponible en el traspatio, tener rendimientos de doble producción, vegetal y animal, por lo que es ideal en lugares donde la tierra agrícola no es tan fácil conseguir o es pobre en nutrientes, el agua es escasa. Además, se puede adaptar

de acuerdo a las necesidades, capacidades, recursos disponibles de cada productor de traspatio.

-) En los módulos se puede transportar el agua con ayuda de la gravedad, utilizando pendientes, diversos diámetros de tubería con el fin de utilizar al menos una sola bomba impulsora de agua.
-) El material con lo que se fabrican los sistemas acuapónicos, pueden ser tanques o contenedores reutilizables, es decir, representa un ahorro considerable al no tener que adquirir materiales nuevos o de alto costo.
-) El agua puede oxigenarse mediante el uso de caídas de agua con distancia considerable y rompimiento del chorro en piedras u otros materiales. Aunque en algunos casos es necesario invertir en aireadores o sopladores de aire, que son equipos que permiten suministrar de oxígeno del aire al agua.

4.11. La Acuaponía como Estrategia de Producción en Traspatio

A modo de conclusión de este capítulo, es posible observar que las actividades de la agricultura familiar de traspatio permiten, no solamente proveer alimentos frescos, sanos, inocuos, suficientes y de calidad para cubrir los requerimientos de los miembros de la familia; sin embargo, también se enfrentan a los cambios y con la posible venta de sus excedentes o la producción planeada para este fin, la unidad familiar se transforma en pequeñas empresas familiares con nuevos retos para la aceptación de sus productos con alta competitividad, es por ello que deben estudiar la viabilidad y factibilidad de implementar innovaciones tecnológicas, como lo es la acuaponía en sus traspatios integrados.

De acuerdo a lo anterior, es posible observar que la seguridad alimentaria se puede obtener mediante la producción de alimentos en el traspatio y que la implementación de la acuaponía en estos, pone a las y los productores en el reto de adoptar una innovación que puede generar nuevas expectativas en cuanto al futuro de su respectivo traspatio. Por lo tanto, es necesario tener en mente los elementos que hacen viable la implementación y permanencia de dicho sistema, tanto en la producción como en la

comercialización, para que evolucionen de agricultores familiares en transición a consolidados.

Ahora bien, los productores de sistemas acuapónicos sujetos del presente estudio, son campesinos tradicionales que están implementando una innovación que podemos llamar progresiva o incremental, no es un empresario que utilice una innovación disruptiva o radical, proveniente de laboratorios o centros de investigación; la innovación de los sistemas acuapónicos objetos de estudio es tecnología que los productores van adaptando gradualmente y que han modificado a través de prueba y error a través del tiempo.

La instalación de los sistemas acuapónicos implica actividades que se realizan en las unidades de producción familiares, están bajo la gestión y administración de una familia que aporta trabajo a dichas unidades y, al igual que en la agricultura familiar, se privilegia el uso de la mano de obra familiar. Por lo que se puede afirmar que los productores de dichos sistemas en San Lorenzo Almecatla los han puesto en operación primero para tener una fuente de proteína animal, en primera instancia para el autoconsumo, y si es posible llevar los productos de la acuaponía a la primera etapa de comercialización (venta directa) en sus diferentes modalidades. Empero, dicha comercialización incorporaría medios accesorios como el internet y entrega bajo pedido, aspectos que ya han estado manejando productores de los traspatios integrados en la comunidad de San Lorenzo Almecatla, propiciado por la pandemia del COVID 19.

CAPÍTULO V. METODOLOGÍA

Este trabajo, debido a la naturaleza de la captura de datos e información es de tipo cualitativo con herramientas tales como aplicación de entrevistas y la investigación acción participativa mediante la visita y acompañamiento a las y los productores que fueron seleccionados, de acuerdo al interés que mostraron al proponer la instalación de sistemas acuapónicos en sus respectivos traspatios. Puede ser considerado también, como un estudio de caso de tipo descriptivo, ya que fue realizado durante la primera experiencia que tuvieron dichos productores y productoras.

La información de campo, se obtuvo en los meses de enero a junio de 2020 y de septiembre de 2020 a abril de 2021, mediante la recopilación de las experiencias vividas en un diario de campo, talleres participativos, entrevistas estructuradas y semi estructuras, así como la observación por parte de quien suscribe este trabajo.

5.1. Área de Estudio

La investigación se llevó a cabo en la Junta Auxiliar de San Lorenzo Almecatla, del municipio de Cuautlancingo en el estado de Puebla, se encuentra al noroeste de la capital de dicha entidad federativa, colinda también al norte con el estado de Tlaxcala. Es considerada como una zona periurbana, con vocación hacia la agricultura y es un área vecina del corredor industrial Finsa, donde se encuentra la planta armadora de vehículos Volkswagen y sus diversos proveedores. Esta junta auxiliar, es favorecida por la cercanía con importantes vías de comunicación terrestre, la primera, es el periférico ecológico, que permite rodear a la Ciudad de Puebla, y la segunda, la autopista México-Orizaba, que comunica al estado de Veracruz con el centro de la República Mexicana.

En San Lorenzo Almecatla, y en sí el propio municipio de Cuautlancingo, en los últimos años ha experimentado un gran crecimiento demográfico debido a la construcción de diversos fraccionamientos habitacionales, con población proveniente de la Ciudad de Puebla o del estado de Tlaxcala, ya que son hogares residenciales a costo asequible y relativamente cercano a los sitios mencionados. Estas personas requieren de bienes y

5.2. Población Objetivo

Esta investigación se enfocó en los socios de la Cooperativa “El Porvenir”, de acuerdo con Pérez (2019), la agrupación inició a principios del año 2015, a la par del proyecto de traspatios integrales promovido por el Campus Puebla del Colegio de Postgraduados en coordinación con la Regiduría de Agricultura y Ganadería del municipio de Cuautlancingo. Para el año 2016, se conformó de manera informal dicha asociación, con el fin de producir y vender hortalizas en conjunto con la participación de tres productores de traspatio. A mediados del año 2017, se incorporó un estanque de geo membrana para la producción piscícola y además de jaulas para producción cunícola. En 2018, la cooperativa fue beneficiada con un crédito con el cual se pudo adquirir un invernadero. En 2019 se integraron más socios a esta y se le dio mayor formalidad, aunque continuó sin reconocimiento legal.. En 2020, la cooperativa cambio de sede, donde inició en la calle Aldama No. 112, Colonia 15 de septiembre en San Lorenzo Almecatla, hacia la calle Río Frío sin número, donde habita la socia con mayor participación de la Cooperativa “El Porvenir” y es una persona clave en dicha comunidad.

De la experiencia que tuvieron los socios, en 2017 se despertaron diversos intereses por la producción en acuaponía; sin embargo, se presentaron las opciones de mantener actividades integrales, es decir, que involucra tanto especies animales como vegetales, es por esto, que la acuaponía fue una innovación que podría ser aceptada por las y los productores de traspatio.

Del conjunto de socios de la Cooperativa “El Porvenir”, interesados en establecer los sistemas acuapónicos fueron seleccionados 6, que tenían características similares, como son: conocimientos y experiencia de más de tres años en la producción en traspatio, espacio físico suficiente para instalar el módulo del sistema acuapónico, algunos de ellos ya contaban con estanques o estructuras similares, preferencia y gusto por los peces, entusiasmo por tener producción acuapónica, necesidad de diversificar tanto la alimentación como interés por su comercialización.

5.3. Técnicas Metodológicas

Las diferentes técnicas metodológicas son herramientas indispensables para llevar a cabo una investigación, debido a que permiten sistematizar la investigación para lograr los objetivos de la misma, previamente establecidos, además de que permite establecer el desarrollo de la investigación con orden, alineado al mismo tiempo con el marco teórico.

5.3.1. Proceso participativo

Es importante reconocer que la participación, es una necesidad humana que conecta con el ser, tener y estar de las personas que ejercen esta actividad. Cuando se promueve la participación de las personas de una comunidad, las posibilidades de transformación se fortalecen tanto a nivel individual como colectivo, además, genera niveles crecientes de autonomía e independencia para el mejoramiento integral de sus condiciones de vida. La metodología participativa para la intervención social, se encuentra estrechamente relacionada con cada una de las etapas del proceso de aprendizaje, de esta forma, se garantiza la efectividad, unidad e integridad para los aspectos que se pretenden sean aprendidos (Abarca, 2016).

De acuerdo a Naimanovich (2014; citado en Abarca, 2016), la metodología participativa pretende descifrar desde el interior de los procesos al hacer de las actividades espontáneas de las personas, un proceso consciente, debido a que implica esfuerzos permanentes y sistemáticos de análisis, estudio, reflexión de la realidad, de los proyectos y prácticas en las que se está trabajando. Por lo tanto, plantea que es necesario dejar de lado los modelos predeterminados y universales, para construir un conocimiento vivo, situado, multidimensional y complejo, que pueda aportar herramientas para entender la complejidad, al ser conscientes de que todo conocimiento humano es necesariamente limitado, sesgado y variable.

El lugar donde se llevan a cabo las actividades, no pretende ser una representación de la realidad y descripciones completas, únicas y definitivas, sino módulos que fomenten el pensamiento, que permitan abrir a las personas a la novedad, y a la transformación,

por lo tanto, es necesario que la participación y la creatividad sean liberadas para plasmar las ideas de las personas que participan y sea posible encontrarse con diversos saberes.

La investigación participativa invita a dar nuevos vistazos, que van más allá de los aspectos tradicionalmente ocultos, como son las interculturalidades, las cosmovisiones, la vida cotidiana, las subjetividades, las percepciones, los aprendizajes, la equidad, la diversidad entre las personas, entre otras. Por su parte, Assmann (2002; citado en Abarca, 2016), afirma que, así como la vida está constituida por procesos, sistemas, fluctuaciones, complejidad y caos, es necesario aplicar una concepción metodológica coherente con los aspectos de la vida misma, para lograr aprendizajes verdaderos y para toda la vida.

Leis (1989; citado en Abarca, 2016), explica que la metodología participativa es un proceso vivo de saberes, que desarrolla la interacción entre las personas, su reflexión compartida sobre lo que hacen, lo que buscan, lo que aspiran y desean, los conocimientos deben producirse en el mismo proceso educativo, el cual no es individual, sino colectivo, mediante el intercambio, el diálogo y la reflexión, relacionado con la práctica y la teoría. La metodología participativa no sólo no se ve, sino que se percibe a través de los sentidos que usan las personas participantes en los procesos, al promover espacios con utilidad, intencionalidad, integridad y sentido para ellas.

En esta investigación, el proceso participativo se dividió en tres momentos, a saber:

I. Planeación; periodo durante el cual se vislumbraba la idea debido a los intereses que mostraban las y los productores en cuanto a la producción piscícola, además de otros factores que impulsaron a innovar con sistemas acuapónicos, por ejemplo, la escasez de agua en la comunidad. Este momento se dividió a su vez en las siguientes partes:

) Surgimiento de la idea: De la búsqueda de innovaciones que incluyeran la producción de peces en estanques en traspatios y que al mismo tiempo tuviera producción de especies vegetales mientras se ahorraba agua, la acuaponía cumple con estos requisitos.

- J) Identificación de interesados: De las y los productores pertenecientes a la Cooperativa “El Porvenir”, y que también forman parte de los grupos de capacitación y son beneficiados por la sinergia entre la regiduría de Agricultura del municipio de Cuautlancingo y del Campus Puebla del Colegio de Postgraduados, fueron seleccionados aquellos que expresaron su interés de producir peces, además de que algunos ya contaban con parte de la infraestructura para instalar esta innovación.
- J) Eventos de aprendizaje: Se llevaron a cabo reuniones donde se explicó a las y los productores en que consistían los módulos de acuaponía, los diferentes tipos de esta tecnología, los equipos que son requeridos, así como del consumo de energía eléctrica y del recurso hídrico que deberían utilizar. Aunque algunos estaban interesados en diferentes tipos de especies vegetales (ornamentales o medicinales) y de animales (langostino o carpa) se acordó que la primera experiencia debía ser uniforme para todos los participantes, por lo tanto, las especies serían Tilapia del Nilo y lechuga.
- J) Visita y acompañamiento en sitios: Se visitó en diversas ocasiones los 6 traspatios participantes, con el fin de proporcionar opciones a las y los productores para la instalación de sus respectivos sistemas acuapónicos, de acuerdo al espacio disponible, en caso de que ya contaran con el estanque, revisar que se encontraran en las mejores condiciones operativas, es decir, que no tuvieran fugas de agua, que el agua no sufriera contaminación por basura, hojarasca u otro tipo de materiales. En el caso de la construcción de los módulos desde cero, se realizaron momentos de reflexión con cada productor para obtener información sobre la cantidad de recursos económico que estuvieran dispuestos a desembolsar, y sobre la durabilidad y permanencia de los materiales que utilizarían para instalar su sistema acuapónico.

II. Diseño y establecimiento de módulos: En este momento, la instalación de cada sistema acuapónico se tornaba cada vez más tangible, con la toma de decisiones

de cada productora y productor, sus expectativas estaban directamente proporcionales a las opciones de los diseños que se les presentaron; considerando las instalaciones previas, los recursos económicos que invertirían, los espacios disponibles y la cantidad de producción esperada.

-) Definición de modelos de acuaponía: Después de discutir las ventajas de un modelo de sistema acuapónico contra otro y de acuerdo a sus expectativas, se eligió democráticamente lo que cada productor y productora se comprometió a instalar en su traspatio.
-) Establecimiento del subsistema piscícola: La primera etapa del sistema acuapónico es la maduración del agua del estanque de los peces, es decir, que se encuentre con las bacterias nitrificantes las cuales realizarán la tarea de convertir los desechos y sobras de alimento de los peces en formas de fácil asimilación para las especies vegetales. Por lo tanto, el estanque es la primera infraestructura que se debe construir para instalar el sistema acuapónico.
-) Obtención de alevines: Tras una investigación sobre el transporte y manipulación de los peces, se llegó a la conclusión que el Centro Acuícola Atlangatepec en el estado de Tlaxcala es la mejor opción por la cercanía con San Lorenzo Almecatla, además de que cuentan con la crianza de la Tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*), la cual ya se había elegido como especie piscícola.
-) Definición del subsistema de vegetales: Al elegir el diseño, del sistema acuapónico, las y los productores que ya contaban con la información sobre las tres diferentes técnicas para la siembra de las especies vegetales, (placa flotante, lecho inerte y película nutritiva), y de acuerdo al cálculo de la cantidad de peces por cantidad de agua en el estanque, se obtenía, de acuerdo a la literatura citada en el apartado 4.10 de acuaponia, la cantidad de especies vegetales a sembrar.
-) Seguimiento e identificación de problemas: En esta etapa se trató de evitar una brecha entre la información difundida entre las y los productores, con la práctica, sin embargo, al ser la primera experiencia, surgieron diversas

dudas sobre la marcha y eventos inesperados que formaron parte de un rico conocimiento adquirido.

III. Evaluación de módulos; en este último momento, se evaluó el alcance que tuvo cada productora y productor con su respectivo sistema acuapónico y se identificaron las situaciones que permitieron o no la completa instalación del mismo, así como los factores que enfrentaron durante el periodo de operación.

5.3.2. Encuesta dirigida a productoras y productores

La encuesta se considera en primera instancia como una técnica de acopio de datos a través de la interrogación de sujetos, con la finalidad de obtener sistemáticamente medidas sobre los conceptos que derivan de una investigación previamente construida (López y Fachelli, 2015).

Se diseñó y aplicó un cuestionario con el propósito de recuperar, confirmar y acopiar información complementaria, principalmente estadística y socioeconómica, dirigido a las y los productores que instalaron sistemas acuapónicos.

El cuestionario, dirigido a las y los productores, está integrado por 36 preguntas de las cuales, se encuentran distribuidas en las secciones que a continuación se describen brevemente el contenido de cada una:

1. Información general: quién es él o la líder de la unidad familiar productora de traspatio, género, edad, escolaridad, miembros del núcleo familiar y la participación en las actividades del traspatio.
2. El traspatio: antigüedad, tamaño, producción, materiales usados, motivos para implantar el huerto familiar, preferencias de producción.
3. Inversión económica en el traspatio: cantidad de recursos económicos que ha solventado para instalar el traspatio, así como el tipo de materiales que utiliza, ya sean de reuso o nuevos, y los apoyos que ha recibido.

4. Preferencias de consumo de la producción acuapónica: aceptación de la producción, percepción del núcleo familiar para consumir la producción, gusto por la producción acuapónica.
5. Conocimiento del mercado local para expectativa de comercialización de la producción de la acuaponía; producción acuapónica con visión a futuro, no solo para cubrir los requerimientos alimenticios de la familia, sino para generar excedentes para comercialización.

5.3.3. Entrevista a personal del COLPOS que participó en el proceso de instalación de los sistemas acuapónicos

Esta entrevista se aplicó a los actores del Campus Puebla del Colegio de Postgraduados que participaron en el acompañamiento de las y los productores durante la primera experiencia con la acuaponía, con el fin de obtener desde otra perspectiva las situaciones vividas por los participantes.

El instrumento consiste en una serie de 24 preguntas, divididas de la siguiente forma:

1. Etapa de instalación de los sistemas acuapónicos: percepción de emociones de las familias productoras por parte del entrevistado, actitud ante la expectativa de la instalación del sistema acuapónico.
2. Etapa de operación de los sistemas acuapónicos: manejo de situaciones inesperadas, conocer las formas en cómo se afrontaron las eventualidades, cambios en la dinámica familiar.
3. Etapa final del ciclo productivo de los sistemas acuapónicos: lecciones aprendidas de los sistemas acuapónicos, nivel de satisfacción de las y los productores de acuerdo a las expectativas iniciales, futuro de la operación de los sistemas acuapónicos y probables cambios en las expectativas.

CAPÍTULO VI. RESULTADOS

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general: analizar los aspectos que favorecen la introducción de una innovación como la acuaponía con las y los productores de traspatio en San Lorenzo Almecatla, en términos de aceptación de los productos de dicha innovación por sus familias, expectativas de los productores que ya han establecido sistemas acuapónicos o están en vías de establecerlos, y la factibilidad de que dichos sistemas permanezcan.

La introducción de una innovación, como lo son los sistemas acuapónicos, en traspatios periurbanos supone diversos retos. Más allá de las situaciones técnicas y operativas, también se debe prever la manera en sí serán aceptado por los productores, quienes han acumulado experiencia en la producción de especies vegetales y de la pequeña ganadería, pero no en los sistemas acuapónicos.

Enfrentarse a especies animales con las que no han trabajado en un medio diferente (agua) supone tareas complicadas; sin embargo, es necesario tomar riesgos para emprender una nueva aventura en conjunto con los miembros de sus familias, además es una forma de diversificar su producción e integrar a su dieta, la proteína animal que aporta otros nutrientes que complementarán a la que han producido por algunos años, a menor costo, con la opción de comercializar tanto las especies vegetales como los peces productos de la acuaponía.

Los sistemas acuapónicos tienen diversas ventajas, entre estas se encuentra el ahorro del agua, ya que es un sistema de recirculación y se repone el 10% por pérdida debido a la absorción de las plantas y la evaporación. También es versátil en su instalación, ya que puede adaptarse al espacio disponible, pueden utilizarse recipientes de reuso y de diversos materiales inertes. No requiere la adquisición de agroquímicos debido a que las plantas aprovechan los nutrientes de las excretas de los peces, mediante el trabajo de las bacterias nitrificantes que se encuentran en el ambiente, basta con agregar un medio sólido donde las bacterias puedan colonizar para transformar el nitrógeno en una forma de fácil asimilación para las plantas.

Las plantas al absorber los nutrientes, se encargan al mismo tiempo de purificar el agua, regresándolo al estanque en buenas condiciones para permitir la vida de los peces.

Este sistema simbiótico permite producir alimentos, tanto vegetales como animales, de manera orgánica, a bajo costo, inocuos, en menor tiempo y con ahorro considerable de agua.

El trabajo con los productores de traspatio permite que cada uno tome las decisiones sobre el tamaño y la técnica de sistema acuapónico, así como la producción que espera de sus módulos.

Los sistemas acuapónicos tienen muchas ventajas, sin embargo, es necesario saber cuáles son los recursos con los que cuentan las y los productores, el espacio que tienen en sus hogares, qué cantidad de dinero están dispuestos a invertir, la posibilidad de utilizar materiales de reuso, como cubetas, tinacos, botes, etc. Además de cuáles son las expectativas de cultivar en los sistemas acuapónicos tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) y cultivar lechuga para poder incluirlo en su dieta familiar y de ser posible obtener recursos económicos con la venta de sus excedentes.

En este capítulo se abordará en tres apartados que tienen como finalidad: Identificar las características de los productores de sistemas acuapónicos y de sus familias, así como las características de tipo técnico de dichos sistemas que ya han instalado o pretenden instalar, a este apartado se ha denominado de manera resumida, “los sistemas acuapónicos, las y los productores”. Conocer la aceptación de parte de las familias de las productoras y productores de sistemas acuapónicos del área objeto de estudio para consumir los productos resultantes de los sistemas acuapónicos (lechuga y tilapia) establecidos en sus traspacios, de manera sintética se le ha denominado a este apartado, “aceptación de los productos de los sistemas acuapónicos”. Identificar las expectativas de las y los productores que han establecido o pretenden establecer sistemas acuapónicos en San Lorenzo Almecatla en términos de crecimiento, volumen de producción y venta de los productos, de manera resumida a este apartado se le denomina, “expectativas económicas de las y los productores”.

Es importante hacer la aclaración que cuando se habla de introducir una innovación, en este caso de instalación de sistemas acuapónicos, se tiene que estar consciente que la implantación definitiva y exitosa de éstos tiene que preceder a una serie de pruebas para afinar el funcionamiento del sistema, calibrar fechas de siembra de los alevines y de la lechuga, nivel de oxígeno en el agua para definir la carga de peces (tilapias de Nilo) que soportará, si la maduración del agua y sus contenidos (residuos de alimentos y excretas de los peces) es la adecuada para permitir un buen desarrollo de la especie vegetal (lechuga), si la incidencia de bacterias afecta o no la supervivencia de los peces. En este sentido, el presente trabajo de investigación tesina constituye una primera prueba (un primer acercamiento), sobre todo en el aspecto técnico productivo, sobre el funcionamiento de los sistemas acuapónicos en la comunidad objeto de estudio.

6.1 Los Sistemas Acuapónicos, las y los Productores

En este apartado se describen las características de los sujetos de estudio, la conformación de su núcleo familiar, las actividades que realizan además de la producción en su traspatio, así como las expectativas que tienen ante la instalación del sistema acuapónico. Son descritas las actividades realizadas en los talleres participativos que se realizaron en cada hogar, desde la presentación de los sistemas acuapónicos hasta la etapa de acondicionamiento de los estanques, previo a la siembra de las especies animales; aunque también se precisó la información con datos del cuestionario diseñado y aplicado para este fin.

6.1.1 Sra. Lucía Salinas Luna

Cuenta con 40 años de edad, su hogar y traspatio se encuentra en la calle Río Frío sin número, en San Lorenzo Almecatla, es fácil de identificar por los invernaderos que ha establecido, el cultivo de frutales, un gallinero todo en una superficie de 195 m², combinado en camas de plantas aromáticas, medicinales y hortalizas 80m², una nopalera de 8m², el gallinero ocupa 30 m², los sistemas acuapónicos se instalarán en un espacio

de 13.2 m², aún cuenta con espacio para construir una cisterna para finales de mayo del año 2021.

La interacción a través de los talleres, el acompañamiento de la asesora y el cuestionario aplicado arrojó la siguiente información:

Tabla 3. Integrantes de la familia de la Sra. Lucía Salinas Luna

No.	Nombre	Parentesco respecto al contacto	Edad	Escolaridad	Participa en el traspatio?	Participará en la acuaponía?
1	José Germán	Esposo	43	Secundaria	Sí	Sí
2	Fernanda Guadalupe	Hija	17	Bachillerato	Sí	Sí
3	Miguel Ángel	Hijo	13	Secundaria	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia, con datos de la encuesta de abril de 2021.

La Sra. Lucía ha sido participante desde sus inicios del proyecto de traspatios integrales promovido por el Campus Puebla del Colegio de Postgraduados, es una persona clave en San Lorenzo Almecatla, ya que es la presidenta de la Cooperativa “El Porvenir”, la cual es una granja donde varios productores trabajan en conjunto y se benefician con el fruto de sus actividades en equipo. Además, la Sra. Lucía trabaja en la entrega de las bolsas de leche Liconsa para su comunidad, lo cual le permite conocer a más personas, que no son productoras y que podrían también unirse al grupo o ser consumidores, siendo así clientes potenciales para la Cooperativa.

Busca crear más redes de contacto y conocer más personas que le permitan comercializar la producción de su propio traspatio, además de que posee cualidades que la impulsarán, ya que es una persona entusiasta, con hambre de aprender cada día y también comparte sus conocimientos y experiencia, ya que tiene más de 5 años con su

traspatio. Es amable al recibir a estudiantes y personas interesadas en conocer su trabajo.

Antes de iniciar la breve entrevista, comentó que tiene interés de realizar un curso dirigido a personas con recursos económicos altos, para que puedan crear sus propios huertos en casa, y que piensa en hacerlo cuando su sistema acuapónico esté instalado y operando.

Su familia también se encuentra interesada en la instalación del sistema acuapónico, además de que las actividades en el traspatio participan con entusiasmo, así que aparte de ser un proyecto productivo, también fortalece sus lazos fraternales.

Su esposo, el Sr. Germán, tiene dos termofusores (equipo que mediante energía calorífica une materiales plásticos, ideal para contener agua, ya que evita fugas) y en caso de que otro productor necesite para utilizar la geomembrana, (elemento esencial para recubrir los estanques donde se confinarán los peces), lo podría prestar sin ningún problema.

Mientras fueron tomadas las medidas del área donde está interesada en que su sistema acuapónico sea instalado, recibió una breve explicación de cómo podrían ser sus módulos, además de la versatilidad que tiene esta técnica al adaptarse al espacio, a la expectativa de producción y a los recursos económicos con los que cuenta para poder llevar a cabo la instalación y operación.

Los residuos vegetales, generados en su traspatio los utiliza para alimentar a sus animales y producir composta junto con las excretas de los mismos, y últimamente empezó a producir bocashi, que es un abono orgánico, producto de la fermentación, cuyo proceso es más acelerado que el compostaje tradicional, ya que se puede obtener de 12 a 21 días y también se puede elaborar en pequeña o mayor escala, es decir, se puede adecuar a las necesidades del productor (FAO-PESA, 2011).

En su hogar cuenta con agua de pozo, situación que es positiva, ya que no contiene cloro y está disponible, aunque en temporada de calor, puede llegar a faltar este recurso. La Sra. Lucía supone que la falta de lluvia puede ser debido a los bombardeos antigranizo que realiza la planta armadora de vehículos Volkswagen para evitar que el granizo dañe

su producto terminado, San Lorenzo Almecatla se encuentra justo detrás de dicha planta. Además, casi frente a su hogar, se encuentra un negocio de pipas de agua, las cuales se alimentan del pozo que abastece la Sra. Lucía. Por lo tanto, considera que no tiene suficiente agua durante el año para el riego de sus siembras, ya que utiliza 1,500 litros al día para dicha actividad.

El suministro eléctrico está disponible desde una cocina externa, es decir, construida en el patio contiguo al sitio donde se instalará el sistema acuapónico.

El área donde se encuentra el sitio para instalar el sistema acuapónico no se encharca debido a que el terreno se encuentra nivelado y es suelo natural.

La exposición al viento y lluvia es buena, ya que colinda con un terreno baldío.

Considera colocar una malla sombra como techo para cubrir su sistema acuapónico. Para tener su estanque de peces, considera que podría ser un recipiente plástico con capacidad de 1 m³, dentro de una jaula de metal.

Al finalizar la plática se encuentra más entusiasta que al principio.



Ilustración 2. Área destinada a la producción acuapónica en el traspatio de la Sra. Lucía Salinas

En otra ocasión se realizó otra visita con la Sra. Lucía, quien se encontraba sembrando plántulas de jitomate en su nuevo invernadero.

Durante la comida, expresó que se siente ansiosa por el tiempo, ya que, en dos semanas, su esposo estará disponible para construir su estanque, mientras termina otros pendientes. Tiene la ventaja que la mano de obra en la construcción de su estanque será sin costo, sin embargo, tendrá que adquirir los materiales. Ha realizado las siguientes inversiones; de la primera parte del traspatio, ha pagado \$180,000 pesos y \$540,000 pesos del terreno adjunto. Debido a que la producción de su traspatio es su fuente de ingresos económica, ha invertido cantidades considerables de dinero y de tiempo, por tal motivo, está muy interesada en que su sistema acuapónico funcione correctamente y sea altamente productivo.

En cuanto a los diseños sobre los sistemas acuapónicos, observó las opciones, sin embargo, se inclina por la siguiente; con opción a colocar mamparas para separar las diferentes producciones, ya que pretende tener producción escalonada:

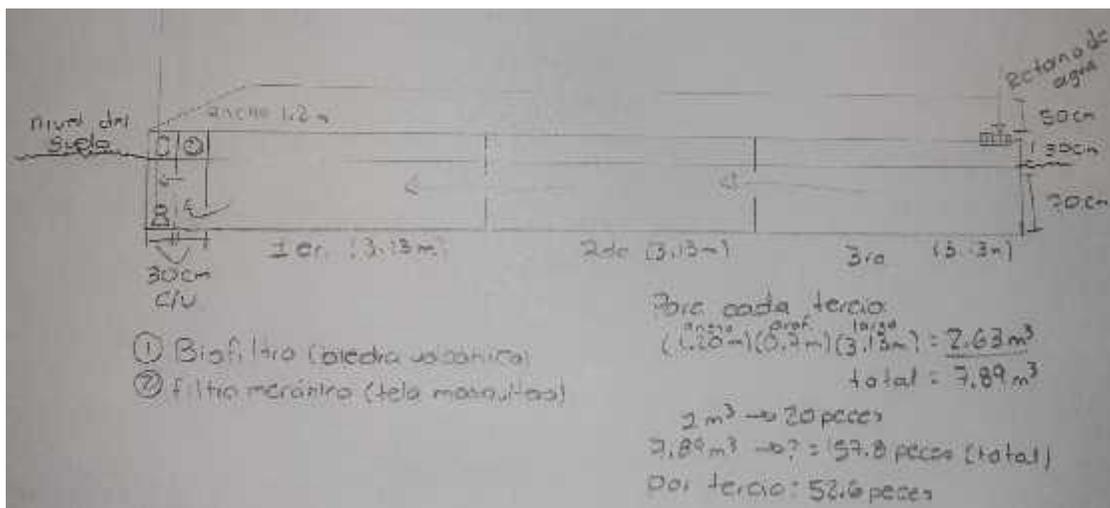


Ilustración 3. Diseño de tanque con dos mamparas

Esa ocasión fue muy productiva, ya que además de convivir con la Sra. Lucía en su invernadero, también hubo oportunidad de verla como líder de su comunidad, madre y ama de casa, es admirable la forma en cómo organiza sus actividades.

En una visita posterior, el trabajo se realizó en el traspatio de la Sra. Lucía, cavando la zanja donde será construido el estanque, debido a que era una cama biointensiva con partes productivas, se inició el trabajo retirando unas cebollas y yerbabuena, y otras pequeñas hortalizas.

Se le presentó a la Sra. Lucía una propuesta de un estanque de 10 m de largo por 1.20 m de ancho, con una profundidad de 70 cm y un borde de 30 cm, ya que estará a nivel del suelo, y el borde evitará que la tierra entre al estanque.

La expectativa de la Sra. Lucía para su producción, es que sea escalonada, así que planea tener peces desde la etapa de alevín, edad media y madura, en el mismo estanque, la propuesta es que sea separado por mamparas, dividiendo el estanque en tercios. Además de un apartado, dentro del mismo tanque, que funcionará como filtro mecánico y biofiltro.



Ilustración 4. Eliminación de la cama biointensiva para construcción de estanque

En otra reunión con la Sra. Lucía, para revisar el diseño, comenta que el estanque tendrá una pendiente en cada tercio, con diferencia de 20 cm cada una, dando en un extremo, una diferencia de 60 cm, más de los 90 cm considerados desde el principio. Esta pendiente ayudará a arrastrar los sólidos sedimentables. Se deja el diseño con los cambios mencionados, ya que en los próximos días empezará con la construcción de su estanque.



Ilustración 5. Módulo completo con la técnica de Película Nutritiva, traspatio de la Sra. Lucía Salinas

La Sra. Lucía eligió el sistema de Película Nutritiva (NFT), es decir, aquel que utiliza tubería de PVC para realizar la siembra de las especies vegetales, ya que considera que de esta forma el espacio es mejor utilizado, al emplear el área sobre el estanque; además que es el método que le llamó la atención desde la primera vez que observó los sistemas acuapónicos en un curso, hace ya algunos años.

La inversión en su sistema acuapónico fue: 2,500 pesos de la bomba y 1,200 pesos de tubos y codos. Para el estanque pagó 4,000 pesos de materiales, la mano de obra fue sin costo ya que la aportó la familia. El invernadero que colocó para la acuaponía, fue de 3,800 pesos del plástico y 600 pesos del material para la estructura, al igual la mano de obra fue sin costo, porque su esposo lo construyó.

Realizó la siembra de alevines en el mes de mayo, sin embargo, el agua debió dejarse madurar, es decir, permitir que tuviera la concentración necesaria de compuestos nitrogenados para que las bacterias nitrificantes colonizaran al filtro biológico y realizaran la parte medular del sistema acuapónico, el trabajo de dichas bacterias es transformar el amonio, que es generado por las excretas de los peces, en nitritos y estos a su vez, metabolizarlos a nitratos, que es un compuesto nitrogenado de fácil asimilación para las plantas y estas al absorberlo, se convierten en un filtro limpiador del agua, haciéndolo óptimo para los peces. La Sra. Lucía utilizó el agua del estanque para riego de sus camas biointensivas, por lo que, al reponer el agua, la que se encontraba en el estanque se diluía, evitando la maduración mencionada renglones arriba.

Durante la operación de su sistema acuapónico, la Sra. Lucía observó aumento en el consumo de energía eléctrica, incluso se apoyaba de un timer para evitar el uso permanente del equipo de bombeo y al mismo tiempo tener que estar presencialmente en el sistema. Utilizó el agua del estanque para el riego de sus camas biointensivas porque pensaba que era un desperdicio tener el agua solamente almacenada y deseaba darle uso, es decir, era una forma de tener el recurso hídrico de manera ociosa, por tal motivo la utilizó.

Durante el transcurso de los meses, observaba que los gatos y las aves que se acercaban a su sistema acuapónico, se alimentaban de los peces, por tal motivo colocó una malla sombra para evitar que se acercaran.

Los alevines, fueron donados por el municipio, al igual que su alimento, la siembra se llevó a cabo de mayo a diciembre de 2020, es decir, durante 7 meses, en los cuales sembró tres ciclos de lechuga, las cuales en ninguno de estos tres momentos crecieron suficientemente.

En cuanto a los peces, fueron consumidos de acuerdo a como se les fue antojando, para los meses finales del año 2020, y no llegaron al peso esperado que era de 500 g, sino que el crecimiento fue de hasta 300 g; sin embargo, la Sra. Lucía junto con su familia percibieron un mejor sabor del pescado, comparado con los que adquieren en mercados cercanos.

Finalmente, se sintió insatisfecha por la cosecha del primer año del sistema acuapónico, tanto las lechugas como los peces no llegaron al tamaño esperado; sin embargo, desea aprender más y adquirió experiencia en el manejo de este tipo de técnicas productivas.

6.1.2 Sra. Patricia Tapia López

Su domicilio se encuentra en la calle Morelos No. 52, en San Lorenzo Almecatla, es un terreno muy grande donde está construida también la casa de sus suegros donde vive la hermana de su esposo, quien también se encuentra interesada en la acuaponía. El traspatio tiene un área de árboles frutales, un espacio para confinar borregos, y otro contiguo donde se encuentra su casa, hay un estanque construido desde hace varios años, donde en algún momento hubo peces. La Sra. Patricia, de 43 años de edad, forma parte del proyecto de traspatios integrales que promueve el Campus Puebla y tiene sus camas biointensivas cultivadas con hortalizas.

La interacción a través de los talleres, eventos de capacitación, acompañamiento de la asesora y aplicación de un cuestionario permitió recabar la información relativa a los integrantes de su familia (Cuadro 4).

Tabla 4. Integrantes de la familia de la Sra. Patricia Tapia López

No.	Nombre	Parentesco respecto al contacto	Edad	Escolaridad	Participa en el traspatio?	Participará en la acuaponía?
1	Sergio	Esposo	47	Lic. en electrónica	Si	Probablemente si
2	Miguel Ángel	Hijo	22	6to.semestre Computación	A veces	No sabe

3	Juan Manuel	Hijo	20	4to. Semestre mecatrónica	No participa	No sabe
4	Ángeles	Hija	19	2do. Semestre Física aplicada	Casi no	No sabe
5	Sathya	Hija	17	Preparatoria	A veces	No sabe

Fuente: Elaboración propia, con datos de la encuesta de abril de 2021.

La Sra. Patricia, hace varios años, tuvo un trasplante de riñón, situación que la animó a producir sus alimentos más sanos y a menor costo, en comparación a los ofrecidos en mercados locales. Su producción la utiliza para el consumo de su familia y a veces regala o intercambia con vecinos y amistades. Los residuos vegetales los utiliza para alimentar a los animales, las raíces, junto con el desperdicio de vegetales de su cocina, los usa para elaborar composta, añadiendo las excretas de sus animales.

En el traspatio, actualmente, cultiva aguacate, granada, tejocote, higo, uva y limones, rábano, betabel, cilantro, acelga, asimismo, ha establecido en este espacio plantas de romero, albaca, ruda, menta, yerbabuena y lavanda, productos de las semillas que le proporcionó el Ayuntamiento. De especies pecuarias cría gallinas de postura, 30 pollos, 20 pavos, dos parejas de gansos, su suegra tiene borregos (comparten el terreno).

La Sra. Patricia perteneció a la Cooperativa “El Porvenir”, al momento de la entrevista ya no es socia, sin embargo, mantiene una estrecha relación con sus miembros.

El estanque que ya tiene construido, se encuentra con agua de lluvia, ignora si tiene filtraciones; sin embargo, ha notado que el nivel del agua no ha bajado, y la ha utilizado para regar sus camas biointensivas, las cuales se encuentran separadas por tabiques de ladrillo en forma horizontal, es decir, que forman parte de las separaciones entre las camas biointensivas y al mismo tiempo funcionan como pasillos. Este estanque no es precisamente para almacenar agua de lluvia, es probable que en un futuro construya algún depósito para este tipo de agua, ya que al igual que la Sra. Lucía, considera que la falta de lluvia es por las técnicas antigranizo de la planta armadora Volkswagen;

además de que en los últimos años ha notado incremento en la construcción de fraccionamientos, y han migrado habitantes de otros lugares, que demandan el consumo del vital líquido.

Para su traspatio, no ha invertido significativamente, ya que los tabiques que rodean las camas biointensivas son de reúso, y no tiene otro tipo de infraestructura.

El área que considera para la instalación de sistemas acuapónicos tiene pendiente hacia el estanque, es decir, se ocuparía el espacio donde se encuentran las camas biointensivas, esta situación podría causar que el estanque se llene de lodo y podría dañar a los peces; por lo tanto, se debería colocar un perímetro en el estanque que evite esta situación. Esta misma área se encuentra en medio de dos casas, por lo tanto, no tiene corrientes de aire fuertes, además de que generan sombra, situación que se debe considerar para que las hortalizas reciban suficiente luz solar.

El suministro de electricidad será desde la casa de la Sra. Patricia, y se podría aprovechar una ventana en el muro contiguo al área donde se podría instalar el sistema acuapónico.

El agua es suministrada por la red doméstica municipal y para que llegue al área de interés, será transportada por mangueras; sin embargo, hay que considerar concentrarla en el estanque durante dos días para que el cloro que contiene se evapore y no dañe a las especies animales y vegetales.

El estanque tiene una superficie de cemento y en la parte superior, tiene una malla de gallinero, podría servir para evitar que la hojarasca y otro tipo de residuos caigan al agua, podría ser cambiada por otra con orificios más cerrados. Tiene de diámetro 3.6 m y profundidad aproximadamente de 1.70 m, no tiene forma cilíndrica, sino más bien paraboloide, es decir, el diámetro disminuye con la profundidad.



Ilustración 6. Condición del estanque de la Sra. Patricia Tapia al inicio de la investigación



Ilustración 7. Área contigua al estanque, con producción de hortalizas mediante camas biointensivas

En otra visita a la Sra. Patricia, se encontraba sacando el agua del interior del estanque, en compañía de uno de sus hijos. Considera que la limpieza del estanque le toma una semana. Se aprovechó el momento para mostrar las tres opciones de los sistemas acuapónicos y llegó a la conclusión de que prefiere el sistema de Película Nutritiva. Para el primer ciclo, las especies vegetales serán lechugas.

En otra visita a la Sra. Patricia, se apoyó en la limpieza del estanque, para sacar el agua y lodo, mismos que se utilizaron para regar y abonar el huerto de árboles frutales que hay en el mismo traspatio.

En el perímetro del estanque, es necesario construir una elevación que evite que la tierra caiga al interior, para mantener el agua lo más limpio posible y mantener en buenas condiciones a los peces que se van a introducir.

Después de colocar ese perímetro, se podrá lavar el interior con cloro, para evitar que se ensucie.

La Sra. Patricia está en condiciones económicas de adquirir el agua de una pipa, para llenar el estanque, y así tener ventaja en el tiempo de espera para que el cloro de la red municipal se tenga que evaporar.



Ilustración 8. Limpieza de los sedimentos en el estanque de la Sra. Patricia Tapia



Ilustración 9. Estanque limpio, sin barda perimetral



Ilustración 10. Estanque acondicionado con barda perimetral

Para realizar las adecuaciones al estanque, invirtió; 2,500 pesos en medio millar de bloques, 5,000 pesos en la mano de obra para subir el borde del estanque 1,800 pesos en la bomba sumergible que aunque ya la tenía y no usaba, es un equipo que necesita para transportar el agua del estanque. Para colocar los tubos donde estarán sembradas

las especies vegetales, la estructura de metal tuvo un costo de 7,000 pesos. Para llenar el tanque, compro dos pipas de agua, para lo cual invirtió 1,200 pesos



Ilustración 11. Llenado y estanque lleno del sistema de la Sra. Patricia Tapia López

La siembra de alevines fue de 30 unidades, en el mes de mayo de 2020, sin embargo, no los consumió debido a que se murieron a los pocos meses: éstos tenían mal aspecto, es decir, su apariencia era desagradable, y el agua se tornó verdosa, a pesar de que frecuentemente se aireaba el agua. Para controlar la proliferación de algas, sumergió un costal con cebada, ya que de acuerdo a las recomendaciones del Dr. Luciano Aguirre Álvarez, esta actividad ayuda a evitar las algas, que roban el oxígeno disuelto del agua.

Finalmente, los peces fueron desechados y no se tuvo siembra de especies vegetales, por lo tanto, la Sra. Patricia no concluyó el sistema acuapónico.

6.1.3 Srita. Gilberta Paisano Bonilla

La Srita. Gilberta de 55 años, tiene su domicilio en la calle Zaragoza No. 2 en San Lorenzo Almecatla, es un lugar bastante amplio, y se encuentra en una esquina, donde un cuarto lo utiliza como tienda de abarrotes y comercializa la producción de su traspatio.

Tabla 5. Integrantes de la familia de la Srita. Gilberta Paisano Bonilla

No.	Nombre	Parentesco respecto al contacto	Edad	Escolaridad	Participa en el traspatio?	Participará en la acuaponia?
1	Celestina Agripina	Madre	78	No aplica	Si	Si

Fuente: Elaboración propia, con datos de la encuesta de abril de 2021.

En colaboración con su señora madre, trabajan en su traspatio y también trabajarían en el sistema acuapónico. Ambas elaboran y comercializan tlacoyos, son mujeres muy trabajadoras y emprendedoras.

Su huerto de traspatio tiene hortalizas, plantas medicinales, aromáticas y de ornato, además gallinas. Tiene gusto por los animales, ha adoptado varios perros y gatos, les habla y cuida con especial esmero, al igual que los ha educado para que no maltraten las cajas donde tiene sus plantas. Inició a producir por la curiosidad que le generaba tener sus “plantitas” y tiene un gusto especial por las flores, utiliza cajas de plástico de reuso, que a veces adquiere en centros de reciclaje y otras veces le obsequian sus conocidos.

La Srita. Gilberta destaca de sus compañeros productores por ser el miembro con mejores prácticas ambientales, al reutilizar diversos materiales, tener la creatividad para lograr sus objetivos sin tener que invertir grandes cantidades de dinero, además de tener la iniciativa de ser autodidacta, investigar y adquirir conocimiento por su cuenta.

Además de la comercialización de sus tlacoyos, cuenta con una tienda de artículos de abarrotes, el local se encuentra al interior de su vivienda con una ubicación privilegiada, ya que está en una esquina a dos calles de la iglesia y el pequeño zócalo de San Lorenzo Almecatla. Le resulta un buen negocio, además de que cuenta con un timbre que tiene sensor de movimiento, por lo que puede estar trabajando en su traspatio y atender a sus clientes al escuchar el timbre, aunque considera que le falta tiempo para atender con mayor dedicación a su traspatio y a sus “plantitas”.

Uno de los días en que se le acompañó, se encontraba arrancando un tipo de acelgas que no le gustaron; sin embargo, comentó que está satisfecha porque no se quedó con las ganas de sembrarlas, hizo la prueba, sabe que no es un desperdicio, porque las

utilizará para alimentar a sus pollos. Es un ejemplo de la creatividad y flexibilidad que aplica en la producción de su traspatio.

En otra parte del traspatio, atrás de la casa habitación, se encuentra otra sección de su huerto. En ese sitio tiene una pila con agua de lluvia y al estar descubierta, tiene hojas del árbol que tiene a un lado. El año pasado, esa pila tuvo fisuras, las cuales fueron resanadas y la Srita. Gilberta ha observado que el nivel del agua no ha descendido, por lo tanto, supone que el tema de las fisuras ha quedado atrás. El agua que contiene esa pila, la utiliza para el riego de sus plantas.

Debido a que su suministro de agua es de la red doméstica municipal, ésta contiene cloro, la Srita. Gilberta sabe que debe dejar reposando el agua en recipientes durante varios días, aunque prefiere que sea una semana y después aprovecharla para el riego.

El suministro de energía eléctrica será mediante la toma de corriente de un cuarto en desuso que tiene en la misma área donde instalaría su sistema acuapónico.

En su sistema acuapónico, le gustaría tener flores en lugar de hortalizas ya que le gustan mucho y también tiene en la mira diversificar sus ventas de especies vegetales; además, la comercialización de flores es un negocio de alta plusvalía, además de aprovechar fechas especiales cuando tradicionalmente son obsequiadas las flores.

Junto a la pila de agua, ha almacenado residuos de flores que le obsequian de la iglesia que está a un par de cuerdas de su hogar, las cuales utiliza para su composta. En dicha iglesia, imparte clases de catecismo a los niños que se encuentran preparándose para hacer su primera comunión, por lo que tiene relación con su comunidad por esta actividad y por lo que la conocen y se ha hecho de clientes tanto para su tienda de abarrotes, como para sus tlacoyos y la producción de su traspatio.

En la parte externa de su hogar, tiene varios costales con envases de plástico y latas de aluminio, que próximamente llevará a vender al centro reciclador, ya que además de tener visión empresarial es sumamente ecologista y trata de recuperar materiales para reciclar, ya que la Srita. Gilberta considera que es su “granito de arena”, su contribución al ambiente y la hace sentir satisfecha con sus acciones a favor del medio ambiente.



Ilustración 12. Estanque previsto para el sistema acuapónico de la Srita. Gilberta Paisano, vista desde el acceso trasero

En otra visita de acompañamiento la Srita, Gilberta, quien se encontraba preocupada porque uno de sus perros estaba enfermo, situación que hace pensar que va a cuidar bien de las especies animales de su sistema acuapónico.

En esa ocasión el estanque contenía sedimento verdoso en el fondo, así que por una llave que tiene en la parte inferior, se libera el contenido. La Srita. Gilberta se metió al estanque para sacar la basura, principalmente hojas que se acumularon en el fondo. En uno de los extremos del estanque, se encuentran unas tejas que utilizará en el futuro para hacer el perímetro de una cama biointensiva, motivo por el cual no desea tirar esas tejas, por lo tanto, los colocará en otro sitio.

En fecha próxima, la Srita. Gilberta se comprometió a lavar con cloro el estanque, tenerlo dispuesto con agua limpia y cubierto con malla sombra para evitar que caigan hojas y ensucien el agua.

Durante dicha visita, se elaboró un bosquejo de cómo podría quedar su sistema acuapónico, mediante el uso de cajas plásticas de reuso, donde se almacenan vegetales para su transporte, se podría instalar el sistema de Lecho Inerte.

En una visita posterior de asesoría en casa de la Srita. Gilberta, la pila que servirá de estanque ya se encontraba limpio y con agua del suministro de la red doméstica municipal desde dos días antes, estaba cubierto con una lámina para evitar que se ensucie con las hojas del árbol contiguo.



Ilustración 13. Limpieza del estanque para habilitarlo en el sistema acuapónico

La Srita. Gilberta sembró treinta alevines en junio de 2021, en el estanque que mide de largo 1.84 m por 1.98 m y tiene profundidad de 1.10 m. y colocó aireador, de acuerdo a recomendación del Dr. Luciano Aguirre Álvarez.

Sin embargo, en el mes de octubre, empezó a tener muerte de sus peces, sin saber qué fue lo que la ocasionó.

Después la Srita. Gilberta por el momento no quiere tener peces, debido a la tristeza e impotencia de no poder hacer nada para evitar que murieran; sin embargo, cree que con mayor capacitación puede tener éxito con sus peces y culminar la instalación del sistema acuapónico, que no lo realizó ya que le prestó mayor atención a la crianza de peces y no llevó a cabo la siembra de las especies vegetales que se había propuesto mediante la cama de Lecho Inerte en cajas plásticas sobre el estanque, dejando espacio para mantener aireado el agua.

6.1.4 Sr. Ricardo Olivares García

Tiene 48 años de edad, en la primera visita de acompañamiento y asesoría al Sr. Ricardo, nos atendió la Sra. Luz María, su hermana. El sitio donde pretenden instalar el sistema acuapónico se encuentra en la siguiente calle, perpendicular a la calle Río Frio, en línea recta, casi al fondo, el camino es de terracería, hay algunas casas aisladas, rodeadas de terrenos, algunos abandonados y otros cultivados.

Tabla 6. Integrantes de la familia del Sr. Ricardo Olivares García

No.	Nombre	Parentesco respecto al contacto	Edad	Escolaridad	Participa en el traspatio?	Participará en la acuaponía?
1	Luz María	Hermana	51	Secundaria	Si	Si
2	Fausto	Cuñado	55	Secundaria	No	No
3	Jorge	Sobrino	27	Lic. en Ingeniería Industrial	No	No
4	Jannete	Sobrino	25	Secundaria	No	No
5	Fernando	Sobrino	11	Primaria	No	No

Fuente: Elaboración propia, con datos de la encuesta de abril de 2021.

El lugar era el antiguo taller mecánico para vehículos pesados, debido al poco espacio que había en la calle para maniobrar, fue que decidieron cambiar el taller. Aún es posible observar la estructura que utilizaban, tiene una construcción que funciona como casa habitación de otro miembro de su familia. En la parte trasera, se llega a través de un corredor largo y amplio, por donde bien podría pasar un vehículo.

En el terreno del Sr. Ricardo se encuentra una fosa muy amplia, que hace unos años utilizaban como alberca para los niños de la familia, está en suelo natural, es decir, no está recubierta de ningún material; sin embargo, debido al tiempo en que ha estado en esa situación, el agua no se pierde por absorción de la tierra. Después de usar la fosa como alberca, también aprovecharon el agua para introducir mojarras para el consumo y pesca recreativa de la familia Olivares, aunque debido a que el predio no se encuentra cercado, cualquier persona podía meterse a pescar y poco a poco las mojarras fueron

desapareciendo y otros peces murieron, probablemente por la falta de aireación y la acumulación de sus excretas.

De acuerdo a la Sra. Luz María, cree que el suelo es de tepetate, ya que recuerda que les costó trabajo la excavación por la dureza que presenta.

La familia se encuentra animada en volver a criar peces, tanto para su consumo como para venta.

Hasta el fondo del predio se encuentra el área de granja, que está en desuso, ya que por la salud de un miembro de la familia, se vieron en la necesidad de dejar de trabajar ahí; sin embargo, cuenta con toda la infraestructura para la crianza de animales: corral de engorda, área para reproducción de borregos, corral para conejos, gallinero, corral para puercos, establo para caballos y/o burros, palomares o crianza de codornices, además de una bodega techada para guardar alimentos y herramientas.

La Sra. Luz María, recordó que en diciembre del año 2019, en un programa del municipio de Cuautlancingo, se anotó para que recibiera el apoyo de 15 guajolotes; sin embargo, no los había recibido para el día de la entrevista, realizada en marzo de 2020. Su familia se encuentra animada en utilizar la infraestructura con la que cuentan; sin embargo, los recursos económicos no son los mejores para adquirir a los animales que piensan criar en su granja, así que busca el apoyo del gobierno municipal para dicho propósito.

El predio tiene cisterna y suministro de agua de la red municipal; sin embargo, para el estanque, están dispuestos a comprar una pipa de agua para cambiar la que actualmente tiene, ya que el agua de la red municipal contiene cloro.

El suministro de energía eléctrica podría ser desde la casa, la cual es habitada por familiares que salen durante el día y llegan por las noches a dormir.

Al momento de la entrevista, el estanque se encuentra con agua y su superficie contiene lama, desconoce cuánto tiempo tiene esa agua, y es la que consumen los tres perros que cuidan el sitio, mismo que no se encuentra cercado e incluso se puede observar un camino desgastado en el pasto donde parece que utilizan las personas para cruzar el predio y ahorrar tiempo.

El predio se encuentra rodeado de terrenos, por lo que corre el viento libremente y en época de lluvia no se inunda, la granja se encuentra ligeramente más alta que el estanque, no se observa a simple vista pendiente hacia el estanque, y este no tiene un perímetro más alto. El área cuenta con muy buena exposición al sol. El estanque requiere aún acondicionarse con recubrimiento en su interior de material impermeable, aunque la Sra. Luz María reporta que el nivel del agua no baja, es recomendable para mantener en condiciones óptimas la calidad del mismo; además se necesita una estructura en la parte superior del estanque para cubrir de los rayos del sol para evitar; la proliferación de algas y que las aves consuman los peces, quienes no requieren de luz solar directa. También es recomendable colocar un perímetro al estanque, para evitar que caiga al interior tierra y basura, y favorezca que otros animales consuman el agua o incluso a las especies vegetales.



Ilustración 14. Estanque del Sr. Ricardo Olivares García, al fondo se observa la estructura de la granja, en desuso



Ilustración 15. Parte de los establos de la granja dentro del predio del Sr. Ricardo Olivares García



Ilustración 16. Estanque del Sr. Vista del predio del Sr. Ricardo Olivares interesado en establecer un sistema acuapónico

En una visita de asesoría y acompañamiento posterior se regresa con el Sr. Ricardo, afortunadamente se encuentra en el predio, planea hacer limpieza en la semana y trabajar hasta la semana santa cuando tendrá días libres en su empleo para dedicarlo en su estanque. Durante dicha visita se empieza a sacar basura, al menos la que se encontraba flotando, como son envases de plástico, juguetes, y se hace el compromiso para que la próxima semana, se podrá sacar la basura que está en el fondo.

El Dr. Luciano Aguirre sacó agua del estanque con una cubeta y de manera organoléptica considera que el agua está limpia y que puede utilizarse para los peces.

Debido al tamaño del estanque, es posible colocar tres módulos con las tres diferentes técnicas de sistemas acuapónicos, para lo cual se elaborará la propuesta.



Ilustración 17. Limpieza del estanque, retiro de sólidos voluminosos

A mediados de marzo de 2020, con el inicio de los cambios generados por la contingencia sanitaria, derivados de la pandemia por el coronavirus SARS-Cov-19, el Sr. Ricardo tuvo mayores horas que cubrir en su empleo, por lo tanto, ya no contó con tiempo suficiente para realizar las adecuaciones mencionadas párrafos anteriores.

En una entrevista realizada en abril de 2021, relata que aún continua el estanque y se encuentra interesado en que sea un lugar productivo, hasta que sus actividades laborales le permitan, ya que a más de un año de haber empezado a cubrir más horas de trabajo, no ha tenido cambio, por lo que el tiempo libre de su jornada laboral es empleado para descansar.

En esa oportunidad se le presentó un esquema donde se incluyen las tres diferentes tecnologías del sistema acuapónico; Película Nutritiva, Placas Flotantes y Lecho Inerte, ya que las ventajas que tiene este traspatio son el gran tamaño del estanque, así como espacio físico alrededor para colocar las zonas de siembra de especies vegetales.

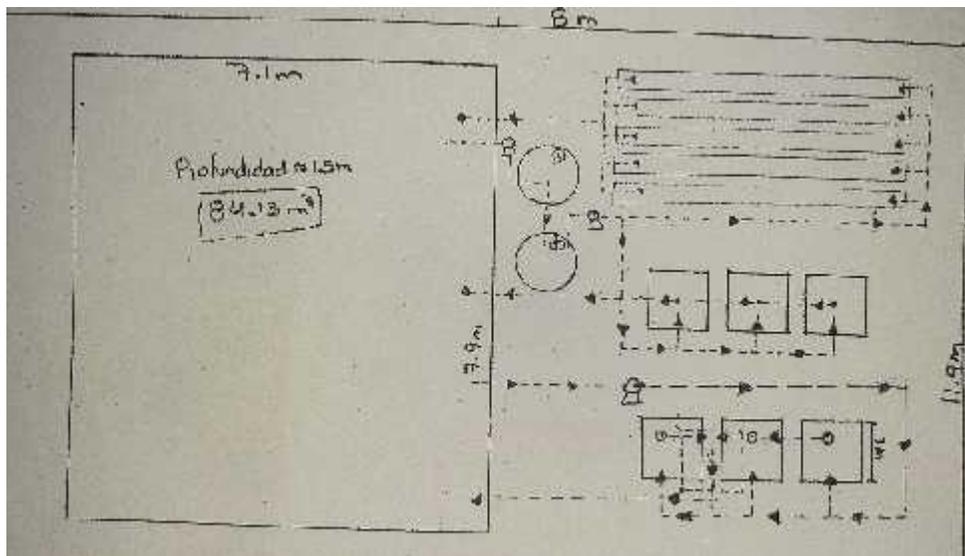


Ilustración 18. Propuesta de diseño para el traspatio del Sr. Ricardo Olivares, instalando los tres diferentes modelos de sistema acuapónico

Con este diseño se pueden interconectar las diferentes técnicas del sistema acuapónico, procurando maximizar la aireación al interior de los sistemas, mediante caídas de agua a mayor altura, uso de rompedores de corriente, o colocando aireadores en los módulos con placa flotante. La homogenización del agua en el estanque se llevaría a cabo mediante el movimiento propio de los peces y de las caídas del retorno del agua.

6.1.5 Sr. Gregorio Rueda Hernández

En la comunidad es conocido con el nombre de Saúl, tiene 70 años. Su domicilio se encuentra en la calle Adolfo López Mateos No. 22 en San Lorenzo Almecatla, Cuautlancingo. Los miembros de su familia que habitan el hogar se consignan en el Cuadro 7.

Tabla 7. Integrantes de la familia del Sr. Gregorio Rueda Hernández

No.	Nombre	Parentesco respecto al contacto	Edad	Escolaridad	Participa en el traspatio?	Participará en la acuaponia?
1	Miriam	Hija	43	Carrera trunca educadora	Poco	No sabe
2	Denisse	Nieta	21	Estudiante	Poco	No sabe
3	Salvador	Nieto	19	Estudiante	Poco	No sabe
4	Layla	Bisnieta	1	bebé	No aplica	No aplica

Fuente: Elaboración propia, con datos de la encuesta de abril de 2021.

En su huerto de traspatio cultivan árboles frutales: plátano, naranja, mandarina, etc. Además de hortalizas, plantas aromáticas y medicinales. Tienen un corral con varias gallinas productoras de huevo.

Al frente de su jardín, tienen una fuente ornamental, donde desearían tener peces de ornato; sin embargo, se encuentran más interesados en criar peces para su consumo, además que los peces en la fuente, podrían ser el alimento de las aves.

El estanque de los peces es preferible que no reciba tanta luz solar, por dos razones: la primera, para evitar los cambios bruscos de temperatura durante el día; y la segunda, para evitar la proliferación de algas dentro del estanque que robarían el oxígeno al agua, provocando la muerte de los peces.

Así que el Sr. Gregorio tiene dos opciones, más o menos del mismo tamaño: la primera opción es dentro de un huerto que tiene rodeado por una malla ciclónica en donde se encuentra una cama biointensiva con hortalizas y un árbol de aguacate, el cual podría dar sombra a las especies vegetales del sistema acuapónico; la otra opción, es un espacio contiguo al área mencionada en el párrafo anterior, donde se podría utilizar la sombra que da el muro que bordea el predio del Sr. Gregorio.

Para ambas opciones, no hay problema por el suministro de agua, la cual es de la red doméstica municipal, misma que se pondría en recipientes para que el cloro sea eliminado por evaporación. Por parte del suministro de energía eléctrica, se podría conducir desde la casa mediante cables sin ningún problema. Además, esas áreas no se inundan, ya que el suelo absorbe el agua. Para las hortalizas del sistema acuapónico, tienen abundante luz solar, especialmente en verano.

El Sr. Gregorio y su familia están interesados en producir lechuga y jitomate, además de flores, en especial orquídeas. En cuanto a las especies animales, les interesa la crianza de langostino.

Por lo tanto, se realizaron las propuestas para las dos opciones, cada una en las tres diferentes técnicas de los sistemas acuapónicos.

Opción 1. Espacio cerrado con malla ciclónica

Consiste en retirar la cama biointensiva y adecuar el sistema acuapónico respetando el árbol de aguacate que se ubica dentro de esa área, la cual se encuentra con un perímetro de maya ciclónica y un espacio para ingresar al mismo, esta evita el ingreso de animales que pudieran dañar a las especies del sistema acuapónico.

A continuación, se muestra el área productiva donde podría quedar el sistema acuapónico:



Ilustración 19. Opción 1, área para instalar el sistema acuapónico en el traspatio del Sr. Gregorio Rueda H.

Opción 2. Espacio compartido con platanero

Área contigua a la primera opción, colinda con la malla ciclónica, se encuentra abierta y podría ser una ventana de oportunidad para ocupar un tamaño mayor, con la desventaja de que, al ser un área abierta, el ingreso de animales pudiera afectar a las especies del sistema acuapónico. Cuenta con un platanero y varias siembras en macetas y una gran cazuela de barro, las cuales se podrían reubicar para instalar el módulo de acuaponía.



Ilustración 20. Opción 2, área para instalar el sistema acuapónico en el traspatio del Sr. Gregorio Rueda H.

En la primera visita de asesoría y acompañamiento se le mostró al Sr. Gregorio los diseños a escala de las tres diferentes técnicas de sistemas acuapónicos para cada una de las dos opciones. Se inclinó por la opción 2; espacio compartido con platanero, para evitar eliminar la cama biointensiva, ya que es productiva.

El Sr. Gregorio está interesado, pero no se siente seguro de qué sistema acuapónico instalar en su traspatio, por lo tanto, el Dr. Luciano Aguirre le mostró varios videos, la mayoría de trabajos en el continente asiático, lo cual lo animó a él y a su familia.

Inicialmente, había decidido que el sistema se construiría en contenedores y comentó que los próximos días compraría tres contenedores de 1 m³ de plástico dentro de una jaula metálica para instalar su sistema acuapónico de acuerdo a las opciones que ofrece la FAO, ya que vio la ventaja de ser en contenedores, que puede cambiar la configuración de su módulo cada vez que lo desee; además que al utilizar la opción 2; espacio compartido con platanero, se podrá dejar más espacio. Una desventaja de utilizar este tipo de recipientes es la relativa vida corta del material, comparado con estanques contruidos de cemento y ladrillo.

Se había programado unos días después, acompañar al Sr. Gregorio a adquirir los contenedores; sin embargo, dicha reunión fue cancelada, debido a un cambio de opinión, ya que finalmente se interesó en construir un estanque de ladrillo y cemento, con 2.8 m de largo, por 1 m de ancho y una profundidad de 80 cm. El Sr. Gregorio, finalmente, se interesó en instalar la técnica de Película Nutritiva para utilizar el espacio vertical sobre el muro contiguo. El estanque quedó de la manera como se muestra en la Figura 21.



Ilustración 21. Estanque construido con ladrillo y cemento en área de opción 1

El Sr. Gregorio sembró 60 alevines en junio de 2020 y, además del estanque, construyó sobre éste una especie de invernadero, con una estructura cubierta con plástico, ya que notó que la temperatura del agua era muy variable a lo largo de las 24 horas del día, midiendo organolépticamente con su mano. La instalación de dicho invernadero ayudó a mantener la temperatura de manera agradable y sin cambios bruscos. La producción de tilapia llegó a consumirla en diciembre del año 2020, sin embargo, no estuvo satisfecho con el tamaño que alcanzó, ya que esperaba ejemplares de más de medio kilo y solo pesaron 300 g.

El Sr. Gregorio no completó el sistema acuapónico, debido a que sentía que el agua estuviera en óptimas condiciones para sembrar las especies vegetales. Desafortunadamente en marzo de 2021, falleció su esposa y no se encuentra con el ánimo para continuar innovando con la acuaponia. Quizá cuando pasen algunos meses

podría retomar el proyecto; él permanece como socio activo de la Cooperativa “El Porvenir” y continuará con su producción de traspatio.

6.1.6 Sr. Oscar Vázquez Ramírez

Tiene 43 años, es el líder de una numerosa familia que cohabita en un predio con dimensiones de 50 por 30 m, que es propiedad de sus padres y hermanos. Los miembros de esa familia se presentan en el Cuadro 8.

Tabla 8. Integrantes de la familia del Sr. Oscar Vázquez Ramírez

No.	Nombre	Parentesco respecto al contacto	Edad	Escolaridad	Participa en el traspatio?	Participará en la acuaponía?
1	Rosalía	Esposa	38	Secundaria	Si	Si
2	Jazmin	Hija	16	Bachillerato	Si	Si
3	Katia	Hija	15	Secundaria	Si	Si
4	Rebeca	Hija	14	Secundaria	Si	Si
5	Isaac	Hijo	9	Primaria	Si	Si
6	Abril	Hija	6	Primaria	No	No
7	Ashley	Hija	3	No aplica	No aplica	No aplica
8	Elmer	Hermano	35	Bachillerato	Si	Si
9	Laura	Cuñada	35	No sabe	Si	Si
10	Reyna	Cuñada	48	No sabe	Si	Si
11	Nefi	Sobrino	14	Secundaria	Si	Si

Fuente: Elaboración propia, con datos de la encuesta de abril de 2021.

Este grupo de personas es conocido como familia Conde, en dicho terreno han construido cinco casas. Tienen árboles frutales, camas biointensivas sembradas con lechuga, brócoli, cebolla, acelgas, entre otras hortalizas, además de plantas aromáticas y medicinales. El Dr. Luciano, mientras se realizaba la visita a las camas biointensivas arrancó una planta de haba (leguminosa que también cultiva en su predio) y mostró los nódulos en las raíces, que son unas bolitas y son las colonias de bacterias fijadoras de nitrógeno; por lo tanto, mencionó que es mejor cortar los tallos con un machete y dejar las raíces, para que permanezcan en el suelo y sea favorecido con esas bacterias.

Sobre sus gallinas, la Sra. Laura, cuñada del Sr. Oscar Vázquez, mencionó que tenían problemas, ya que se escaparon del corral e invadieron las camas biointensivas donde se comieron las lechugas que tenían sembradas. El Dr. Luciano Aguirre recomendó que podrían hacer el perímetro donde se ubican las camas biointensivas con un material más duradero, es decir, que tenga mayor permanencia, considerando que en el futuro podrían tener un invernadero.

Tras recorrer todo el solar, se llegó a la conclusión que el mejor lugar para colocar el sistema acuapónico es frente uno de los gallineros, un área de 5 por 5 m, quedando más o menos a la mitad del terreno y cercano a una de las casas, para tener el suministro de energía eléctrica de manera cercana.

El Sr. Oscar, expresó interés por los sistemas de Película Nutritiva y el de Lecho Inerte, por lo tanto, se le presentarían en la siguiente reunión.



Ilustración 22. Área disponible para instalar sistema acuapónico del Sr. Vázquez

En la segunda visita de asesoría y acompañamiento, se presentó al Sr. Oscar Vázquez, los costos de los sistemas acuapónicos de su interés; sin embargo, se reflexionó sobre el uso de esos materiales sólo sería para unos años, por lo que el Sr. Oscar, prefiere construir un estanque y utilizar el sistema de Película Nutritiva

Además, el Dr. Luciano Aguirre hizo una reflexión sobre la planeación de la producción en ese predio, va encaminado a obtener una alimentación balanceada, ya que el terreno

es habitado por 12 personas, entre adultos, jóvenes y niños, y la mejor forma de aprovechar su terreno es hacerlo productivo con animales como borregos, puercos, gallinas y con el sistema acuapónico.

En una tercera visita de asesoría y acompañamiento con el Sr. Oscar Vázquez, y parte de los miembros de su familia, se vuelve a abordar las ventajas y desventajas sobre los tipos de sistemas acuapónicos.

El área que se había elegido para instalar el sistema acuapónico ahora es mayor, debido a que se ha decidido retirar el gallinero que tenía en el área contigua.

El estanque podría ser ovalado en un extremo, el otro de forma recta para colocar los filtros (mecánico y biológico) para bombear el agua al sistema, tras una breve charla decide que probablemente sea instalado el sistema de Película Nutritiva.

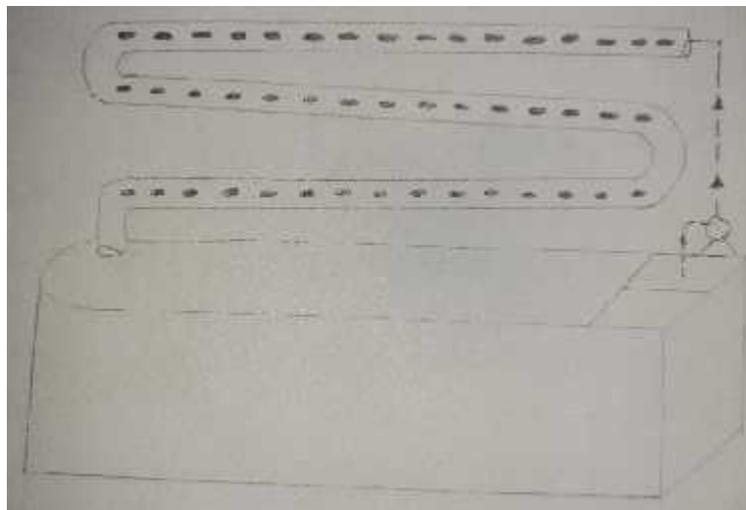


Ilustración 23. Diseño de estanque con sistema película nutritiva en el traspatio del Sr. Oscar Vázquez

En marzo de 2020, los cambios que trajo la contingencia generada por la pandemia del SARS-Cov-19, canceló los planes para continuar con la instalación de su estanque y posteriormente la siembra de especies vegetales y completar el sistema acuapónico. Tuvo cambios en la dinámica de su familia, ya que parte de la diversidad de sus actividades económicas es la fabricación de mochilas escolares; sin embargo, cambió

hacia la producción de cubrebocas, debido a la demanda que de un día a otro hubo de este tipo de productos.

El área asignada en marzo de 2020, la ha utilizado para construir camas biointensivas y sembrar rábanos, (abril 2021), es posible que una vez que concluya este ciclo productivo, pueda utilizar el espacio para instalar su sistema acuapónico, en el cual ya no considera la opción de construir el estanque, sino que buscará opciones que incluyan materiales más económicos o de reuso, como los contenedores con capacidad de un metro cúbico, de material plástico, rodeados por una jaula metálica.

Se encuentra interesado en volver a recibir capacitación otra vez, recordar y volver a empaparse de los conocimientos para instalar los sistemas acuapónicos, porque le parece muy interesante tener doble producción, con ahorro de agua, ya que su producción será destinada principalmente al autoconsumo de su numerosa familia.

Finalmente, se presenta a continuación una recapitulación de este apartado de resultados, se observa que las y los productores de traspatios sujetos de estudio de esta investigación, pretenden destinar sus producciones principalmente al autoconsumo. Aunque, al parecer existen dos productoras que claramente manifiestan una visión mayormente comercial: la Sra. Lucía Salinas y la Srita. Gilberta Paisano. Por supuesto, las y los otros productores de sistemas acuapónicos también pretenden comercializar los productos de dichos sistemas, pero lo más importante en este inicio es satisfacer el autoconsumo, posteriormente se decidirán sobre la comercialización.

Si bien es cierto que la mayoría de los miembros de las familias productoras no planean participar en los cuidados y labores por mantener en buenas condiciones los sistemas acuapónicos, las jefas y jefes de familia si dicen estar comprometidos porque dichos sistemas lleguen a tener éxito. Y aunque los hijos no planeen involucrarse en la producción acuapónica o que esté en duda su participación, no se requiere de mucha mano de obra para hacer producir el sistema por el reducido tamaño del mismo, donde más se requiere la participación de los hijos y otros integrantes de la familia es en la construcción o habilitación del estanque y éstos ya se realizaron la mitad de las y los jefes de familia resaltan que más allá de percibir las actividades requeridas como una obligación, éstas fortalecen los lazos familiares, son recreativas y relajantes; para la otra

mitad perciben las actividades realizadas en los sistemas acuapónicos como una forma de aprovechar los espacios disponibles en sus hogares y una forma de obtener alimentos saludables a costos asequibles que benefician la salud de sus seres queridos. En el caso de la productora que instaló completamente su sistema acuapónico, consideró que solamente aumentó el tiempo por las actividades llevadas a cabo en el sistema acuapónico unos treinta minutos más de lo que invierte diariamente a trabajar en su traspatio.

Como ya se mencionó párrafos arriba, las inversiones llevadas a cabo para la instalación del estanque de los sistemas acuapónicos y la siembra de alevines de quienes llegaron a esta fase es bastante variable (de 12,100, 14,500 y 5,000 pesos a una persona que no invirtió ninguna cantidad monetaria), ello se debe a la cantidad de trabajo que se proporcionó por los miembros de la familia, al uso de materiales locales (arena recolectada), materiales reciclados (ladrillos o bloques, etc.) y en la mayoría de los casos se utilizaron fosas, estanques en desuso para rehabilitarlos como parte del sistema acuapónico.

La técnica de sistema acuapónico que más les interesó a las y los productores fue el de Película Nutritiva, puede ser por la semejanza que tiene con el popular y conocido sistema hidropónico al utilizar tubería de PVC para la siembra de las especies vegetales. Solo un sistema acuapónico se instaló de los traspatios objeto de estudio de esta investigación y fue precisamente de Película Nutritiva. Para un traspatio, la productora eligió la técnica de Lecho Inerte, ya que le parecía más fácil y económico para conseguir los recipientes donde se colocaría el material donde se llevaría a cabo la siembra de las especies vegetales. La técnica de Placas Flotantes les pareció a las y los productores la menos atractiva por el factor de la falta de oxígeno en el agua donde se encontrarían las placas con la siembra vegetal, y la necesidad de instalar equipos de aireación, generando un consumo mayor de electricidad.

De los seis sistemas acuapónicos que se pretendían instalar, en cuatro de ellos se pudo construir el estanque (que constituye la labor más difícil y costosa de la acuaponía), en uno de ellos sólo se alcanzó a llegar a fosa (falta instalar la membrana homocinética y recubrir con ladrillo y cemento) y otra más que ha quedado pendiente para un poco más

adelante. De los seis sistemas comprometidos a instalarse solamente uno de ellos llegó a concluirse de manera definitiva (siembra de alevines de tilapia y lechuga), cuatro de ellos ensayaron la siembra de alevines, pero tres no sembraron la lechuga.

En el sistema acuapónico de la Sra. Lucía Salinas, y los estanques de la Srita. Gilberta Paisano, la Sra. Patricia Tapia y el Sr. Gilberto Rueda, los peces no llegaron al peso esperado, de acuerdo a los comentarios de los cuatro productores mencionados, concuerdan en que la variación de temperatura no permitió que crecieran, ya que durante el día, el agua rondaba los 25 ° C y por las noches bajaba en promedio a 15°C, por lo tanto, el Sr. Gilberto Rueda y la Sra. Lucía Salinas colocaron en sus respectivos estanques, un invernadero con el fin de mantener temperatura cálida al interior y evitar que bajara bruscamente durante la noche, a pesar de que los alevines fueron sembrados en primavera y se mantuvieron hasta el final del otoño del año 2020. Estos dos productores consumieron sus pescados, pero el peso máximo fue de 300 g, dejándolos insatisfechos ya que esperaban especies de al menos medio kilogramo.

La producción de peces de los estanques de la Sra. Patricia Tapia y de la Srita. Gilberta Paisano, no fue consumida, ya que los peces murieron dentro del estanque y tenían una apariencia desagradable, lo cual motivo a no ser consumidos. De acuerdo a las observaciones del manual de la FAO (2010) la mortandad pudo ser provocada por la falta de oxigenación en el estanque.

Las tres productoras y productores que aun teniendo sus estanques ya construidos, que sembraron los alevines de tilapia, pero no sembraron la lechuga, manifestaron que les interesaban otras especies vegetales (plantas medicinales, aromáticas, flores u otras). Habría que averiguar qué pasó con dicha posición ya que desde los cursos y talleres se les hizo saber que se iniciaría con la siembra de lechuga, ya que era necesario afinar detalles sobre el funcionamiento del sistema en su conjunto y que dicha hortaliza era de la más fácil de monitorear y sobre la que mayor información se había desarrollado. Es posible que hubiera sido falta de capacitación y seguimiento para reforzar este aspecto.

6.2. Aceptación de los Productos de los Sistemas Acuapónicos

Incluir en la dieta familiar diversos tipos de alimentos, colabora a proporcionar al cuerpo la diversidad de nutrientes que son requeridos para un correcto funcionamiento del organismo y mantener en buenas condiciones el estado de salud. El pescado aporta cantidades relevantes de los siguientes minerales; fósforo, potasio, calcio, sodio, magnesio, hierro y yodo, además de que es una proteína de fácil asimilación FAO (2010).

Para las y los productores sujetos de estudio, están de acuerdo con la necesidad de consumir regularmente pescado, tanto para mantener una buena salud y evitar enfermedades, y también para variar el consumo de las carnes provenientes de la pequeña ganadería que algunos producen en sus traspatios y que, al producirla, será a menor costo comparado con los adquiridos en mercados cercanos, además de que dentro de la junta auxiliar de San Lorenzo Almecatla, solo hay un sitio donde venden pescado en temporada cuando la demanda lo exige, durante los viernes de cuaresma y en la Semana Santa.

La producción de especies animales, la tilapia del Nilo (*Oreochromis niloticus*) fue el común denominador para cuatro productores, de los cuales, sólo dos los consumieron. Ellos manifestaron que las tilapias tuvieron un mejor sabor que las adquiridas en los mercados locales, aunque el tamaño fue más pequeño al que acostumbran consumir.

Cabe resaltar que no se realizó difusión en la población de San Lorenzo Almecatla, sobre la implantación de los sistemas acuapónicos, sino que se fueron enterando por conversaciones con los productores y por qué la Sra. Lucía colocaba fotografías de sus resultados en su whatsapp, por tal motivo se enteraron y llegaron a comprar peces, algunos vivos, para lo cual, los compradores llevaron sus cubetas y otras veces, sacrificados y descamados, en un precio por kilogramo de 130 pesos. En el mercado de mariscos de la ciudad de Puebla, que está a 30 minutos en vehículo particular de San Lorenzo Almecatla, el kilogramo de tilapia tiene un precio de 120 pesos. Los 10 pesos extra, no fue impedimento para adquirir el producto, ya que no es un producto fácil de conseguir en dicha comunidad. Los clientes consumidores notaron un mejor sabor, respecto a los adquiridos en otros sitios, no mencionaron queja alguno o insatisfacción

por el tamaño que a la productora no le había satisfecho. Esto coloca en relieve de que hay aceptación de parte de algunos miembros de la comunidad a la aceptación de la tilapia del Nilo producido en acuaponía localmente.

Algunos de estos clientes esperaron con ansias las lechugas, ya que en general les parecía una buena idea la producción en sistema acuapónico, entre curiosidad y ser parte de la novedad en la comunidad. A pesar de no haber probado las lechugas, se encuentran en espera de consumirlas, les motiva la innovación en al que se encuentra, más no consideran las ventajas que tiene el sistema acuapónico, como el ahorro de agua, la recirculación, ni la doble producción en menor tiempo y espacio. Habría que investigar si es la falta de maduración del agua del estanque, la que no favorece la acumulación de residuos de alimentos y heces fecales de los peces lo que no permitió la producción de la lechuga, o bien habría que probar fechas de siembra diferentes a las ensayadas en esta ocasión, entre otros aspectos.

Los productores que no llegaron a instalar el sistema acuapónico consideran que con mayor acompañamiento, el cual no se dio por la distancia social derivado de las restricciones de las medidas para evitar los contagios del virus SARS-CoV-19, y con más capacitación, pueden tener mejores resultados y en un futuro hacer negocio con la comercialización de los productos de la acuaponía.

6.3 Expectativas Económicas de las y los Productores

Algunos de los productores de traspatio, sujetos de estudio de esta investigación, empezaron a producir con la expectativa de tener mejores alimentos a bajo costo para sus familias, para mantener en buen estado su salud, con el paso del tiempo y con mayor experiencia, algunos de ellos, empezaron a tener producción excedente, la cual comenzaron a comercializar con personas cercanas a ellos, vecinos, conocidos o algún familiar. Para otros productores que no les interesó o no tuvieron necesidad económica de realizar la venta de sus productos, simplemente lo intercambiaron o regalaron a aquellas personas que observaron que necesitaban alimento.

Para aquellas productoras y productores, que con el paso del tiempo han hecho de la producción de traspatio su *modus vivendi*, sus expectativas económicas son diferentes. En primer lugar, en las entrevistas, señalaron que ocuparían el dinero obtenido de la venta, para re invertir en el traspatio, ya sea con la adquisición de más materiales e insumos para continuar con la producción y mantenerse fieles a sus clientes y obtener más recursos económicos. Dentro de estas inversiones está el adquirir terrenos para instalar camas biointensivas y en caso de conocer mejor el sistema acuapónico, también instalarían módulos de mayor tamaño.

Principalmente la Sra. Lucía Salinas, quien ha obtenido mayor experiencia y conocimientos, se encuentra interesada en dominar la técnica acuapónica, ya que su preocupación es la falta de agua que requiere para tener su producción continua, además de que cuenta con una cartera de clientes a los que desea mantener cautivos. Tiene especial interés en aprender y dominar la acuaponía, ya que su visión es empresarial y si al mismo tiempo puede obtener doble producción y ahorrar agua, lograría sus objetivos personales, de tener producto disponible y suficiente recurso hídrico para sus otras producciones. Después de esta primera prueba con su sistema acuapónico, de la cual no obtuvo el tamaño deseado en las especies animales y que no se desarrollaron las vegetales, no pudo hablar de cuál es su expectativa económica en términos monetarios; sin embargo, está interesada en poner a trabajar su sistema nuevamente para al menos recuperar la inversión en dicho sistema. Se considera optimista con los siguientes ciclos, pues ha obtenido experiencia, solicita mayor acompañamiento y asesoría por parte del Campus Puebla del Colegio de Postgraduados, ha logrado identificar sus ventanas de oportunidad, así como las faltantes de capacitación y conocimiento. Debido a que su caso es mayormente empresarial que, de autoconsumo, no tiene estrategias financieras que probablemente requiera para tener crecimiento desde el punto de vista económico; sin embargo, se deja llevar por su intuición y experiencia.

En el caso del estanque del Sr. Gilberto Rueda Hernández, la producción de peces fue para el consumo de los miembros de su familia, cuyas especies llegaron a los 300 g y que dejó una sensación de insatisfacción puesto que esperaban que fueran de mayor tamaño. La producción de la totalidad del traspatio de la familia Rueda Hernández, es

para consumo propio, incluye árboles frutales, hortalizas, medicinales, aromáticas y huevo, los excedentes son intercambiados u obsequiados entre otros miembros de la Cooperativa “El Porvenir”, sus familiares y vecinos. Caso contrario a la Sra. Lucía Salinas, las expectativas para el Sr. Gilberto Rueda es solamente el consumo propio debido a que sus ingresos monetarios provienen de otras fuentes diferentes al traspatio, en el cual realiza actividades recreativas y de relajación. Con este productor no hay expectativas económicas, sino simplemente disfrutar el placer de la agricultura familiar.

Para la Sra. Patricia Tapia, la producción en su estanque no fue consumida, ya que la mortandad fue completa, resultando en pescados con mal aspecto. La producción de este traspatio, es dirigido a mantener la salud de los integrantes de esta familia, no tiene una visión empresarial; sin embargo, debido al tamaño del estanque con que cuentan y que en años anteriores ya habían tenido producción piscícola, podrían comercializar la producción acuapónica, ya que cuenta con espacio para llevarla a cabo, se encuentra interesada en completar la instalación de sus sistemas acuapónicos y en términos económicos, necesitaría saber las cantidades producidas para hacer estimaciones sobre sus expectativas económicas. En cuanto a la forma de comercialización, es una situación que no le preocupa, debido a que se considera una personas con varios conocidos, amistades y familiares en la Junta Auxiliar de San Lorenzo Almecatla y que la forma de dar a conocer su venta sería mediante redes sociales, principalmente con Whatsapp y con la recomendación de boca en boca, aunque cree que la participación en eventos de difusión o ferias organizadas por el municipio de Cuautlancingo le pudiera ayudar a tener mayores ventas. Para la comercialización, considera que necesita capacitación para el sacrificio de los peces, así como en la presentación del producto final para la venta, es decir, la descamación, fileteo o corte de los mismos.

La Srita. Gilberta Paisano tampoco tuvo consumo ni comercialización de la producción piscícola, fue la productora que expresó mayor frustración, impotencia y tristeza por la mortandad, se caracteriza por tener gran afecto a su traspatio, lo mantiene y cuida con especial esmero; tanto a las especies vegetales como animales. La Srita. Gilberta Paisano tiene como *modus vivendi* la venta de tlacoyos elaborados en colaboración de su señora madre y la venta de productos de primera necesidad en la tienda que instaló

en un cuarto dentro de su casa, donde también realiza la venta de su producción excedente, la cual, se puede decir que es especialmente producida para ello. Desde el inicio del acompañamiento a esta productora, mostró interés en producir en su sistema acuapónico para realizar comercialización y obtener recursos económicos; sin embargo, no tenía cantidades exactas sobre sus expectativas financieras, además de que tenía en mente no invertir grandes cantidades para esta instalación y operación, ya que la mayor parte de su producción es mediante recipientes de reuso, los cuales le han sido obsequiados o consigue a precio asequible en centros recicladores de residuos, en conjunto con creatividad y empeño por mantener su producción.

En cuanto al Sr. Oscar Vázquez, la producción acuapónica, tiene contemplada dirigirla exclusivamente al consumo de su familia. Y para el Sr. Ricardo Olivares, es mayormente probable que sea para comercialización; sin embargo, tampoco tiene claras las cantidades tanto monetarias como productivas, hasta tener la primera experiencia de la instalación de su sistema acuapónico.

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Aclaraciones Previas

El presente trabajo de investigación tesina se llevó a cabo con productoras y productores de sistemas acuapónicos ubicados en la agricultura familiar de subsistencia y de transición en un área periurbana. La producción en sistemas acuapónicos representa una innovación para este tipo de productores en el área objeto de estudio, ya que dichos sistemas constituyen un nuevo y mejorado producto que ha sido puesto a disposición de las y los productores en cuestión.

La innovación de referencia, por otro lado, requiere afinarse y adaptarse a las diferentes condiciones climáticas, tecnológicas, socioeconómicas y de manejo que le proporcionen cada una de las y los productores involucrados en los sistemas acuapónicos. Por lo que la tecnología requerida para la producción de tilapia del Nilo y lechuga de manera integrada en dichos sistemas se irá adaptando gradualmente. Esta es la primera prueba para afinar la tecnología.

Asimismo, la información disponible en la literatura para evaluar proyectos con productoras y productores de la agricultura familiar de subsistencia y de transición, como los del área objeto de estudio, es prácticamente inexistente. Motivo por el cual conceptos como factibilidad, viabilidad e innovación, requieren ser tratados considerando la lógica económica y productiva de este tipo de productores, tales como: utilización de la mano de obra familiar primordialmente, en lugar del trabajo pagado o contratado; los materiales utilizados para la instalación de los sistemas acuapónicos prevalecen los de reuso y recolecta de materiales locales (arena).

Por otra parte, el concepto de innovación se hizo coincidir con lo expresado por el Manual de Oslo, en su cuarta edición, donde se reconoce que los productores de la agricultura familiar se relacionan más con innovaciones incrementales o progresivas (en lugar de innovaciones disruptivas o radicales, generadas en laboratorios y campos experimentales), las cuales éstos adoptan y adaptan gradualmente y que han modificado a través del tiempo.

7.2 Conclusiones

Las aclaraciones antes expuestas nos proporcionan el marco para concebir los conceptos de factibilidad y viabilidad como diferentes pero que guardan una estrecha relación; factibilidad se refiere a la posibilidad de realizar un proyecto, y viabilidad alude a que el proyecto en cuestión pueda recuperar la inversión. Desde esta perspectiva el proyecto de sistemas acuapónicos es factible, ya que de seis de éstos acordados de instalarse con las y los productores de San Lorenzo Almecatla, una productora completó la instalación del sistema acuapónico, tres han avanzado hasta la construcción del estanque y sembrado alevines de tilapia del Nilo, uno más ya ha establecido su estanque y haría falta hacer la prueba de siembra de alevines, el último de ellos tiene el área reservada donde se construirá el estanque.

Respecto a la viabilidad del proyecto es necesario llevar a cabo más pruebas y afinar los aspectos de tipo técnico, que no permitieron que la instalación de los sistemas acuapónicos se concluyeran totalmente (que cuando menos los tres que sembraron alevines también hayan ensayado la siembra de lechuga, y no solamente una como finalmente ocurrió); y, sobre todo, superar los problemas que han ocasionado la muerte de los peces en dos casos y el bajo tamaño y peso de los peces en los dos casos donde lograron sobrevivir.

Otro aspecto en el que es necesario profundizar es en el análisis de aquellas cuestiones relacionadas con la capacitación y seguimiento que pudieron incidir en no lograr la instalación total de los sistemas acuapónicos, en la muerte de los peces y en el bajo tamaño y peso de los mismos.

Sin duda, en todas estas cuestiones que no permitieron concluir la instalación de los sistemas acuapónicos de manera completa, los problemas presentados con los peces, la realización reuniones para talleres y cursos de capacitación y, en algunos casos, hasta para terminar a tiempo los estanques, influyeron las medidas sanitarias de prevención del COVID-19.

En lo relativo al proceso de instalación de los sistemas acuapónicos (hasta la etapa que cada productora o productor pudo lograr) es preciso mencionar, que aun cuando algunos de ellos invirtieron cantidades importantes de dinero, el reuso de materiales y la mano de obra familiar desempeñaron un papel importante, sobre todo, en la construcción de los estanques. Lo cual reafirma que la lógica económica y productiva de los productores de la agricultura familiar, como en las y los participantes en este proceso, ha sido fundamental.

No está de más recordar que la instalación de sistemas acuapónicos en la comunidad de San Lorenzo Almecatla, constituye una innovación, que mucha de la información relativa a esta se encuentra en internet, misma que se utilizó en los talleres y cursos de capacitación brindados a las productoras y productores, acompañada dicha información con videos sobre los temas esenciales acerca de la tecnología y cuidados requeridos para la instalación y funcionamiento de los sistemas acuapónicos; se realizaron algunas visitas a granjas donde se practica la acuaponía, tanto cerca de la comunidad como en sitios alejados a ésta (en las que participaron la mayoría de las y los productores); se platicó en varias ocasiones y se contó con la asesoría a un productor de la comunidad que había tenido la experiencia en producción de tilapia del Nilo. Sin embargo, hacía falta realizar ensayos en las condiciones climáticas, socioeconómicas y de manejo que se le pueda brindar a los sistemas en cuestión en el lugar donde se instalarían, y en este primer ensayo se presentaron algunos problemas, mismos que habría que superar así como sus posibles causas:

-) En el caso de que solamente un sistema acuapónico haya podido instalarse de manera completa (cultivar tilapia y lechuga) y los demás tan sólo hayan llegado a cultivar tilapia. De alguna manera refleja que no fue muy atractiva la lechuga como cultivo nodriza, pero también que la capacitación y seguimiento no fue clara ni precisa, ya que la lechuga se había seleccionado porque es el cultivo donde mayor información existe y fácil de manejar, mientras se afinaba el funcionamiento de los sistemas. Esto sin desdeñar las dificultades que entrañaron las medidas sanitarias del COVID-19.

-) La muerte de peces, en dos casos, sin motivo aparente. De acuerdo con lo que indica la literatura sobre el particular, pudo ser ocasionado por falta de oxigenación, lo cual obliga a revisar si las caídas de agua están en la distancia adecuada, si los materiales para romper el chorro de agua (pequeñas piedras) fueron la cantidad óptima, ya que esto permite aprovechar el oxígeno transportado en el agua. Otra posible causa que pudo incidir en la muerte de los peces es que no se haya aireado suficientemente el agua, sobre todo si esta provino de la red doméstica, la cual contiene algunas cantidades de cloro disuelto.

-) Para el caso donde se llegó a sembrar lechugas, la falta de crecimiento pudo ser debido a que la productora utilizaba el agua del estanque de los peces para regar las hortalizas cultivadas en el traspatio, lo cual no permitió madurar la mezcla de agua, formada por residuos de alimentos y excretas de los peces, estos elementos constituyen la nutrición en plantas y animales en la técnica acuapónica; la falta de maduración impide que las bacterias nitrificantes colonicen el filtro biológico para convertir los elementos amoniacales en otros más simples de fácil asimilación por las especies vegetales.

-) En otros dos casos, el tamaño y peso de los peces no logró lo esperado por los productores, de acuerdo con lo visto en los cursos y talleres y lo observado en los sistemas acuapónicos visitados. Pudo haber influido la variación de la temperatura, ya que en el periodo de crecimiento de éstos oscilaba de 25°C en el día a 15°C por la noche.

Respecto a la aceptación del único producto resultante de los sistemas acuapónicos (tilapia del Nilo), ya que la lechuga aunque fue cultivada por una de las productoras no desarrolló lo suficiente para ser consumida, y no obstante que se reconoce de que no es una opinión representativa, dado que solamente en dos sistemas se pudo degustar la tilapia, en uno de ellos a nivel familiar (cuyo productor jefe de familia ha manifestado que la producción del sistema es para autoconsumo) y en el otro se pudo comercializar y recabar la opinión de personas ajenas al sistema. Estos últimos opinaron que el sabor

del producto fue bastante favorable, incluso mejor que la tilapia que se expende en los mercados locales (el producto se vendió 10 pesos por kilo más elevado que el del mercado, y aun así tuvo demanda). Sin embargo, la aceptación no sólo está asociada con el gusto sino también con la capacidad de recuperar la inversión y de obtener una ganancia; y en esto último la productora que logró comercializar su producto cree que un mayor tamaño y peso de la tilapia les permitirá recuperar inversión, tener ganancias. La persona que produjo la tilapia para autoconsumo manifiesta que la apariencia es importante y en esto un mayor tamaño y peso es fundamental.

Con relación a las expectativas económicas de las y los productores de sistemas acuapónicos resulta bastante difícil llegar a una conclusión, al igual que ocurrió con la viabilidad; ya que ni siquiera las y los productores que lograron cultivar tilapia del Nilo sus peces pudieron sobrevivir, sólo dos ellos tuvieron éxito, y de éstos una de ellas pudo comercializarlos (el otro no tiene expectativas de tipo empresarial).

Asimismo, la persona que logró comercializar su producto y que tiene mayores posibilidades de desarrollo empresarial, tampoco logró definir con claridad y cierta precisión sus expectativas económicas (respecto a la recuperación de la inversión, ganancias y a crecimiento futuro), ya que hizo falta tener un mayor volumen de tilapia (peces de mayor tamaño y peso) para precisar de manera cuantitativa sus expectativas. No obstante, dicha experiencia le permitió definir expectativas económicas de tipo general (de manera cualitativa), tales como: recuperar la inversión, así como invertir en establecer más camas biointensivas de hortalizas a fin de tener una clientela cautiva, invertir en agrandar el sistema acuapónico y tener una producción continua de peces.

Con relación a las demás productoras cuyos sistemas acuapónicos lograron sembrar alevines de tilapia, pero que desafortunadamente murieron, y de un productor que aun cuando ya cuenta con su estanque no pudo sembrar y producir tilapia ni lechuga, sus expectativas son bastantes generales, predominando la opinión que para expresar éstas es necesario haber tenido la experiencia de la comercialización.

Es importante resumir que solamente dos productoras manifestaron inicialmente que los productos de la acuaponía los comercializarían y el resto de ellos se han involucrado en

aprender y establecer los sistemas acuapónicos para que sus productos se utilicen para el autoconsumo.

De acuerdo con la experiencia tenida con las y los productores de traspatios integrales en la producción de hortalizas orgánicas, se ha observado que la mayoría de las y los productores iniciaron con la expectativa de producir hortalizas para consumo propio, pero conforme tuvieron excedentes se fueron involucrando en la comercialización de sus productos. Lo mismo se espera que suceda al menos con otras dos productoras, que de alguna manera ya se han involucrado en la comercialización de hortalizas orgánicas de manera permanente.

7.3 Recomendaciones

La primera experiencia de los sistemas acuapónicos en traspatios periurbanos, en San Lorenzo Almecatla deja las siguientes recomendaciones:

-) Realizar análisis químico del agua utilizada en los estanques donde se cultivarán los peces y la lechuga, esto para vigilar que los parámetros de cloro residual, dureza del agua y de bacterias que propician enfermedades de los peces (E. coli y Gram positiva), no excedan los óptimos para su buen desarrollo y, en caso contrario, tomar medidas de solución lo más rápido posible.
-) Llevar a cabo, una vez que los peces se encuentren en los estanques, pruebas de oxígeno disuelto, de nitrógeno total, de pH y de temperatura, a fin de comprobar que éstos se encuentren en sus parámetros óptimos para el buen desarrollo de los peces y, de ser necesario, aplicarse en la solución correspondiente.
-) El registro de la temperatura debe ser obligatoria en cada uno de los sistemas acuapónicos, misma que debe tomarse al menos dos veces al día, a medio día y por la noche (cuando se presenten las lecturas extremas del día) y anotarlos en una libreta para su consulta correspondiente.

- J Es necesario establecer un calendario de capacitación y seguimiento para insistir en concluir con la instalación de los sistemas acuapónicos, donde se críe tilapia y se cultive lechuga como especie vegetal, para posteriormente probar con otros cultivos, mientras se gana experiencia y se afina la tecnología de dichos sistemas.

- J Asimismo, la capacitación y seguimiento deberá extenderse a los aspectos que han presentado problemas para el buen éxito de la producción acuapónica: enfermedades de los peces, poco desarrollo del cultivo de la lechuga, bajo tamaño y peso de las tilapias, alimentación y nutrición de la especie vegetal y de la especie animal, así como sobre los parámetros que favorecen el buen desarrollo de peces y vegetales en el sistema acuapónico (oxigenación, pH, nitrógeno, cloro disuelto, entre otros).

- J De manera especial, insistir en la importancia del tiempo de maduración del agua, y mantener la mezcla agua, residuos alimenticios y excretas de los peces en los estanques sin utilizarlos para otros fines, ya que causa dilución e impide el buen desarrollo de plantas y peces.

BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, F. (2016). La metodología participativa para la intervención social: Reflexiones desde la práctica. *Ensayos Pedagógicos*. Vol. XI. No. 1
- Altieri, M. y Toledo, V. (2011). The agroecological revolution of Latin America; rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. *The journal of peasant studies*, pp. 587-612.
- Álvarez, J., Aguirre, L., Paredes, J. y Salcido, B. (2016). Lecciones sobre agricultura familiar y su contribución a la seguridad alimentaria. Campus Puebla, Colegio de Postgraduados.
- Ávila, H. (2019). Agricultura urbana y periurbana: Reconfiguraciones territoriales y potencialidades en torno a los sistemas alimentarios urbanos. *Investigaciones Geográficas*. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. No. 98.
- Ávila, J., Altamirano, R., Rendón, R. (2010). Del extensionismo agrícola a las redes de innovación rural. Universidad Autónoma de Chapingo.
- Blázquez, J. (2003). Babilonia, Boletín de la Asociación Española de Orientalistas, Universidad Complutense, Madrid.
- Begiristain, M. y López, D. (2016). Viabilidad económica y viabilidad social, una propuesta agroecológica para la comercialización de la producción ecológica familiar. ENEEK, Universidad del País Vasco.
- Caballero, R. y Paredes, J. (2016). *Agricultura familiar y seguridad alimentaria* en Lecciones sobre agricultura familiar y su contribución a la seguridad alimentaria. Campus Puebla, Colegio de Postgraduados. Pp: 19-34.
- Calatayud, S., Pan-Montojo, J. y Pujol, J. (2002). Innovación y cambio técnico en la agricultura. *Historia agraria*. No. 27. pp. 15-40.
- Calderón, A. y Soto, L. (2014). Transformaciones agrícolas en el contexto periurbano de la ciudad de San Cristobal de las Casas, Chiapas. *Estudios sociales y humanísticos*. Vol. XII, No. 1. Pp. 125-143.
- Candarle, P. (2014). Técnicas de acuaponía. Centro Nacional de Desarrollo Acuícola (CENADAC), Dirección de acuicultura. Argentina. Disponible en: https://www.academia.edu/42077647/T%C3%A9cnicas_de_Acuaponia
Consultado el 11 de Julio de 2020.

- Caló, P. (2011). Introducción a la Acuaponía. Centro Nacional de Desarrollo Acuícola. Ministerio de agricultura, ganadería y pesca. Argentina.
- Cano, E. (2015). Huertos familiares: Un camino hacia la soberanía alimentaria. *Revista Pueblos y Fronteras Digital*. Vol. 10 No. 20. Pp. 70-91.
- Castiñeira, R, López, C., Mata, F., Prieto, M. (2002). La Prehistoria. Editorial Zaragoza.
- CEDRSSA (2014). Elementos para la definición de la Agricultura Familiar. LXII Legislatura, Cámara de Diputados, México.
- COESPO (Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social), (2019)
- Colegio de Postgraduados, transferencia de tecnología, disponible en: <http://www.colpos.mx/wb/index.php/transparencia/transparencia-focalizada/transferencia-de-tecnologia>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). (2011). La biodiversidad en Puebla; Estudio de Estado. Gobierno del Estado de Puebla, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Comunicación participativa para el desarrollo (2015). Rogers: Teoría de la Difusión de las Innovaciones, consultado el 01 de octubre de 2020. Disponible en: <https://tucomunidadinfo.wordpress.com/2011/08/15/rogers-teoria-de-la-difusion-de-las-innovaciones/>
- CONEVAL. “El acceso a los alimentos en los hogares: un estudio cualitativo, 2013-2014” disponible en: https://www.coneval.org.mx/Evaluacion/ECNCH/Documents/CIESAS_alimentacion.pdf
- Cruzada Nacional contra el hambre, (2012), publicación, disponible en: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/120919/CruzadaNacionalContraElHambre.pdf>
- Delgado, B. y Escobar, C. (2009). Innovación tecnológica, soberanía y seguridad alimentaria. AGRUCO Plural editores.
- De Schutter, A. (1986). Investigación participativa: una opción metodológica para la educación de adultos. Retablo de papel No. 3. México.
- De Schutter, A. (1987). Método y proceso de la investigación participativa en la capacitación rural. Cuadernos del CREFAL No. 19. México.

- Díaz, A. (2006). Desarrollo económico y proceso legislativo, compilación. Grupo parlamentario del PRD, Cámara de Diputados de la LIX Legislatura. *Las Chinampas, una forma renovada de agricultura ecológica milenaria*. pp. 353-361.
- Duché, A., Bernal, H., Ocampo, I., Juárez, D., Villarreal, O. (2017). Agricultura de traspatio y agroecología en el proyecto estratégico de seguridad alimentaria (PESA-FAO) del estado de Puebla. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, Vol. 14, No. 2.
- Engel, P. (2004). Facilitando el desarrollo sostenible: ¿hacia una extensión moderna? *Boletín InterCambio*, año 1, No. 10.
- FAO (2004), Manual básico Agro-Acuicultura integrada. Documento técnico de pesca No. 407.
- FAO (2011). Seguridad Alimentaria Nutricional, Conceptos Básicos 3ra Edición.
- FAO (2015) Agricultura Urbana y periurbana en América Latina y el Caribe: Una realidad. Boletín, disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/FCIT/PDF/Brochure_FAO_3.pdf
- FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. (2020). *Versión resumida de El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2020. Transformación de los sistemas alimentarios para que promuevan dietas asequibles y saludables*. Italia, FAO.
- FAO, OPS, WFP y UNICEF. (2019). *Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2019*. Chile..
- Flores, Y. (2016). Seguridad y soberanía alimentaria, ¿Una alternativa frente al problema del hambre? Encrucijada revista electrónica del centro de estudios en administración pública. Año 7, No. 23. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Freire, P. (1984). *¿Extensión o comunicación?* Siglo veintiuno editores, México.
- García, F., (2003). La agricultura latinoamericana en la era de la globalización y de las políticas neoliberales; Un primer balance. *Revista de Geografía*. Vol. 2 pp. 9-36
- Girón, A. (2007). Difusión de innovaciones, Universidad Experimental Simón Rodríguez, Caracas, Venezuela.
- Gómez, E., Mata, B. y González, M. (2017). ¿Es la agroecología un extensionismo participativo? El caso de las escuelas campesinas en México. *Kavilando*, Vol. 9 No. 1 pp170-183.

- Gómez, F., Ortega, N., Trejo, L., Sánchez, R., Salazar, E., Salazar, J. (2015). La acuaponía: Alternativa sustentable y potencial para producción de alimentos en México. *Revista Agroproductividad*, Vol. 8, No. 3. Pp. 60-65.
- González, A., Rojas, O., Ruelas, I. (2017). Viabilidad técnica, financiera, social de mercado de un sistema de acceso por huella dactilar basado en una metodología mixta. *Revista de desarrollo económico* Vol. 4 No. 13 pp. 57-63.
- González, E., Torres, C., (2014). La sustentabilidad agrícola de las chinampas en el Valle de México: Caso Xochimilco. *Revista mexicana de agronegocios*. Vol. 34 pp. 699-709.
- González, F., Pérez, A., Ocampo, I., Paredes, J., de la Rosa, P. (2014). Contribuciones de la producción en traspatio a los grupos domésticos campesinos. *Estudios sociales*. Vol. XXII, No. 44. Pp. 146-170.
- Hernández, L. (2006). La agricultura urbana y caracterización de sus sistemas productivos y sociales, como vía para la seguridad alimentaria en nuestras ciudades. *Cultivos tropicales*. V. 27, No. 2 . Pp. 13-25.
- Hernández, S. (2016). El periurbano, un espacio estratégico de oportunidad. *Revista bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona. Vol. XXI No. 1,160.
- Herrera, F. (2006). Innovaciones tecnológicas en la agricultura empresarial mexicana. Una aproximación teórica. *Gaceta laboral*, Vol. 12, No. 1. Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.
- Impulsa popular (2015). Proyectos factibles vs proyectos viables, recuperado el 14 de enero de 2021 en: <https://www.impulsapopular.com/gerencia/proyectos-factibles-vs-proyectos-viables/#:~:text=Aunque%20ambos%20t%C3%A9rminos%20tienen%20una,ser%20sostenible%20y%20rentable%20econ%C3%B3micamente>.
- INEGI (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos Cuautlancingo, Puebla.
- INEGI (2015) Encuesta intercensal
- Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED), (2019) Enciclopedia de los Municipios

- Jusidman, C. (2014). El derecho a la alimentación como derecho humano. Salud pública. Vol. 56 Supl. 1.
- Kupferberg, K. (2020). Viabilidad de un proyecto: ¿Cómo se calcula? Página web Compara software, visitado 26 de noviembre de 2020, disponible en; <https://blog.comparasoftware.com/viabilidad-de-un-proyecto/>
- López, P. y Fachelli, S. (2015). Metodología de la investigación social cuantitativa. Centre d'Estudis Sociologic sobre la Vida Quotidiana i el Treball. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Martínez, E., Carranza, I., Sánchez M. (2013). Finanzas comunitarias. Metodología para la formación de grupos de ahorro y préstamo comunitario en el medio rural. Colegio de Postgraduados, Campus Puebla.
- Martínez, J. (2018). Aceptación de un producto. *Liderazgo y mercadeo*. Disponible en; <https://www.liderazgoymercadeo.co/aceptacion-de-un-producto/> Consultado el día 29 de Septiembre de 2020.
- Nelson, R. (2007) Acuaponic, Publicación de Nelson-Pade Multimedia, Estados Unidos de América
- Nelson, R. (2007). *Acuaponía*. Wisconsin, USA: Nelson Pade Multimedia.
- Núñez, C. (2005). Educación popular: Una mirada de conjunto. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. Guadalajara, México.
- OCDE, Eurostat (2018). Oslo Manual Guidelines for collecting, reporting and using data con innovation. 4ta. Edición. The measurement of scientific, technological and innovation activities, OCDE Publishing, Paris, Eurostat. Luxemburgo.
- Olvera, J., Álvarez, N., Aceves, E. y Guerrero, J. (2017). Perspectivas del traspatio y su importancia en la seguridad alimentaria. *Agroproductividad*, 10 (7), pp. 39-45.
- Pelegrín, J., Juaneda, E., Olarte, C. y Sierra, Y. (2016). Diez tipos de expectativas. *Revista Perspectiva Empresarial*. Vol. 3. No. 1 pp. 109-124.
- Perez, A. (2019) Producción integral de alimentos en agricultura periurbana. Sistematización de experiencias en la Granja El Porvenir, San Lorenzo Almecatla. Colegio de Postgraduados.

- Quiroa, M. (2020) Economipedia. Estudio de factibilidad. Visitado el 26 de noviembre de 2020, disponible en; <https://economipedia.com/definiciones/estudio-de-factibilidad.html>
- Ramírez, I., Ruilova, B., Garzón, J. (2015). Innovación tecnológica en el sector agropecuario. Universidad Técnica de Machala, Ecuador.
- SAGARPA (2003). Memorias de la reunión nacional de Tilapia. 1er. Foro internacional de acuicultura, un encuentro con el mercado. Guadalajara, México.
- SAGARPA y FAO (2012). Agricultura familiar con potencial productivo en México. Rus, E. (2020). Economipedia. Definición de viabilidad. Visitado el 26 de noviembre de 2020, disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/viabilidad.html>
- Secretaria de Desarrollo Social (2015) Catálogo de localidades de la Secretaria de Desarrollo Social.
- Secretaria de Desarrollo Social (2017). Actualización del Programa Sectorial de Desarrollo Social 2011-2017, Puebla, México.
- Secretaría de Desarrollo Social. (2014). *Diagnóstico del programa de unidades móviles alimentarias para el Estado de Puebla*. México
- Serrano, M., Calderón, F., Vargas, S., López, H. Antonio, P., Martínez, G., Cortés, E. y Salcido, B (2016). Características estructurales y productivas de hogares con diferente grado de seguridad alimentaria en Puebla. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 13, pp. 547-563.
- Sevilla, G. (2005). Agroecología y agricultura ecológica: Hacia una “re” construcción de la soberanía alimentaria. *Agroecologia*, Vol. 7 No. 18.
- Villarroel, T. y Mariscal, J. (2010). Innovación tecnológica a partir del diálogo de saberes; pautas metodológicas y experiencias. Cochabamba, AGRUCO.
- Westreicher, G. (2020). Economipedia. Definición de expectativa. Visitado el 14 de enero de 2021, disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/expectativa.html>
- Yacamán, C. (2018). Agricultura periurbana: revisión crítica de los riesgos y desafíos en la actual agenda política de las interacciones agro-urbanas. *Revista bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. Universidad de Barcelona. Vol. XXIII, no. 1,237.
- Yúnez, A., Cisneros, A. y Meza, P. (2013). Situando la agricultura familiar en México. Principales características y tipología. Serie Documentos de Trabajo No. 149.

Grupo de trabajo: Desarrollo con Cohesión Territorial. Programa Cohesión Territorial para el Desarrollo. RIMISP, Centro Latino americano para el Desarrollo Rural. Santiago, Chile.

Zarate, M. (2014). Manual de hidroponía, Universidad Nacional Autónoma de México.

ANEXOS

1. Encuesta dirigida a la o el productor de traspatio sobre la instalación del sistema acuapónico.

Sección 1; información general.

1. **Nombre:** _____

2. **Edad:** _____

3. Escolaridad:

Primaria ()

Secundaria ()

Media superior: ()

Superior: ()

5. Género:

Femenino ()

Masculino ()

4. Ocupación:

Estudiante ()

Ama de casa ()

Empleado (a) ()

Comerciante ()

Agricultor ()

Otro: _____

6. Estado civil:

Soltero (a) ()

Casado (a): ()

Divorciado (a): ()

Viudo (a): ()

Unión libre: ()

7. Conformación del núcleo familiar:

No.	Nombre	Parentesco respecto al entrevistado	Edad	Escolaridad	Ocupación	¿Participa en el traspatio?
1						
2						
3						
4						
5						

Sección 2; El traspatio

8. ¿Cuándo inicio la producción de alimentos en su traspatio? _____

9. ¿Cuáles fueron los motivos que la (lo) animaron a producir en su traspatio?

10 ¿Cuál es la producción actual de su traspatio? Indique el tamaño aproximado (cama bio intensiva, en paredes, escalonados, etc)

11 ¿Cuánto tiempo dedica diariamente al cuidado de su traspatio? _____

12 ¿Cómo reparte la producción de su traspatio?

13 ¿Qué hace con los residuos vegetales de su traspatio? _____

14 ¿Qué hace con las excretas de sus animales? _____

15 ¿Cuál es su estrategia para tener agua para su producción?

Almacenamiento: _____

Recurso hídrico: _____

16. ¿Considera que tiene suficiente agua para su producción durante todo el año?

Si ()

No ()

17. ¿Cuál considera usted que es la causa de la falta de agua?

18. ¿Considera que el consumo de electricidad aumento con la instalación del sistema acuapónico?

Si () No ()

19. ¿En cuánto aumento? _____

Sección 3; Ingresos e inversión en el traspatio

20. ¿Cuánto calcula usted que ha invertido en su traspatio? _____

21. En su traspatio que tipo de materiales utiliza: _____

22. ¿Para la instalación de su sistema acuapónico recibió algún apoyo económico, o en especie? _____

Sección 4; Preferencias de consumo de la producción acuapónica

23. ¿Considera usted que hay personas en San Lorenzo Almecatla o en el municipio de Cuautlancingo que les guste (agraden, prefieran) la tilapia del Nilo y la lechuga producidos en los sistemas acuapónicos?

24. ¿Qué tan frecuentemente, usted y su familia consumen pescado?

	Antes de instalar el sistema acuapónico	Con la instalación del sistema acuapónico
Frecuencia		

25. ¿Cuáles son los motivos por los que no consume pescado con mayor frecuencia?

26. ¿Considera que cocinar pescado es fácil? _____

27. ¿Considera que comer pescado es fácil? _____

28. ¿Cuáles son los motivos que lo animaron a tener un sistema acuapónico?

29. ¿En cuánto tiempo instaló su sistema acuapónico?: _____

30. ¿Durante cuánto tiempo operó su sistema acuapónico y obtuvo su primera cosecha? _____

Sección 5; Conocimiento del mercado local para expectativa de comercialización de la producción de la acuaponia.

31. ¿Sabe el precio que tiene la tilapia en los mercados cercanos? ¿Puede mencionar el precio?

32. ¿Sabe el precio que tiene la lechuga en los mercados cercanos? ¿Puede mencionar el precio?

33. ¿Creé que pudiera convertirse en negocio los productos del sistema acuapónico (tilapia y lechuga)?

34. -¿Qué ventajas se tiene al trabajar en la cooperativa?

35. -¿Qué desventajas pudieran presentarse al trabajar en la cooperativa?

36. ¿Si fuera un negocio de éxito la venta de los productos de la acuaponía en qué negocio pensaría invertir sus ganancias? Explique lo más que pueda.

2. Cuestionario dirigido a personal del COLPOS que participó en la etapa de instalación y operación de los sistemas acuapónicos.

Sección 1; Etapa de instalación de los sistemas acuapónicos.

1. Al momento de empezar la instalación del sistema acuapónico, ¿Cómo percibió usted la actitud del o la líder del traspatio familiar? Y ¿Cuáles fueron las actitudes de los demás miembros de la familia?
2. ¿Cuáles fueron los retos que se encontraron los miembros de las familias productoras durante la etapa de instalación? Y ¿cómo fueron resueltas?
3. ¿Cuáles considera que fueron las fortalezas que tuvo cada familia para salir delante de las situaciones imprevistas durante la etapa de instalación?
4. ¿Qué actividades realizó el o la líder de la familia productora, durante la etapa de instalación?
5. ¿Observó algún o algunos cambios en la dinámica familiar y del huerto durante la etapa de instalación?
6. ¿Hubo algún cambio durante la etapa de instalación que no estuviera desde la planeación inicial?
7. ¿Hubo algún sentimiento de frustración durante la etapa de instalación? De ser afirmativa, ¿Cómo fue superado? De ser negativa, ¿Cómo percibió que se mantenían ecuaníme?

Sección 2; Etapa de operación de los sistemas acuapónicos.

8. ¿Cuáles fueron los cambios de la dinámica familiar y del traspatio al iniciar la operación?
9. ¿Cuáles fueron los retos que tuvieron las y los productores al iniciar la operación de los sistemas acuapónicos? Y ¿Cómo fue la manera en que superaron dichos retos?
10. ¿Cuáles fueron las actividades que realizaron los miembros de la familia productora durante la etapa inicial de operación?
11. ¿Cambiaron esas actividades con el paso del tiempo?
12. ¿Cuáles fueron los sentimientos y emociones que usted percibió en cada núcleo familiar, durante la operación de los sistemas acuapónicos?
13. ¿Cómo fue la manera en que fueron explicados la medición de los parámetros (pH, Oxigenación, sedimentación, etc)? Y ¿Cómo fueron realizadas las mediciones? ¿Se llevó algún tipo de bitácora? ¿Los productores sabían cuando se obtenían lecturas fuera del rango normal de operación?
14. ¿La operación de los sistemas acuapónicos provocó alguna molestia a los habitantes? (P. ej. Ruido, intervención de animales o mascotas en el sistema acuapónico, si en algún momento el modulo fue percibido como un estorbo, etc.)
15. ¿Usted percibió en algún momento cuando ya se habían acoplado a operar el sistema acuapónico? De ser así ¿cuándo ocurrió? (indicar por cada familia productora).

Sección 3; Etapa final del ciclo productivo de los sistemas acuapónicos.

16. ¿Cuándo se decidió en cada módulo que era el momento de cosechar la producción?
17. ¿Cómo se consiguieron las especies vegetales y animales para cada módulo?
18. ¿Los productores y productoras compartieron las especies animales y vegetales para los módulos?
19. ¿Los productores y productoras estaban conformes con lo que se sembró? (tilapia y lechugas) De lo contrario indique que especies deseaban.
20. ¿Cuál es el grado de avance con cada productor y productora?
21. ¿Hubo alguna situación inesperada a la que se enfrentaron los productores o productoras? (de ser así mencione por cada caso en particular)
22. ¿Hay otros productores o productoras o alguna persona de SLA que se haya acercado a usted o a los productores que ya tienen sus módulos de acuaponia, con el fin de instalar en sus traspatios u hogares? ¿Se acercó alguna persona por otro motivo al ver el sistema acuapónico? (citar si fue curiosidad, probable consumidor, conocer el sistema, etc.)
23. ¿Conoce usted alguna persona ajena a la familia productora que esté interesada en consumir los productos del sistema acuapónico?
24. ¿Hubo alguna forma de difusión entre la población de SLA sobre los sistemas acuapónicos?